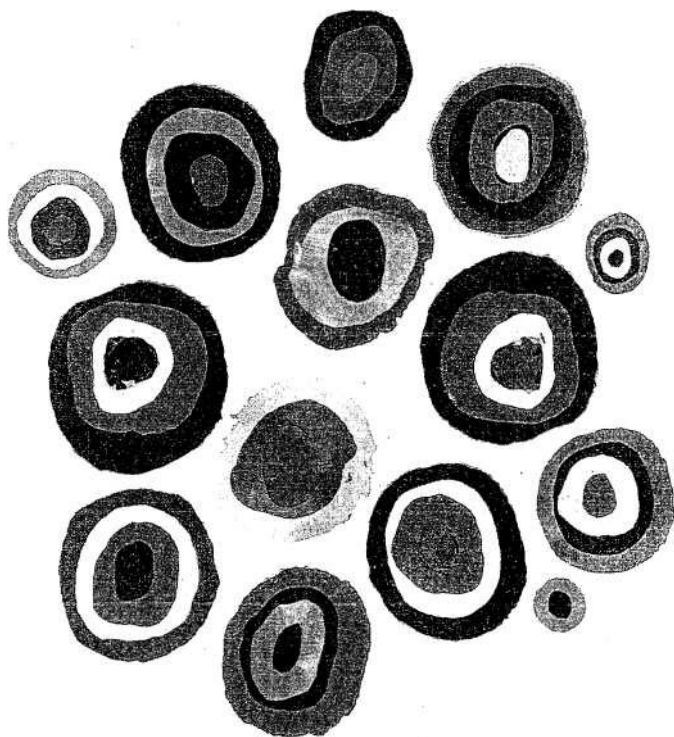


Mario Bunge

Emergencia y convergencia

*Novedad cualitativa y unidad
del conocimiento*



gedisa
O editorial

Mario Bunge

EMERGENCIA Y CONVERGENCIA

Novedad cualitativa y unidad del conocimiento

CLA.DE-MA

Filosofía de la ciencia

Obras de
Mario Bunge
publicadas por Gedisa

Crisis y reconstrucción de la filosofía

Cápsulas

Otras obras de interés de Gedisa

ERNST TUGENDHAT ***Egocentricidad y mística***

ERNST TUGENDHAT ***Introducción a la filosofía
analítica***

MOSHE HALBERTAL Y
AVISHAI MARGALIT ***Idolatría***

JAVIER SÁDABA ***Principios de bioética laica***

RICHARD RORTY ***Filosofía y futuro***

WILLIAM CALVIN ***Lingua ex machina*** y DEREK BICKERTON

JERRY FODOR ***Conceptos***

EMERGENCIA Y CONVERGENCIA

*Novedad cualitativa
y unidad del conocimiento*

Mario Bunge

*Traducción de
Rafael González del Solar*

Título del original en inglés:
*Emergence and Convergence: Qualitative Novelty and the Unity of
Knowledge* © 2003 by University of Toronto Press

© Mario Bunge, 2003

Ilustración de cubierta: Edgardo Carosia Traducción: Eafael

González del Solar

Rafael González del Solar es biólogo por la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina) y doctorando en esa misma universidad. Ha estudiado filosofía de la ciencia con Mario Bunge en la universidad McGill (Montreal) y actualmente es profesor de epistemología y metodología de la investigación y miembro del Grupo de Investigación en Ecología de Comunidades de Desierto (ECODES-IADIZA/CONICET).

Primera edición, julio de 2004, Barcelona

Derechos reservados para todas las ediciones en castellano

© Editorial Gedisa, S.A.

Paseo Bonanova, 9 Iº-Iª 08022 Barcelona (España)

Tel. 93 253 09 04 Fax 93 253 09 05

Correo electrónico: gedisa@gedisa.com <http://www.gedisa.com>

ISBN: 84-9784.019-4

Impreso por Indugraf S.A. Sánchez de Loria 2251/57 (1241) Buenos Aires Argentina www.indugraf.com.ar

Queda prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio de impresión, en forma idéntica, extractada o modificada, en castellano o en cualquier otro idioma.

índice

PREFACIO 13

[Introducción..... 17](#)

PARTE I

EMERGENCIA

1. [Parte y todo, resultante y emergente..... 25](#)

1.	<u>Asociación y combinación.....</u>	<u>27</u>
2.	<u>Emergencia y superveniencia.....</u>	<u>29</u>
3.	Niveles y evolución.....	32
4.	<u>Estructura y mecanismo.....</u>	<u>37</u>
5.	<u>Emergencia y explicación.....</u>	<u>40</u>
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>44</u>
1.	<u>Emergencia y extinción de sistemas.....</u>	<u>45</u>
1.	<u>Emergencia de sistemas.....</u>	<u>46</u>
2.	¿Emergencia <i>ex nihilo</i> ?.....	50
3.	<u>Extinción: descomposición de sistemas.....</u>	<u>52</u>
4.	<u>Tipos de sistemas.....</u>	<u>54</u>
5.	El modelo CESM	55
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>60</u>

1.	El enfoque sistêmico.....	61
1.	El enfoque sistêmico.....	62
2.	Sistemas conceptuales y materiales.....	64
3.	El enfoque sistêmico de los procesos físicos y químicos.....	65
4.	El enfoque sistêmico de la vida.....	67
5.	El enfoque sistêmico del cerebro y la mente.....	72
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>75</u>
1.	<u>Sistemas semióticos y sistemas de comunicación.....</u>	<u>77</u>
1.	<u>Las palabras, las ideas y las cosas.....</u>	<u>79</u>
2.	<u>Los sistemas semióticos.....</u>	<u>82</u>
3.	<u>Los lenguajes como sistemas semióticos.....</u>	<u>86</u>
4.	<u>El habla y el lenguaje.....</u>	<u>88</u>
5.	<u>El aprendizaje y la enseñanza del habla.....</u>	<u>92</u>
6.	<u>Los sistemas de comunicación.....</u>	<u>94</u>
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>96</u>
1.	<u>Sociedad y artefacto.....</u>	<u>97</u>
1.	El enfoque sistêmico de la sociedad.....	98
2.	Microsocial y macrosocial, sectorial e integral.....	101
3.	<u>La emergencia por diseño.....</u>	<u>103</u>
4.	<u>La invención social.....</u>	<u>105</u>
5.	Beneficios filosóficos del enfoque sistêmico.....	106
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>109</u>
6.	<u>El individualismo y el holismo: teóricos.....</u>	<u>111</u>
1.	<u>Individuo e individualismo, totalidad y holismo.....</u>	<u>113</u>
2.	<u>Ontológicos.....</u>	<u>114</u>
3.	<u>Lógicos.....</u>	<u>117</u>
4.	<u>Semánticos.....</u>	<u>120</u>
5.	<u>Epistemológicos.....</u>	<u>122</u>
6.	<u>Metodológicos.....</u>	<u>124</u>
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>127</u>
7.	<u>El individualismo y el holismo: prácticos.....</u>	<u>129</u>
1.	<u>Teoría de los valores, teoría de la acción y ética.....</u>	<u>130</u>
2.	<u>Individualismo histórico y político.....</u>	<u>132</u>
3.	<u>Primera alternativa al individualismo: el holismo.....</u>	<u>134</u>
4.	<u>Los híbridos.....</u>	<u>139</u>
5.	La alternativa sistêmica.....	141
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>144</u>
1.	Tres puntos de vista sobre la sociedad.....	147
1.	<u>Las dos perspectivas clásicas sobre la sociedad.....</u>	<u>148</u>

2. El enfoque sistémico.....	149
3. <u>De la estadística a los modelos teóricos.....</u>	<u>151</u>
4. <u>El supersistema ciencia-tecnología-mercado.....</u>	<u>156</u>
5. <u>Consecuencias para el diseño de políticas sociales.....</u>	<u>158</u>
6. <u>Los estudios sociales tratan de sistemas sociales.....</u>	<u>159</u>
7. <u>La ventaja competitiva del sistemismo.....</u>	<u>161</u>
<u>Comentarios finales.....</u>	<u>164</u>

PARTE II

CONVERGENCIA

1. <u>Reducción y reduccionismo.....</u>	<u>167</u>
1. <u>Operaciones de reducción.....</u>	<u>168</u>
2. <u>Microniveles, macroniveles y sus relaciones.....</u>	<u>172</u>
3. <u>Relaciones intranivel y relaciones internivel.....</u>	<u>174</u>
4. <u>Hipótesis internivel y explicaciones.....</u>	<u>176</u>
5. <u>De la física a la química.....</u>	<u>177</u>
6. <u>La biología, la ecología y la psicología.....</u>	<u>179</u>
7. De la biología a las ciencias sociales: la sociobiología humana y la discusión sobre el CI.....	182
8. <u>Clases de reducción y sus límites</u>	<u>185</u>
9. <u>Reduccionismo y materialismo.....</u>	<u>187</u>
<u>Comentarios finales.....</u>	<u>189</u>
10. <u>Una muestra de proyectos reduccionistas fallidos.....</u>	<u>191</u>
1. <u>El fisicismo.....</u>	<u>191</u>
2. <u>El computacionismo.....</u>	<u>193</u>
3. <u>El imperialismo lingüístico.....</u>	<u>195</u>
4. El biologismo I: la sociobiología.....	197
5. El biologismo II: la psicología evolutiva.....	200
6. <u>El psicologismo.....</u>	<u>207</u>
7. El sociologismo, el economismo, el politicismo y el culturalismo.....	209
<u>Comentarios finales.....</u>	<u>213</u>
1. Por qué tiene éxito la integración en los estudios sociales.....	213
1. <u>El cuadrado B-E-P-C.....</u>	<u>215</u>
2. <u>Multidisciplinariedad social.....</u>	<u>216</u>
3. <u>Interdisciplinariedad social</u>	<u>222</u>
<u>Comentarios finales.....</u>	<u>224</u>

1.	Convergencia funcional: el caso	
	de las funciones mentales.....	227
1.	<u>La psicología informacionista.....</u>	<u>229</u>
2.	El modelo Mark II: el conexionismo.....	232
3.	<u>La localización de las funciones mentales.....</u>	<u>235</u>
4.	La interdependencia funcional de los módulos neurales.....	237
5.	<u>La conciencia: de misterio a problema científico</u>	<u>238</u>
6.	<u>Dos procesos de convergencia.....</u>	<u>242</u>
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>245</u>
1.	Convergencia furtiva: la teoría de la elección racional	
	y la hermenéutica	247
1.	<u>Divergencias y convergencias.....</u>	<u>248</u>
2.	<u>El individualismo metodológico.....</u>	<u>251</u>
3.	<u>Proceso subjetivo y comportamiento observable.....</u>	<u>253</u>
4.	<u>Los problemas inversos.....</u>	<u>256</u>
5.	<u>La búsqueda de mecanismos intermedios.....</u>	<u>259</u>
6.	<u>Ejemplo: la relación entre delincuencia y desempleo.....</u>	<u>261</u>
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>263</u>
1.	La convergencia como confusión:	
	el caso del “puede ser”.....	267
1.	<u>La posibilidad lógica.....</u>	<u>269</u>
2.	<u>La posibilidad real.....</u>	<u>272</u>
3.	La probabilidad“.....	275
4.	<u>Relación entre frecuencia y probabilidad.....</u>	<u>277</u>
5.	<u>Probabilidad, azar y causalidad</u>	<u>280</u>
6.	<u>La credibilidad.....</u>	<u>283</u>
7.	<u>La epistemología probabilística.....</u>	<u>286</u>
8.	<u>La plausibilidad o verosimilitud.....</u>	<u>290</u>
9.	<u>Hacia un cálculo de plausibilidades.....</u>	<u>292</u>
	<u>Comentarios finales.....</u>	<u>294</u>
1.	Emergencia de la verdad y convergencia	
	hacia la verdad.....	297
1.	<u>La naturaleza de la verdad.....</u>	<u>297</u>
2.	<u>Hacia un concepto de correspondencia exacto.....</u>	<u>300</u>
3.	<u>La verdad parcial.....</u>	<u>302</u>
4.	La emergencia del conocimiento de la verdad.....	307
5.	Ética e ideología centradas en la verdad.....	309
	Comentarios finales.....	312
1.	Emergencia de la enfermedad y convergencia	

de las ciencias biomédicas.....	313
1. <u>Sistemas multinivel y multidisciplinariedad.....</u>	314
2. <u>¿ Qué tipo de entidad es la enfermedad ?.....</u>	315
3. <u>El diagnóstico como problema inverso.....</u>	317
4. <u>El conocimiento del mecanismo fortalece la inferencia.....</u>	321
5. <u>Malabarismos numéricos bayesianos</u>	324
6. <u>Administración de terapias basada en la teoría de la decisión.....</u>	326
7. <u>La medicina entre la ciencia básica y la tecnología.....</u>	329
<u>Comentarios finales.....</u>	333
1. <u>Emergencia de la convergencia y de la divergencia.....</u>	335
1. <u>Divergencia.....</u>	336
2. <u>Convergencia.....</u>	337
3. <u>Advertencia contra la unificación prematura.....</u>	340
4. <u>Por qué son necesarios ambos procesos.....</u>	342
5. <u>La lógica y la semántica de la integración</u>	345
6. <u>Pegamento.....</u>	347
7. <u>Las ciencias y las tecnologías integradas.....</u>	349
<u>Comentarios finales.....</u>	351
<u>GLOSARIO FILOSÓFICO.....</u>	355
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	363
<u>ÍNDICE DE NOMBRES.....</u>	385
<u>ÍNDICE TEMÁTICO.....</u>	391

Prefacio

Este libro trata de partes y totalidades, así como de lo antiguo y lo nuevo, dos problemas perennes de la ciencia, la tecnología y las humanidades. Más precisamente, trata de sistemas y de sus propiedades emergentes, de los cuales son ejemplo la síntesis de moléculas, el origen de las especies y la creación de ideas e innovaciones sociales tales como las empresas transnacionales y el Estado benefactor. Esta obra trata también de la fusión de líneas de investigación inicialmente independientes, como en los casos de la biología evolutiva del desarrollo, la neuro- ciencia cognitiva social, la socioeconomía y la sociología política. En resumen, este libro trata de lo nuevo que surge a partir de lo viejo, tanto en la realidad como en su estudio. Abreviando: trata de recién llegados, sean concretos o conceptuales. Más brevemente: trata de la novedad.

Sin embargo, también examinaremos la extinción o desaparición [*submergence*] de cosas de niveles superiores y de sus propiedades, como en los casos de la evaporación, el olvido y el derrumbe de los sistemas sociales. Y no olvidaremos que uno de los mecanismos de emergencia es la división o divergencia, tal como lo ilustran la fisión nuclear, la división celular y la división de un campo de investigación en subdisciplinas. Por lo tanto, un título más adecuado para este libro sería *Emergencia y extinción, convergencia y divergencia*.

La siguiente lista de problemas, todos ellos actuales y fascinantes, que involucran tanto la emergencia como la transdisciplinariedad, de

bería ayudar a comprender la naturaleza y la importancia de estas categorías:

¿Cómo emergieron? Las
moléculas La vida La
mente
Las normas sociales El
Estado

¿Por qué convergieron? La
físicoquímica La biofísica La
bioquímica La neurociencia cognitiva
La socioeconomía

En esta obra examinaremos problemas como los relacionados con las ventajas de buscar los mecanismos subyacentes en los hechos observables, las limitaciones del individualismo y el holismo, los alcances de la reducción, los abusos del darwinismo, las diferencias entre la elección racional y la hermenéutica, la conformación modular del cerebro en contraposición con la unidad de la mente, el conjunto de conceptos que se hallan en tomo al «puede ser», la relevancia de la verdad en todos los aspectos de la vida humana, los obstáculos a superar para lograr un diagnóstico médico correcto y las condiciones formales necesarias para la emergencia de una transdisciplina.

Preguntaremos, por ejemplo, si el individualismo puede explicar la emergencia de las normas sociales que restringen la libertad de contaminar, de portar armas y de iniciar una guerra. También preguntaremos cómo debe ser entendido el sexo: ¿como un mecanismo de entrecruzamiento de cromosomas, de reproducción, de placer o de estrechamiento de los vínculos sociales? Y, puesto que el sexo es todo lo anterior, ¿no es razonable promover en su estudio la convergencia de la genética, la biología de los organismos, la etología, la psicología y la sociología, en lugar de imponer o bien una estrategia microrreduccionista o bien una macrorreduccionista?

Dada la reputación de seres de otro mundo que se han ganado los filósofos, resulta conveniente la siguiente advertencia. Lo que sigue no son vanas fantasías acerca de universos paralelos, contrafácticos, mentes inmateriales, conocimiento sin investigadores, enigmas ingeniosos pero estériles y otras cosas parecidas. Muy por el contrario, este libro trata de problemas actuales que se presentan en todas las disciplinas que estudian la realidad. En particular, es un retoño tardío de la biología evolutiva. En efecto, esta disciplina ha engendrado al menos tres conceptos ontológicos clave, los de evolución, emergencia y nivel de organización. Más aún, la biología evolutiva ha mostrado el valor heurístico de fusionar líneas de investigación inicialmente independientes, como ocurre en el caso de la biología evolutiva misma, disciplina que

reúne la biología molecular con la biología de los organismos, la ecología y la historia de la vida.

La biología evolutiva ha propuesto, también, al menos tres hipótesis centrales para nuestros intereses: 1) los seres vivos emergieron a partir de una síntesis de precursores abióticos, 2) en el transcurso de la evolución emergen nuevos niveles y se extinguen antiguas propiedades, y 3) la comprensión de los organismos y de su desarrollo y evolución requiere de la combinación de diversas ramas de la biología. Estas hipótesis se han difundido hacia muchas de las ciencias fácticas y las tecnologías. Por consiguiente, ya es tiempo de que los filósofos las tomen en serio o, mejor dicho, de que las repiensen, puesto que ya fueron discutidas por filósofos británicos y norteamericanos, entre las dos guerras mundiales.

Si bien este libro aborda problemas filosóficos, no está dirigido solo a filósofos profesionales, sino también a la amplia comunidad de personas que, sin importar sus especialidades, están interesadas en problemas generales y fascinantes. Una de las razones de ello es que todos los problemas filosóficos realmente importantes desbordan la filosofía. El Glosario ubicado al final puede ser de ayuda para el lector que, como el autor, no haya tenido entrenamiento formal en filosofía. Pueden hallarse elucidaciones más detalladas de los términos técnicos filosóficos en el *Diccionario de filosofía* (2001)¹ del autor.

Estoy en deuda con el fallecido David Bohm, con quien sostuve muchas discusiones estimulantes acerca de la emergencia y los niveles de organización, la causalidad y el azar, así como sobre la teoría cuántica, en 1953, en el Instituto de Física Teórica de la Universidad de San Pablo, Brasil. Agradezco a Joseph Agassi (Tel Aviv University), Omar Ahmad (Rockefeller University), Silvia A. Bunge (University of California, Davis), Bernard Dubrovsky (McGill University), James Franklin (University of New South Wales), Irving Louis Horowitz (Rutgers University), Michael Kary (Boston University), el fallecido Robert K. Merton (Columbia University), Pierre Moessinger (Université de Genève), Andreas Pickel (Trent University), Miguel Ángel Quintanilla (Universidad de Salamanca), Dan A. Seni (UQAM) y Paul Weingartner (Universität Salzburg) por los interesantes intercambios acerca de algunos de los problemas abordados en este libro. Mi reconocimiento también para Virgil Duff, Director Ejecutivo de University of Toronto Press, por haber guiado con destreza el manuscrito de este libro y a John St James, por su inteligente revisión editorial. Sobre todo, estoy agradecido a Martin Mahner (Zentrum für Wissenschaft und Kritisches Denken, Rosdorf), por sus agudas preguntas y críticas. También agradezco a Michael Mattheus y a Johnny Schneider, mis anfitriones en la magnífica Sydney, Australia, durante los periodos académicos de invierno y primavera de 2001. Allí y en aquel momento emergió este libro, a partir de la convergencia de diversos hilos de pensamiento que se han ido tejiendo y destejiendo en mi cerebro durante cerca de medio siglo.

Dedico este libro a mi querido amigo, apreciado colaborador y crítico inflexible

¹ Existe de esta obra una nueva edición en inglés (2003) aun no traducida al español.

Martin Mahner, biólogo y filósofo científico.

Introducción

El término «emergencia» alude al origen de novedades tales como la emergencia de una planta a partir de una semilla o la de un patrón óptico a partir de la yuxtaposición de azulejos en un mosaico. Y la convergencia de la que trata este libro es la que tiene lugar entre campos y enfoques de investigación inicialmente separados, como ocurre en los estudios interdisciplinarios sobre los procesos mentales o sobre la creación y distribución de la riqueza.

A primera vista, emergencia y convergencia parecen ser nociones ajenas la una respecto de la otra, aunque solo fuese porque la primera es una categoría ontológica, mientras que la segunda es una categoría epistemológica. Al pensarlo mejor, se reconoce que estas categorías no son mutuamente extrañas, pues la comprensión de la emergencia a menudo requiere de la convergencia de dos o más líneas de investigación. Así pues, la tentativa de explicar las reacciones químicas originó la fisicoquímica, el deseo de entender la especiación impulsó la unión de la biología evolutiva con la biología del desarrollo, la necesidad de comprender los procesos mentales llevó a la fusión de la psicología con la neurociencia y la sociología, y la necesidad de entender y controlar la distribución de la riqueza dio lugar al surgimiento de la socioeconomía.

Parece ser el momento apropiado para un estudio filosófico de la emergencia y la convergencia. Ambos conceptos, anteriormente soslayados o incomprensidos, adquieren cada vez mayor difusión. En efecto, el término «emergencia» -en el sentido de aparición de una novedad cualitativa-, que hasta hace poco languidecía en el calabozo de las palabras olvidadas o denostadas, se ha unido ahora a las filas de otras palabras populares como «sistema», «autoorganización», «caos», «fractal», «complejidad», «módulo» y «conciencia». Y en cuanto a la convergencia (transdisciplinariedad, unificación, fusión o integración), que alguna vez fuera propiedad exclusiva de diletantes y funcionarios administradores de fondos de investigación, se practica con progresiva intensidad en las ciencias, las tecnologías y las humanidades. Obsérvese el enfoque cada vez más interdisciplinario de problemas conceptuales tales como la emergencia de nuevas cepas de virus y otros microorganismos resistentes a las drogas, los mecanismos de emergencia de nuevas ideas, el origen del *Homo sapiens*, la difusión de la agricultura y la emergencia de formas de organización novedosas.

Algo semejante ocurre con problemas prácticos tales como el manejo de grandes empresas y el diseño de sistemas de control, y con problemas sociales como la pobreza, el analfabetismo, la delincuencia, la superpoblación, la desertificación, el subdesarrollo, el fomento de la guerra y la persistencia de la superstición. Dada la naturaleza sistémica y polifacética de estos problemas, solo un enfoque transdisciplinario puede tener éxito en su comprensión y manejo.

Aunque solo se han puesto de moda recientemente, los conceptos de emergencia y convergencia no son en absoluto novedosos. A pesar de ello, el concepto de emergencia aún es a menudo rechazado o comprendido de modo erróneo. Y, habitualmente, la unidad de la ciencia se tiene por utópica o bien por posible solo a través de la reducción, por ejemplo, de la sociología a la biología y de esta a la química.

Emergencia y convergencia son categorías íntimamente relacionadas. En efecto, algunas novedades son resultado de la autoorganización de una colección de entidades separadas y toda fusión de ideas involucra la emergencia de ideas nuevas que conectan elementos al principio no relacionados. De tal modo, cuando dos disciplinas convergen, emerge una interdisciplina enteramente nueva. Y cuando emerge un nuevo punto de vista general (enfoque), es probable que converjan algunos campos de investigación previamente desconectados. Por consiguiente, la difundida creencia acerca de que el concepto de emergencia excluye el de convergencia y debe ser desechado porque obstaculiza la unidad del conocimiento es errónea.

Por ejemplo, el estudio científico del origen de la vida requiere de una estrecha colaboración entre la biología, la química y la geología; el estudio de la relación entre la morbilidad y la mortalidad, por un lado, y el estatus socioeconómico, por el otro, es fundamental para la epidemiología y para la sociología médica, y la investigación de los vínculos entre los grandes negocios y la política clama por la

emergencia de una «econopolitología». En general, la emergencia requiere de la convergencia, porque solamente las multidisciplinas y las interdisciplinas pueden explicar acontecimientos polifacéticos y multinivel. A su vez, la convergencia requiere de la emergencia de nuevos conceptos y de hipótesis puente o pegamento.

Otro ejemplo: cuando se reconoció que las novedades evolutivas emergen en el curso del desarrollo individual (ontogenia), se comprendió que la biología evolutiva debía unirse con la biología del desarrollo. (Este movimiento, generalmente llamado evo-devo,² se encuentra hoy en pleno desarrollo.) Cuando se descubrió que los procesos mentales como la emoción, la visión, el habla, el razonamiento y la toma de decisiones son funciones cerebrales, se hizo evidente que la psicología debía fusionarse con la neurobiología; así nació la neurociencia cognitiva, una de las ciencias más estimulantes de nuestros días. Cuando se tornó claro que ni la economía ni la sociología podían arreglárselas por sí solas con problemas transdisciplinarios como la distribución del ingreso y el desarrollo nacional, emergió la socioeconomía. Un ejemplo más: la comprensión de la emergencia y la evolución del Estado exige una síntesis de antropología, arqueología, sociología, economía, politología e historia (Trigger, 2003: 6).

¿Por qué dedicar todo un libro a los conceptos de emergencia y convergencia? Porque a menudo se los entiende mal o, incluso, se los soslaya completamente. En efecto, muchos investigadores sienten aversión a hablar de emergencia, porque sospechan que se trata de un concepto oscuro o hasta oscurantista. (Por lo común, los diccionarios identifican incorrectamente la definición de «emergencia» con la imposibilidad de comprender una totalidad¹ a través del análisis de sus componentes y de sus interacciones.) Y otros tantos estudiosos sospechan —de manera justificable— de la interdisciplinariedad, porque a menudo quienes la predicán son burócratas temerosos de lo que consideran una antieconómica duplicación de los esfuerzos de investigación. Otros, acertadamente, resisten la tentación de lograr la unificación de la ciencia por medio de la reducción y el consecuente empobrecimiento conceptual.

Aunque muchos científicos rigurosos desconfíen de la idea misma de emergencia, nada hay de extraño u oscuro en ella. En efecto, la emergencia tiene lugar cada vez que surge algo cualitativamente nuevo, como cuando nace una molécula, una estrella, una bioespecie, una empresa o una ciencia. Y su resultado es un objeto nuevo y complejo, que posee propiedades que se hallan ausentes en sus componentes o precursores. En cuanto a la transdisciplinariedad o cruce de fronteras, por casi dos siglos ha sido una estrategia de investigación bastante común en las ciencias y las tecnologías; piénsese en la fisicoquímica, la bioquímica, la psicofísica, la neurolingüística o la sociología médica. Con todo, ambos conceptos, el ontológico y el epistemológico, merecen una clarificación adicional, aunque solo fuera porque a menudo se confunde «emergencia» con la mal definida noción de superveniencia, porque acaso no se distinga interdisciplinariedad de multi-

² Del Inglés *evolution* (evolución) y *development* (desarrollo). [N. del X]

disciplinaria y porque quizás a ambas se las considere mero diletantismo.

Más aún, vale la pena insistir en la importancia de la emergencia, no solamente por sí misma, sino también porque su simple reconocimiento pone en riesgo más de una tentativa de microrreducción radical (y esta es mucho menos frecuente de lo que los reduccionistas creen). Igualmente justificado está el hincapié en los méritos de la transdisciplinaria, en una época en que la creciente especialización estrecha los puntos de vista y dificulta el abordaje exitoso de problemas sistémicos como la desigualdad, la ignorancia y la violencia, todos los cuales desafían la estrategia de «una cosa a la vez». La única manera de impedir la descontrolada proliferación de subdisciplinas es descubrir o construir puentes entre ellas.

Sin embargo, poner el énfasis en la importancia de la emergencia y la convergencia no es suficiente. También debemos intentar explicarlas. Por ejemplo, ¿cómo y dónde se originaron los primeros organismos a partir de sus precursores abióticos?, ¿cómo emergieron los nuevos sistemas de salud? y ¿por qué surgió la necesidad de una sociología médica? Desde luego, estas y otras preguntas semejantes se encuentran más allá de la competencia de los filósofos. No obstante, ellos sí pueden sugerir que se trata de problemas científicos legítimos e importantes que contienen ideas filosóficas profundas.

Es más, los filósofos pueden juzgar si algunas de las síntesis propuestas han tenido éxito o si, al menos, son promisorias. Por ejemplo, aquí aduciré que, hasta el momento, la unificación de la cosmología con la mecánica cuántica no ha tenido éxito, a causa de que esta fusión se efectuó violando ciertas leyes físicas fundamentales, como la de conservación de la energía. También sugeriré que la falta de éxito de la psicología evolutiva actual se debe a que ha unido una concepción de evolución equivocada, una teoría psicológica errónea y una metodología que no incluye la necesidad de puesta a prueba empírica.

En el camino, serán elucidadas otras pocas nociones clave, entre ellas las de sistema, mecanismo, explicación, probabilidad, verdad parcial, diagnóstico médico y problema inverso. Su importancia puede evaluarse a través de la siguiente muestra de preguntas -todas ellas de gran actualidad— en las que aparecen estos conceptos: ¿por qué los diagnósticos médicos son incorrectos con tanta frecuencia?, ¿es verdad que los mercados son sistemas autorregulados, en equilibrio a causa de que están gobernados por el mecanismo de la oferta y la demanda?, ¿cuál es el misterioso mecanismo que explica por qué la globalización es buena para algunos y mala para otros?, ¿es legítimo asignar una probabilidad a otra cosa que no sea un evento aleatorio?, en particular ¿es legítimo, desde los puntos de vista científico y moral, apostar la verdad en juegos de azar?, ¿podemos dejar de lado las medias verdades en la búsqueda (convergente, con algo de optimismo) de verdades totales? y ¿cómo pueden abordarse mejor problemas inversos tales como conjeturar una enfermedad a partir de un síndrome y una intención a partir de una conducta?

I

EMERGENCIA

1

Parte y todo, resultante y emergente

Que todo objeto es simple o complejo en algún aspecto o en algún nivel es una verdad lógica. Por ejemplo, las palabras están compuestas por unidades léxicas tales como letras o simples ideogramas, las oraciones están compuestas por palabras y los textos por oraciones; los números enteros, excepto 0 y 1, son sumas de dos o más números; los polígonos están constituidos por segmentos de líneas; las teorías están compuestas por proposiciones, las cuales, a su vez, son combinaciones de conceptos; los núcleos atómicos, los átomos y las moléculas están compuestos por partículas elementales como protones y electrones; gotas, líquidos, geles y sólidos están compuestos por átomos o moléculas; los haces de luz están compuestos por fotones; las células están compuestas por moléculas y orgánulos; los órganos están compuestos por células; las familias, las pandillas, las empresas y otros sistemas sociales están compuestos por personas; las máquinas están compuestas por módulos mecánicos o eléctricos, y así sucesivamente.

Hay, pues, módulos -simples o complejos- en cada nivel de organización o peldaño de la escala, jerarquía o cadena del ser, como solía llamársele (véanse, por ejemplo, Lovejoy, 1953; Whyte, Wilson y Wilson, 1969). En los casos más simples o en las fases más tempranas de un proyecto de investigación, solo es necesario distinguir dos niveles de organización: micro y macro. Esta distinción se presenta en investigaciones tan disímiles como las que estudian la amplificación de señales, los efectos macrofísicos de pequeñas impurezas en los cristales, los desli-

zamientos de tierra causados por pequeñas perturbaciones, las condiciones macroeconómicas de las transacciones microeconómicas y las crisis políticas resultantes de intrigas palaciegas (véase, por ejemplo, Lerner, 1963). La misma distinción aparece en las dos estrategias para tratar las relaciones micro-macro: los enfoques *bottom-up*³ (o sintético) y *top-down* (o analítico), de los cuales hablaremos en detalle más adelante.

La composición, sin embargo, no lo es todo: el modo de composición, estructura u organización de una totalidad posee, al menos, igual importancia. Por ejemplo, las palabras «sodio» y «odios» y los numerales 13 y 31 están compuestos por los mismos símbolos elementales, pero son diferentes porque el orden de sus componentes es diferente. Del mismo modo, cuando un grupo de personas previamente no relacionadas converge en un aula o son incorporadas a un regimiento, ese grupo, que antes no tenía forma, adquiere una estructura. (Dicha estructura está constituida por las relaciones jerárquicas impuestas desde arriba y por las relaciones de amistad y rivalidad entre pares.) Y cuando los átomos se combinan formando moléculas, sus componentes elementales sufren un drástico reordenamiento y no, como habían imaginado los atomistas griegos y Dalton, una simple yuxtaposición o cementación. En estos casos, se habla de una estructura *integral*, por oposición a una estructura *modular*.

De tal modo, mientras que las arquitecturas de un Lego^{3 4} y de un ordenador son modulares, las correspondientes a una célula o a un cerebro son integrales. Asimismo, en tanto que una pirámide puede construirse piedra por piedra -aunque no según un orden arbitrario—, el ensamblado de una célula no puede ocurrir directamente desde los módulos a la totalidad. (En el caso de la pirámide, la fuerza externa —la gravedad— se impone de manera abrumadora, en tanto que en el caso de la célula predominan los miles de interacciones entre los componentes celulares.) Presuntamente, tal ensamblado debe de haber ascendido, peldaño por peldaño, una escalera de niveles -átomos, moléculas, pequeños ensamblados moleculares, orgánulos, membrana, célula íntegra—, cada uno de los cuales está caracterizado por procesos simultáneos e interdependientes, tales como los flujos de energía y las reacciones químicas que tienen lugar durante todo el proceso de ensamblado. La conclusión es que debemos tener en cuenta dos modos de ensamblado cualitativamente diferentes: asociación o mezcla y combinación o fusión. Pasemos a hacerlo.

1. Asociación y combinación

Los objetos pueden agruparse de varias maneras. La forma más común de unión de los elementos, ya sean de igual o de diferente clase, es la asociación, yuxtaposición,

³ De abajo hacia arriba. La estrategia inversa es de arriba hacia abajo (*top-down*). [N. del T.]

⁴ Juego de encastre, en el cual las piezas semejan ladrillos. [N. del T.]

encadenamiento, agregación o acrecencia, como ocurre en los casos de formación de un montículo de arena o de una multitud. Estas totalidades se caracterizan por un bajo grado de cohesión y, en consecuencia, pueden modificarse o ser modificadas bastante fácilmente, hasta el extremo de desintegrarse, a causa del reordenamiento interno o de eventuales conmociones externas. Puede decirse que su estructura (u organización o arquitectura) es *modular*.

El concepto de asociación nos permitirá aclarar la omnipresente, aunque algo elusiva, relación entre parte y todo. Si a y b son dos objetos, entonces puede decirse que a es *parte* de b -o, abreviando, $a < b$ - si a no agrega nada a b . Por ejemplo, en la aritmética ordinaria 1 es parte de todo número b , puesto que $1 + b = b$. De modo semejante, la membrana celular es parte de la célula, porque «añadir» (yuxtaponer) una membrana a la célula correspondiente tiene como resultado esa misma célula.

(Tanto la asociación como la relación de parte a todo pueden formalizarse con el auxilio de la teoría de semigrupos, una de las teorías matemáticas más sencillas. Un conjunto arbitrario S , juntamente con una operación binaria \odot , constituye un *semigrupo*, si \odot es asociativa, vale decir si para todo elemento a , b y c de S , $a \odot (b \odot c) = (a \odot b) \odot c$, donde ni S ni \odot están especificados, salvo para la propiedad asociativa. Según nuestra definición verbal, a es parte de b si a no añade nada a b . En símbolos, nuestra definición se escribe: $a < b =_{df} (a \odot b = b)$. En palabras: a es parte de b es igual, por definición, a encadenamiento -o yuxtaposición o suma mereológica- de a y b es igual a b . De este modo, gracias a un poco de álgebra abstracta, toda la mereología, una disciplina bastante esotérica, queda comprimida en un único párrafo: véase Bunge, 1977a.)

La anterior definición de la relación de parte a todo permite definir la noción de composición de un objeto, a saber:

Definición 1.1 La *composición* de un objeto es la colección de todas sus partes. (En términos formales: $C(s) = \{x | t < s\}$.)

La asociación tiene como resultado la novedad de tipo combinatorio. Este es el tipo más común de novedad, porque es el menos exigente desde los puntos de vista energético o cultural, según sea el caso. De hecho, solo son necesarios dos cuerpos sólidos para constituir una palanca, dos líquidos diferentes para formar un compuesto, un grupo de extraños para organizar una fiesta y dos proposiciones «atómicas», p y q , para formar una proposición «molecular» tal como p o q . Más aún, la asociación no cambia la naturaleza de los componentes. Aun así, en ocasiones, de ella resulta una novedad cualitativa del tipo combinatorio. Por ejemplo, la palanca puede estar en equilibrio y la fiesta puede transformarse en una gresca.

La novedad combinatoria es la única clase de novedad que la psicología asociacionista (o «elementista») admitía. En consecuencia, debía postular que las ideas básicas deben ser o bien innatas (como han sostenido Sócrates, Leibniz, Chomsky y Fodor) o bien provenientes de la percepción sensorial (como pensaron Aristóteles, Locke, Hume y Mili). En ambos casos, quedaba sin explicación cómo

podieron surgir ideas radicalmente nuevas como las de vacío, átomo, campo, gen, evolución, emergencia, implicación lógica, cero o infinito.

En contraposición, la combinación de dos o más módulos, de igual o de diferente clase, tiene como resultado una cosa radicalmente nueva, vale decir caracterizada por propiedades que sus componentes no poseen. Por ejemplo, un protón y un electrón se combinan para formar un átomo de hidrógeno; dos átomos de hidrógeno se combinan para formar una molécula de hidrógeno; el choque de un electrón con un positrón da como resultado un fotón; el óvulo y el espermatozoide se combinan formando un cigoto; las neuronas se ensamblan en sistemas neuronales (circuitos capaces de tener experiencias mentales); las personas se autoorganizan en familias, bandas, empresas o clubes; las letras se combinan para formar palabras y las palabras para formar frases, y ciertos conjuntos de proposiciones son sistematizadas para formar teorías (sistemas hipotético-deductivos).

Las combinaciones difieren de los meros agregados en al menos tres aspectos. Primero, en el proceso de combinación, los elementos originales resultan modificados, de tal modo que son precursores —antes que constituyentes— de la totalidad. Por ejemplo, la molécula resultante de la combinación de dos átomos no es solo la asociación de estos, puesto que sus electrones han sufrido un drástico reordenamiento; de modo semejante, cuando dos personas se aman y viven juntas se transforman mutuamente. Segundo, las combinaciones —como en los casos de los compuestos químicos, los órganos corporales y los sistemas sociales— son más estables que los meros agregados, a causa de que son más cohesivas. Tercero (y como consecuencia de lo anterior), la combinación requiere de más energía, mayor tiempo o circunstancias menos comunes, según sea el caso. Piénsese en la emergencia del sistema solar, de la molécula de ARN, de la célula, del cerebro humano, de la escuela o del Estado. Todos estos son casos de emergencia. Aun así, este concepto merece un nuevo apartado.

2. Emergencia y superveniencia

Típicamente, las totalidades resultantes de combinaciones de unidades de inferior nivel poseen propiedades de las cuales sus partes o precursores carecen. En ello no hay misterio alguno. Por ejemplo, dos interruptores simulan el conector lógico «y» si están conectados en serie, y si están conectados en paralelo simulan el conector lógico «o». Asimismo, un razonamiento válido (argumento) es un sistema cuya conclusión no está contenida en cada una de sus premisas por separado. En efecto, la conclusión emerge (resulta) a partir de su combinación de una manera válida, como en «Si p, entonces q, p \vdash q», donde \vdash se lee «implica».

Como regla, entonces, las totalidades no son semejantes a sus partes. Solo los fractales, como los copos de nieve y los litorales, son iguales a sí mismos: es decir, la forma de sus partes es igual a la de la totalidad. Pero la forma no es una

propiedad universal ni originaria. Así pues, los electrones y las familias no tienen forma. Y los órganos no son iguales a sus células, del mismo modo que las naciones no son iguales a sus ciudadanos. Moraleja: dejemos pasar la moda fractal.

Típicamente, entonces, las totalidades poseen propiedades de las cuales sus partes carecen. De esas propiedades globales decimos que son *emergentes*. Toda totalidad posee por lo menos una de tales propiedades. Y, hasta donde sabemos, solo hay una propiedad común a todos los existentes concretos, sin importar su complejidad: la energía (Bunge, 2000c). Más aún, la energía es distributiva: la energía de una totalidad está distribuida de manera aditiva entre sus partes.

Las propiedades emergentes no son distributivas, sino globales. Piénsese, por ejemplo, en la validez de un argumento, la consistencia de una teoría, la eficiencia de un algoritmo, el estilo de una obra de arte, la estabilidad (o, por el contrario, la inestabilidad) de un núcleo atómico, la solidez (o la fluidez o plasticidad) de un cuerpo, el patrón de flujo de un río, la sincronía de un conglomerado de neuronas, el esquema corporal de un organismo, la autorregulación de un organismo o una máquina, la cohesión de una familia, la organización o estructura de una empresa, la estabilidad (o la inestabilidad) de un gobierno, el equilibrio (o el desequilibrio) de un mercado, la división del trabajo en una fábrica o una sociedad, o el nivel de desarrollo alcanzado por un país. Estas propiedades globales (sistémicas) tienen su origen en las interrelaciones entre los componentes de los sistemas involucrados.

Otros sistemas, aunque conceptualmente analizables, son materialmente imposibles de descomponer. Por ejemplo, una onda de luz está constituida por dos campos diferentes entrelazados, uno eléctrico y uno magnético, pero no por dos ondas diferentes: no existen ondas puramente eléctricas o puramente magnéticas. Y esos campos entrelazados son descriptos por la electrodinámica, una síntesis cuyos precursores históricos fueron la electrostática, la magnetostática, la óptica y la mecánica.

Deben distinguirse dos tipos de emergentes: absolutos y relativos. Los absolutos son «los primeros»; se refieren a las primeras apariciones de individuos de una clase nueva, como la primera bacteria que emergió sobre la Tierra, unos 3000 millones de años atrás; el comienzo de la agricultura; el primer automóvil o el primer laboratorio de la historia. Esta clase de emergencia es diferente de los casos posteriores pertenecientes a la misma clase, tales como los automóviles recién fabricados, los cuales pueden ser llamados emergentes «relativos». No obstante, excepto cuando tratemos explícitamente con «los primeros», no utilizaremos la distinción absoluto/relativo. (A propósito, esta terminología no es muy oportuna.)

Otra diferencia que vale la pena tener en cuenta es la que distingue entre ensamblado natural (espontáneo) y ensamblado artificial (construido). El primer caso también es denominado *autoensamblado*. Ejemplos: la solidificación de un cuerpo de agua, la formación de un grupo de células que oscilan sincrónicamente y la reunión de una pandilla callejera o un equipo deportivo en torno a una tarea o un líder. En contraposición, el ensamblado de automóviles y la incorporación de

personal son procesos artificiales. Pero, por supuesto, las emergencias natural y artificial pueden combinarse, como en el conocido proceso siguiente:

Semilla —» Plántula —» Renoval —» Árbol —> Tronco -o Pulpa —» Papel —> Libro

Algunos filósofos, como Ernest Nagel (1961) y Carl G. Hempel (1965), han rechazado con razón la interpretación holista de la «emergencia» como categoría ontológica, por ser imprecisa. Han admitido la «emergencia» solo como una categoría epistemológica equivalente a «inexplicable (o impredecible) por medio de las teorías contemporáneas», tal como lo propusiera Broad (1925).

Pero este no es el sentido en el que «emergente» es utilizado por, digamos, los biólogos, cuando afirman que la vida es una propiedad emergente de las células. Ni es el concepto involucrado en la explicación de la estabilidad (o de su complemento, la inestabilidad) en algún aspecto, que ofrece un científico social, como propiedad emergente de ciertos sistemas sociales. Todo lo cual sugiere que vale la pena rescatar de la metafísica holista el concepto de emergencia. También es necesario aclarar la confusión, bastante difundida, entre los dos conceptos de emergencia:

ontológico: emergencia = aparición de novedad cualitativa

y

epistemológico-, emergencia = impredecibilidad a partir de niveles inferiores, confusión en la que también han incurrido eminentes científicos (por ejemplo, Mayr, 1982) y filósofos (por ejemplo, Popper, 1974).

Otros filósofos, como G. E. Moore, Donald Davidson y Jaegwon Kim, han admitido la aparición de novedades cualitativas, pero han preferido el término «superveniencia» a «emergencia». Han dicho, por ejemplo, que las propiedades mentales «supervienen» sobre las propiedades físicas, en el sentido de que las primeras «dependen» de las últimas, sin ser ellas mismas, sin embargo, propiedades de la materia. Lamentablemente, estos filósofos no elucidaron claramente tal dependencia.

Jaegwon Kim (1978) se propuso definir el concepto de superveniencia en términos precisos. Pero, en general, se admite que no tuvo éxito. Sostengo que no logró su objetivo porque a) separó las propiedades de las cosas que las poseen, b) supuso que, como a los predicados, a las propiedades no solo puede aplicárseles la conjunción, sino también la disyunción y la negación, c) confundió propiedades con acontecimientos, atribuyendo de ese modo poderes causales a las primeras, y d) utilizó la ficción de los mundos posibles, en lugar de estudiar casos de emergencia en el mundo real. Esta divertida fantasía se analizará en el capítulo 14. Las otras tres ideas son vulnerables a las siguientes objeciones.

Antes que nada, no hay propiedades en sí mismas, ubicadas en un platónico mundo de las ideas: toda propiedad es poseída por algún individuo o una «tupia de

individuos. Segundo, no existen ni propiedades negativas ni propiedades disyuntivas. Desde luego, podemos decir que una persona no es fumadora, pero ella no posee la propiedad de ser «no fumadora», al igual que no posee la propiedad de ser «no ballena». Del mismo modo, podemos decir que las personas son personas o son pájaros, pero este añadido confunde sin enriquecer. Una verdadera teoría de las propiedades comenzará por distinguirlas de los predicados y, de ese modo, supondrá que el cálculo de predicados no puede reemplazar una teoría ontológica. (Más en Bunge, 1977a.)

Únicamente los cambios en cosas concretas, o sea, los acontecimientos, pueden causar algo. (En otras palabras, la relación de causalidad eficiente solo tiene lugar entre acontecimientos: véase, por ejemplo, Bunge, 1959a.) Por ejemplo, un incremento en la temperatura de una mezcla de gases en el cilindro de un automóvil causará la expansión (o aumento de volumen) de los gases, la cual, a su vez, causará el desplazamiento del pistón, que moverá las ruedas. Se trata de una cadena causal bastante conocida.

Mi propia definición de emergencia es esta (Bunge, 1977a). Decir que *P* es una propiedad *emergente* de los sistemas de clase *K* es la versión abreviada de «*P* es una propiedad global [o colectiva o no distributiva] de un sistema de clase *K*, ninguno de cuyos componentes o precursores posee *P*».

Sin cosas, no hay propiedades. De allí que preguntar correctamente acerca de cómo emergen las propiedades equivalga a preguntar cómo surgen las cosas con propiedades emergentes. A su vez, esta pregunta se reduce al problema de los mecanismos de emergencia, de los cuales trataremos más adelante. (Sobre la superioridad de «emergencia» con respecto a «superveniencia», véase Mahner y Bunge, 1997.)

3. Niveles y evolución

Sea natural o artificial, el proceso de ensamblado puede ocurrir paso a paso en lugar de todo de una vez. Por ejemplo, las partículas elementales se autoensamblan para formar átomos, los cuales se combinan formando monómeros; estos se combinan formando dímeros, los cuales se combinan formando polímeros, y así sucesivamente. De este modo se autogeneraron las moléculas de ADN a partir de sus precursores, lo que no solo ocurrió en un pasado remoto, sino que acontece actualmente en dispositivos que están disponibles en el comercio. Algunos procesos de autoensamblado, tales como los que llevan al surgimiento de estrellas y organismos, se han extendido por millones de años. Esto elimina el argumento del diseño inteligente, según el cual todo sistema altamente complejo, aun si es natural, requiere de un Diseñador. Mientras que el autoensamblado instantáneo por medio de encuentros aleatorios de billones de cosas es, por cierto, extremadamente improbable, el autoensamblado paso a paso a través de fuerzas de varias clases es casi inevitable (si bien a veces es auxiliado y otras obstaculizado por el azar). Véase

la figura 1.1.

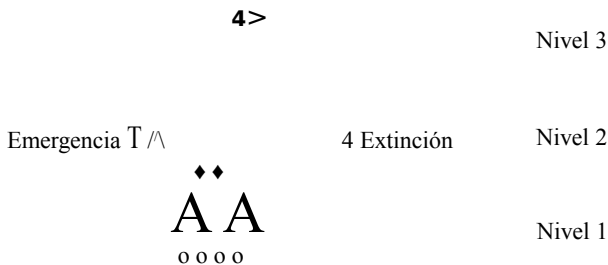


FIGURA 1.1. *Auto ensamblado peldaño por peldaño de un sistema complejo a partir de sus precursores. Cada nuevo nivel está constituido por combinaciones de cosas del nivel inferior. Cada cosa de un nivel superior está caracterizada por propiedades emergentes.*

Un *nivel* no es una cosa, sino una colección de ellas, a saber, la colección de todas las cosas que poseen ciertas propiedades en común, tal como en los casos de la colección de todas las cosas vivientes o la colección de todos los sistemas sociales. El conjunto N de niveles de organización está ordenado por la relación $<$ de precedencia de nivel, la cual puede definirse como sigue (Bunge, 1977a). El nivel N_n *precede* al nivel N si todo elemento de N_n está compuesto por entidades de nivel N_j . Esto sugiere que la definición de *jerarquía de un nivel* será iV junto con $<$, o $N = < N, < >$, en términos abreviados. (Advertencia: este concepto moderno de jerarquía, nacido de la biología evolutiva, debe distinguirse del concepto tradicional, que connota tanto dominación como la cualidad de sagrado.)

Lo que vale para las cosas vale, *mutatis mutandis*, para los procesos y, en particular, para las funciones específicas de los sistemas, tales como la radiación de las antenas y la manufacturación en las fábricas. En algunos casos, debemos distinguir varias fases o marcos temporales de emergencia. Por ejemplo, en la emergencia del lenguaje se deben distinguir las siguientes etapas (MacWhinney, 1999: xi): evolutiva, embriológica, de desarrollo, de interlocución (actividades de hablantes y audiencia) y diacrónica (cambios lingüísticos a través de los siglos).

La novedad puede ser cuantitativa, como en los casos del aumento de longitud o del calentamiento, o cualitativa, como en los casos del congelamiento y la fertilización celular. La emergencia es la clase de novedad más fascinante y la peor comprendida. Con todo, tiene lugar cada vez que aparece una nueva totalidad, como cuando aparecen nuevos compuestos químicos, organismos de nuevas especies o artefactos de una nueva clase. A pesar de ello, Holland deplora con razón que «a pesar de su ubicuidad e importancia, la emergencia es un tema enigmá-

tico y recóndito, sobre el cual se analiza menos de lo que se pregunta» (1998: 3). Solo un puñado de filósofos contemporáneos (por ejemplo, Bunge, 1959b; 1977a; 1979a; Blitz, 1992; Weissman, 2000) han prestado atención a la emergencia. Mucho más se escribe sobre la pluralidad de mundos, la gramática universal y la Paradoja del Mentiroso.

No obstante, en el curso del último siglo y medio, el hecho de la emergencia y la importancia del concepto correspondiente han sido reconocidos por muchos pensadores. He aquí una muestra. El economista y filósofo John Stuart Mill (1843) señaló que un compuesto químico posee propiedades diferentes de las de sus componentes. El matemático y filósofo Bernhard Bolzano (1851) hizo notar que una máquina posee propiedades de las que carecen sus partes por separado. El polígrafo George Henry Lewes (1874) introdujo la distinción resultante/emergente. El científico social y activista Friedrich Engels (1878) se interesó mucho por los saltos cualitativos, que de manera poco feliz llamó «la transformación de la cantidad en la cualidad» (queriendo decir emergencia como resultado de cambios cuantitativos). En 1912, el psicólogo Max Wertheimer introdujo el concepto de Gestalt de la percepción. En 1923, el psicólogo y filósofo Conwy Lloyd Morgan publicó un libro sobre la evolución emergente. El filósofo Roy Wood Sellars (1922) bosquejó una ontología materialista basándose en los conceptos de evolución, emergencia y nivel. El matemático e ingeniero Norbert Wiener (1948) explicó la autocorrección, un proceso correspondiente a un sistema en su totalidad, en términos de bucles de retroalimentación. Los conceptos de emergencia y nivel reemergieron explícitamente en un artículo del biólogo Alex Novikoff, en 1945. El filósofo Nicolai Hartmann (1949) bosquejó una nueva ontología basada en los conceptos de novedad cualitativa y estrato. El sociólogo James S. Coleman (1964) postuló que el problema central de la sociología es descubrir «regularidades emergentes en el nivel de grupo» a partir de regularidades de los individuos. En la misma época, el psicólogo y sociólogo Jean Piaget (1965) propuso una clara definición del concepto de emergencia. (Sobre algunos de estos y otros casos, véanse Boring, 1950; Sellars et al., 1949 y Blitz, 1992.)

El concepto de emergencia combina dos ideas: la de novedad cualitativa y la de su aparición en el transcurso de un proceso como el congelamiento o la evaporación, la ontogenia o la filogenia, la invención tecnológica o la innovación social. Ambos conceptos pueden ser elucidados como sigue.

Definición 1.2 Se dice que una propiedad de un objeto complejo es *emergente* si ni los constituyentes ni los precursores del objeto en cuestión poseen esa propiedad.

(Si se prefiere, P es una propiedad *emergente* = $\text{df } \exists x \forall y (Px \ \& \ y < x \Rightarrow \neg i \ Py)$, donde «<» simboliza la relación de parte a todo definida anteriormente. Esta definición es válida para cosas de cualquier clase: materiales, conceptuales o semióticas.)

No hay emergencia en sí misma o separada de las cosas que emergen: sea lo que fuere lo que emerge, su surgimiento tiene lugar en un objeto (complejo). (Esto

no es obvio, dado que en una ontología platónica las «formas», o sea las propiedades, existen por sí mismas, con anterioridad a las cosas.) Y no hay emergencia *ex nihilo*: todo emerge a partir de algo, como las interacciones o bien entre los componentes de un sistema o bien entre algunos de ellos y elementos del entorno. De este modo, la refracción emerge en un medio a partir de la interacción de este con la luz; y el lenguaje emerge en las cabezas de los niños que interactúan con otros seres humanos.

Una cosa puede poseer una propiedad emergente desde su origen o puede adquirirla al ser incorporada a un sistema, como en los casos de una empresa que contrata a un trabajador (quien pasa a ser un empleado que responde a sus superiores) o una novia que es incorporada a la familia de su esposo (y se transforma en nuera bajo las órdenes de su suegra). En el primer caso, la emergencia puede denominarse *intrínseca* (o global) y en el segundo, *relacionai* (o contextual).

Suele llamarse *emergente* a una cosa nueva que posee una propiedad emergente. Y el proceso a través del cual una cosa pierde una o más propiedades puede llamarse *extinción*. Por ejemplo, una célula recién formada es un emergente, en tanto que la muerte de una célula ilustra un caso de extinción. Otros ejemplos familiares son la formación y la desintegración de un conglomerado neuronal que tienen lugar cuando aprendemos u olvidamos algo, así como la organización y descomposición de un sistema social, tal como una empresa.

Las cosas no son los únicos emergentes posibles: también los procesos pueden emerger y extinguirse. Por ejemplo, si varios osciladores interactúan, pueden capturarse unos a otros, de modo tal que la población de osciladores adquiere un ritmo propio: toda la población comienza a comportarse como una unidad. Hay numerosos ejemplos físicos, químicos, biológicos y sociales de estos casos de emergencia de coherencia, tales como el «canto» sincrónico de las cigarras y el aplaudir rítmico de una multitud (véase Winfree, 1980). Lo que ocurre en el caso de la coherencia ocurre también con su opuesto, la incoherencia. Por ejemplo, un sistema mecánico-cuántico, inicialmente en una superposición de estados, pierde rápidamente su coherencia cuando interactúa con su entorno.

Todos los procesos de desarrollo y evolución son continuos en algunos aspectos, a causa de la conservación de ciertos constituyentes o

T Tiempo	t'	Emergentes	Y	$P \dot{\cap} O$
		Conservados	K	$P(t) \cap P(t')$
	t	Extintos	X	$P(t)$

Figura 1.2. Toda

historia de largo plazo de una cosa concreta, tales como un organismo en desarrollo o una sociedad que evoluciona, involucra tanto la emergencia de ciertas propiedades como la extinción de otras.

ciertas características. Al mismo tiempo, esos procesos son discontinuos en otros aspectos, en virtud del nacimiento y la desaparición de novedades cualitativas. De allí que tanto el gradualismo como el saltacionismo respecto del desarrollo y la evolución molecular, biológica, social o intelectual sean limitados.

La historia de largo plazo de una cosa, entonces, puede caracterizarse por las propiedades que adquiere y las propiedades que pierde. Sean $P(t)$ y $P(t')$, que designan los conjuntos de todas las propiedades de una cosa dada en tiempos t y t' respectivamente, donde $t' > t$. Entonces, la adquisición Y y la pérdida X de propiedades en el período $t' - t$ pueden definirse como $Y(t, t') = P(t') \setminus P(t)$ y $X(t, t') = P(t) \setminus P(t')$ respectivamente, donde « \setminus » simboliza la diferencia conjuntista ($A \setminus B =_{df} A \cap B^c$). De manera obvia las propiedades emergentes durante ese período son las que se hallan en el conjunto correspondiente a las adquisiciones, en tanto que el conjunto de las pérdidas incluye las propiedades extinguidas. La intersección de ambos conjuntos equivale a la totalidad $K(t, t') = P(t) \cap P(t')$ de las propiedades conservadas. Una de ellas, de hecho la más importantes de todas, es la energía o capacidad para cambiar. Véase la figura 1.2.

Las definiciones precedentes permiten postular las siguientes hipótesis ontológicas generales.

Postulado 1.1 Todos los procesos de desarrollo y evolución están acompañados por la emergencia de algunas propiedades y la extinción de otras.

Postulado 1.2 Solo una propiedad es común a todas las cosas concretas y jamás se extingue: la capacidad de cambiar.

Los supuestos anteriores implican informalmente el

Teorema 1.1 Todas las historias de largo plazo son graduales en algunos aspectos (propiedades) y discontinuas en otros.

Una consecuencia inmediata de este teorema es que, contrariamente a la creencia popular, aun en las metamorfosis más drásticas algo se conserva:

Corolario 1.1 No hay comienzos absolutos ni revoluciones totales.

Estos postulados y teoremas sugieren que la ontología no es necesariamente invulnerable a la puesta a prueba empírica. Asimismo, sugieren que la ciencia puede beneficiarse de una filosofía orientada científicamente. Por ejemplo, el soslayar la estructura de niveles de la realidad probablemente lleve al error o a un callejón sin salida.

La historia de la genética del comportamiento es un caso pertinente. Los investigadores de esta disciplina han procurado, infructuosamente, establecer relaciones directas entre los genes individuales y aspectos del comportamiento tales como la inteligencia, el alcoholismo, la esquizofrenia o aun la religiosidad. Pero no se han encontrado tales relaciones de un gen-un carácter. Ni es probable que se las encuentre; y no solo porque los genes se presentan en grupos o redes antes que de modo separado, sino también, y quizá principalmente, porque el cerebro debe ser interpuesto entre las moléculas y la conducta, dado que esta última es un producto del cerebro. En otras palabras, para descubrir cómo es afectada la conducta por los cambios génicos, debe investigarse cómo modifican estos los procesos cerebrales. La moraleja metodológica es la siguiente: no saltar niveles.

4. Estructura y mecanismo

Las personas pueden reunirse para formar multitudes, como los grupos de manifestantes, u organizaciones (sistemas), como los partidos políticos. Mientras que las multitudes no poseen estructura, las organizaciones poseen estructuras definidas, así como otras propiedades sistêmicas o emergentes. Las multitudes pueden reunirse en torno a sucesos externos, tales como grandes hogueras o partidos de fútbol: puede ocurrir que no estén sostenidas por lazos estrechos entre sus componentes, por lo que pueden dispersarse tan pronto como el acontecimiento que los atrae llegue a su fin. En cambio, los constituyentes de un sistema, desde una molécula hasta una empresa comercial, se mantienen unidos por medio de vínculos. Es por ello que perduran, no importa cuánto.

Más aún, la misma colección de cosas puede organizarse de diferentes modos. Por ejemplo, los átomos de carbono pueden unirse formando moléculas de C_{60} , cristales de diamante o fibras de grafito. Una molécula de C_{60} es un objeto mesoscópico hueco, con una forma parecida a la de una cúpula geodésica; los diamantes son translúcidos, duros y no arden fácilmente, mientras que el grafito es negro, blando y muy combustible. Lo que explica las diferencias entre estas tres formas de carbono es su respectiva estructura u organización. De modo similar, el mismo grupo de personas puede estar organizado en un grupo de estudio, un equipo deportivo, una congregación religiosa, una asociación política, una empresa comercial o lo que fuere. Una vez más, la diferencia está en la estructura.

Puesto que en la literatura a la palabra «estructura» se le han atribuido diferentes significados, deberíamos convenir una definición. He aquí la nuestra:

Definición 1.3 La *estructura* (u *organización* o *arquitectura*) de un objeto es la colección de relaciones entre sus componentes. En símbolos: $5(s)$.

Ahora bien, dos o más elementos pueden estar relacionados de dos maneras: vinculante o no vinculante. En tanto que el primer caso transforma' los miembros de la relación, el segundo no lo hace. Las relaciones espacial y temporal, tales como «a la izquierda de» y «posterior a», no son vinculantes. (No obstante, tales relaciones, en particular aquellas de contigüidad espacial y temporal, pueden hacer posibles las relaciones vinculantes.) En contraposición, las relaciones electromagnéticas, químicas, biológicas, ecológicas y sociales son vinculantes: transforman los miembros de la relación. Sin embargo, esto no significa que todos los vínculos sean causales: de hecho, solo algunos lo son. Por ejemplo, los vínculos químicos y los vínculos de lealtad no son causales.

Los vínculos son la clave de la autoorganización. En particular, los vínculos químicos de diverso tipo producen la síntesis de moléculas y supramoléculas. De manera nada sorprendente, los vínculos más intensos, como las fuerzas nucleares, dan lugar a la emergencia de los sistemas pequeños, en tanto que los vínculos más débiles mantienen unidos a los componentes de los sistemas de gran tamaño. De allí, paradójicamente, la gran difusión de los vínculos débiles, desde las supramoléculas y las células, hasta las redes sociales y las naciones.

En los sistemas materiales, la formación y eliminación de las relaciones vinculantes involucra cambios energéticos. Obviamente, esto no es válido para los sistemas conceptuales, como las clasificaciones y las teorías, o para los sistemas semióticos, como los diagramas y los textos: en ellos nada ocurre, de modo tal que el concepto de energía vinculante no les es aplicable. Los vínculos que mantienen unidos estos sistemas son lógicos o semánticos. En ambos casos, la estructura de un objeto complejo es igual al conjunto V de su \sqrt{v} vínculos más el conjunto V de relaciones no vinculantes: $S(s) = V \cup V$. La primera parte puede llamarse *estructura vinculante* o $5_v(s)$ y la segunda *estructura no vinculante*.

Estos conceptos sugieren que es posible definir un sistema como un objeto con una estructura vinculante no vacía:

Definición 1.4 Un *sistema* es un objeto con una estructura vinculante. (Formalmente: s es un sistema $=_d S_v(s) \neq \emptyset$.)

Con todo, esta definición solo ayudará a reconocer un sistema una vez que su estructura haya sido descubierta. Antes de que dicha tarea se haya realizado, podemos utilizar este criterio: los nuevos sistemas están caracterizados por nuevas propiedades. En otras palabras, la emergencia es un indicador de la presencia de un sistema, cuyo conocimiento exige descubrir su estructura.

Introduzcamos, por último, la noción de mecanismo o *modus operandi*, el proceso o los procesos que hacen funcionar un sistema. Este aspecto de los sistemas concretos (materiales) los diferencia no solo de los objetos simples, sino también de los sistemas conceptuales, como las teorías, y de los sistemas semióticos, como los diagramas, en los cuales nada ocurre jamás. Proponemos la siguiente definición:

Definición 1.5 Un *mecanismo* es un conjunto de procesos de un sistema, que

producen o impiden algún cambio -la emergencia de una propiedad u otro proceso- en el sistema como totalidad.

Ejemplos: 1) El mecanismo que caracteriza tin reloj de cuerda automática es la cadena causal que sigue: movimiento de la muñeca —> compresión del resorte y correspondiente acumulación de energía elástica —» movimiento de las manecillas del reloj (transformación de la energía elástica en energía cinética). 2) El mecanismo de la emisión de luz es la desintegración aleatoria de átomos o moléculas de niveles de energía más elevados. 3) Los catalizadores actúan formando compuestos intermedios de corta vida con uno o más de los reactivos de una reacción química. 4) Hay dos mecanismos de crecimiento biológicos: crecimiento celular y división celular. 5) Los principales mecanismos de evolución biológica son la mutación, la recombinación y la selección natural. 6) Los sistemas sociales funcionan a través de mecanismos diversos, entre ellos el trabajo, el comercio, la cooperación, la competencia y la dependencia unilateral (en particular, el parasitismo). 7) La innovación tecnológica es impulsada por la investigación y promovida por el mercado.

Claramente, las cosas simples como los quarks y los electrones no poseen mecanismos. Tampoco poseen mecanismos los sistemas conceptuales como las clasificaciones, ni los sistemas semióticos como los lenguajes considerados en sí mismos. Solo los sistemas concretos, tales como los núcleos atómicos, las células y los gobiernos, poseen mecanismos.

5. Emergencia y explicación

El concepto de emergencia que he presentado es ontológico, no epistemológico. Por lo tanto, y contrariamente a una difundida opinión, nada tiene que ver con la posibilidad o imposibilidad de explicar la novedad cualitativa. De allí que sea un error definir una propiedad emergente como un rasgo de una totalidad que no puede ser explicado en términos de las propiedades de sus partes. La emergencia es a menudo sorprendente, pero nunca misteriosa: una vez que se la ha explicado, la emergencia sigue siendo emergencia (Bunge, 1959b: 110). Por ejemplo, la química cuántica explica la síntesis de una molécula de hidrógeno, o H_2 , a partir de dos átomos de hidrógeno. Con todo, H_2 es, obviamente, un emergente relativo a H ; por ejemplo, H_2 posee una energía de disociación y un espectro de banda (no de línea).

Los procesos de emergencia son mucho más difíciles de explicar que los de agregación y dispersión. Por ejemplo, no hay ninguna teoría aceptada acerca del modo (o los modos) en que emergieron los organismos a partir de materiales abióticos, alrededor de 3000 millones de años atrás, caso que constituye seguramente, uno de los más espectaculares procesos de emergencia. Y lo mismo ocurre con la emergencia de la mente, tanto durante la evolución como durante el desarrollo. En contraposición, tenemos algún conocimiento acerca de la emergencia, hace unos 10.000 años, de la domesticación de animales y plantas: fue una necesidad del crecimiento poblacional, al cual, a su vez, favoreció.

De modo semejante, sabemos algo acerca de otra revolución, que tuvo lugar

unos 5000 después, a saber, la emergencia de la civilización y de las instituciones que, como los servicios públicos, los sistemas legales, los impuestos y los ejércitos, la acompañan. Al parecer, todos estos sistemas se establecieron para administrar el riego, la agricultura, el establecimiento urbano, el comercio, la defensa y la educación. En otras palabras, cada uno de los subsistemas de una sociedad civilizada está caracterizado por una función o mecanismo específico.

Algunos de los problemas más interesantes y más difíciles, en cualquier ciencia, consisten en descubrir los mecanismos de emergencia y de extinción. Esta tarea radica en formular y, si es posible, hallar efectivamente los procesos que culminaron en el ensamblado (o la desintegración) de un sistema caracterizado por una o más propiedades emergentes. Piénsese en los siguientes problemas. ¿Cuáles son los mecanismos «responsables» del autoensamblado de los nucleótidos en el surgimiento de los genes? ¿Cuál es el mecanismo de la síntesis de proteínas? (No se debería responder que se trata de plantillas y de transferencia de información, porque estas no son más que herramientas didácticas. Una explicación precisa requiere una teoría precisa, o sea, matemática.) ¿Cuáles son los mecanismos que causan el ensamblado de neuronas para formar sistemas capaces de percibir una figura o pronunciar una palabra? ¿Cómo y por qué se unen las personas para impulsar o impedir una reforma social? ¿Qué ha causado la reciente declinación de la familia nuclear, así como de la familia extendida, en tantos países avanzados?

Hegel y sus seguidores sostuvieron que existe un mecanismo de emergencia universal, a saber, la secuencia tesis-antítesis-síntesis. Sin embargo, los metafísicos dialécticos no revelaron el secreto de esta alquimia: solo ofrecieron un par de pretendidos ejemplos, tales como nada-ser-devenir y bellota-roble-nueva bellota. Aun suponiendo que estos fuesen casos genuinos de la pretendida ley, los siguientes contraejemplos destruyen su pretensión de generalidad: sesenta átomos de carbono se combinan para formar una molécula de fullereno; un número enorme de moléculas de agua se condensa para formar una gota de agua; cien ciudadanos con ideas compartidas se unen para formar un partido político. ¿Dónde están los «anti» en estos procesos de fusión?

Una definición adecuada y general de las condiciones para la emergencia es difícil -si no imposible- de encontrar, a causa de la gran variedad de mecanismos de emergencia. ¿Qué mecanismos podrían ser comunes al congelamiento y la magnetización, la fusión nuclear y la agregación celular, la combinación química y la alianza política, la formación de un rebaño y la fusión de empresas? Las gotas de agua emergen a partir de moléculas de agua como resultado de enlaces de hidrógeno; los imanes emergen a partir de la alineación de los átomos cuyos espines estaban inicialmente distribuidos de manera aleatoria; los grupos sociales están constituidos por personas con intereses similares o bajo presiones externas; las fusiones de empresas surgen del deseo de aplastar la competencia, y así sucesivamente.

Por lo tanto, necesitamos teorías diferentes para explicar una gran diversidad de mecanismos de emergencia. Es por ello que las explicaciones científicas son

específicas: porque los mecanismos son específicos. En otras palabras, no existen explicaciones que lo abarquen todo, porque no hay un único mecanismo de emergencia. Este único hecho debería bastar para hacernos sospechar de las pretensiones de universalidad de las explicaciones dialéctica, psicoanalítica, por selección natural y por elección racional.

Cuando se ha planteado y encontrado el mecanismo de un sistema, puede afirmarse que se ha explicado su comportamiento. De otro modo, solamente se tiene o bien una descripción o bien una inclusión en una generalización. Por ejemplo, decir que una máquina expendedora entregó una golosina porque se le insertó una moneda, solo describe superficialmente (funcionalmente) cómo funciona la máquina. En general, los modelos de tipo input-output⁵ (o de caja negra) y sus explicaciones funcionales son puramente descriptivos y, por lo tanto, superficiales (descriptivos, antes que explicativos). De modo semejante, decir que fulano de tal murió de viejo rio explica por qué no murió un año antes o un año después. Una explicación genuina de la vida y de su cesación, así como una explicación de la correlación entre la moneda y la golosina, exige plantear mecanismos, es decir, construir cajas translúcidas. (Sobre cajas negras y translúcidas véase Bunge, 1964; 1967a; 1999; sobre las limitaciones de las explicaciones funcionales, véase Mahner y Bunge, 2001.)

Lo expuesto anteriormente motiva la propuesta de la siguiente convención:

Definición 1.6 Explicar X es proponer el mecanismo o los mecanismos que dan lugar al surgimiento de X (o que mantienen o destruyen a X).

Advertencia: los mecanismos pueden ser modelados por medio de cajas translúcidas, pero no deben ser confundidos con ellas, como a veces ocurre (por ejemplo, en Hedström y Swedberg, 1998). Existen dos razones principales para evitar tal confusión. Una de ellas es que había mecanismos mucho antes que cualquiera de ellos fuera modelado. La otra razón es que un mismo mecanismo real puede ser modelado de diversas maneras, no todas ellas igualmente verdaderas o profundas. Por ejemplo, a los estudiantes de economía se les enseña que todos los mercados están siempre en equilibrio o cerca del equilibrio, una propiedad global. El mecanismo de compensación subyacente sería la retroalimentación negativa. O sea, un mercado es modelado como una caja negra, con la oferta como input y la demanda como output. Todo cambio en la demanda influirá en la oferta por medio de la retroalimentación: incrementos (o disminución) de la demanda causarían incrementos (o disminución) en la oferta, de tal modo que el resultado final sería la condición ideal en la cual la oferta iguala la demanda. Esta es la explicación mecanísmica estándar del equilibrio del mercado. Por cierto, no explica los demasiado frecuentes desequilibrios del mercado. Pero esto únicamente prueba que los mecanismos reales deben distinguirse de sus modelos.

⁵ Expresiones inglesas que designan respectivamente «entrada», «ingreso» o «estímulo» (input) y «salida», «egreso» o «respuesta» (output), según el caso. Véase el capítulo 2, apartado 5. [N. de! T.]

Otro ejemplo es el que sigue. Nuestros líderes políticos y económicos nos han asegurado que la globalización o liberalización del comercio mundial, es la respuesta automática a la pobreza de los individuos y el atraso de las naciones. Sin embargo, no se han dignado explicarnos por qué. Vale decir, no han descrito el mecanismo que traduciría el libre comercio en prosperidad e igualdad universales. Peor todavía, las estadísticas socioeconómicas refutan esa afirmación. En efecto, bajo la globalización la desigualdad aumentó significativamente en casi todas partes, en las últimas dos décadas del siglo XX (Galbraith y Berner, 2001; Streeten, 2001). Una de las causas de este aumento consiste en que los trabajos que requieren habilidades especiales están desapareciendo en los países de alto ingreso, en tanto que se multiplican en los restantes; otra es que los servicios sociales se han reducido en todas partes; una tercera causa es que las naciones más poderosas subsidian algunas industrias a la vez que exportan otras. En general, no es posible la libertad de ninguna clase entre desiguales, ya que si algunos agentes son más poderosos que otros, aquellos tenderán a utilizar ese poder en su propio beneficio. La única manera en que el libre comercio puede funcionar en beneficio de todas las partes involucradas es que un árbitro imparcial controle que los más ricos ayuden a los más pobres a lograr un nivel de riqueza comparable, del modo en que la Unión Europea lo ha venido haciendo exitosamente por décadas.

Los biólogos contemporáneos tienden a intentar explicar todo en términos de genes y selección natural, pero rara vez tienen éxito en esta ambiciosa empresa, porque un gran número de mecanismos no son genéticos, ni selectivos. Por ejemplo, el crecimiento de los huesos, al igual que el de los dientes, está regulado por determinados genes, y la selección natural da como resultado que la mayoría de nosotros tengamos dientes que no son como los de los gatos, ni como los de los tigres dientes de sable. La explicación del crecimiento de los dientes debe ser buscada en otra parte, en la emergencia gradual de capas de esmalte, dentina, nervios y otros componentes. Los genes y las proteínas que ellos ayudan a sintetizar hacen posibles algunas cosas y la selección natural hace otras imposibles, pero ninguno de ellos crea nada. Los mecanismos de emergencia en detalle, sean físicos, químicos o biológicos, son específicos. Y en tanto no conocemos o, por lo menos, conjeturamos tales mecanismos, no podemos pretender que comprendemos algo acerca de los procesos correspondientes.

Si bien nuestra elucidación de la explicación probablemente le suene familiar a cualquier científico, discrepa de la noción filosófica estándar según la cual una explicación es una inclusión dentro de una generalización (Mili, 1952 [1843]; Braithwaite, 1953; Popper, 1959 [1935]; Hempel, 1965). De acuerdo con ella —el llamado modelo de explicación de cobertura legal—, un hecho es explicado si su descripción puede deducirse a partir de un enunciado legal, junto con las circunstancias pertinentes, tales como las condiciones iniciales o de contorno. (En forma abreviada: Ley y Circunstancia => *Explican* *duna*). Claramente, este enfoque satisface los aspectos lógicos de la explicación, pero soslaya el núcleo ontológico: el mecanismo. No obstante, algunos filósofos se han percatado de que

en la ciencia solo la descripción de un mecanismo cuenta como explicación (Bunge, 1959a, 1964, 1967a, 1996, 1997c, 1999; Athearn, 1994; Machamer, Darden y Craver, 2000).

Comentarios finales

La primera máxima metodológica que hemos aprendido es: ¡analiza! La segunda es: ¡sintetiza! Esto es así porque para comprender cómo funciona un objeto complejo, primero debemos descomponerlo y, luego, conectar sus partes y colocar la totalidad en un contexto más amplio. Además, el mundo está compuesto por sistemas interconectados. Si el mundo fuese únicamente una aglomeración de elementos, bastaría el análisis; y si fuese un bloque sólido, solo la intuición preanalítica de la totalidad podría ser de ayuda. La metodología fructífera sigue, inspira y controla la ontología. Todo esto apunta en dirección de los sistemas, de su emergencia y extinción, temas del próximo capítulo.

2

Emergencia y extinción de sistemas

¿Cómo emergen y cómo se desintegran los nuevos sistemas? ¿Puede haber emergencia de la nada? ¿Cuántos tipos básicos de sistemas hay? ¿Cómo pueden modelarse los sistemas? Estos son algunos de los problemas que abordaremos en este capítulo. Lamentablemente, muy pocos filósofos contemporáneos se interesan por ellos. Peor todavía, el concepto mismo de sistema está ausente de la ontología o metafísica «oficial» (véase, por ejemplo, Lowe, 2002). Aun así, todos los científicos y tecnólogos tratan con sistemas y, cada tanto, se enfrentan con estas preguntas, aunque rara vez de manera general. Por ejemplo, los astrónomos siguen buscando sistemas planetarios extrasolares; los biólogos están intrigados por el problema del origen de los sistemas vivientes; los fisiólogos investigan las interacciones entre los sistemas nervioso, endocrino, inmune y muscular; los historiadores investigan la emergencia y la declinación de sistemas sociales como el capitalismo de bienestar o el socialismo estatista; y los ingenieros diseñan nuevos sistemas artificiales, tales como nanomotores y prótesis electroneurales.

Es de suponer que todos estos especialistas podrían beneficiarse de algunas ideas filosóficas acerca de la emergencia y la extinción de sistemas de cualquier clase, puesto que de una idea general se espera que acometa el núcleo de la cuestión y, de tal modo, sugiera una estrategia potente para su estudio o su control. Imagínese dónde estaría hoy la ciencia si Newton, en lugar de idear la primera teoría científica general de la historia, se hubiese dedicado a la laboriosa pero insensata obser-

vacación de la caída, rotación, oscilación y colisión de cuerpos de diferentes clases: hueso, acero, madera, goma, etc. La ciencia madura solo emerge cuando la historia natural se ha agotado o se ha empantanado en una miríada de detalles incomprensidos. Y la buena filosofía contribuye a formular preguntas profundas y a construir teorías científicas profundas, o sea teorías capaces de guiar la búsqueda de patrones subyacentes en los particulares aparentemente aislados y de explicar hechos en términos de mecanismos.

1. Emergencia de sistemas

Como vimos en el capítulo 1, hay dos modos en que una totalidad puede llegar a existir: por asociación o por combinación. La acrecencia de partículas de polvo y la coalescencia de gotas ilustran la asociación, al igual que la formación de basurales, charcos de agua, dunas, nubes, multitudes y columnas de refugiados huyendo de una catástrofe. Lo que caracteriza todas estas totalidades es la ausencia de una estructura específica, constituida por vínculos fuertes: tales totalidades no son ni cohesivas ni, en consecuencia, duraderas.

Sin embargo, cuando un proceso de acrecencia continúa más allá de cierto umbral, puede dar lugar al surgimiento de cosas cualitativamente nuevas, como en la secuencia: Polvo \rightarrow Guijarros \rightarrow Rocas \rightarrow Planes \rightarrow Planetas. Un ejemplo más familiar es: Algodón \rightarrow Hilo \rightarrow Tejido \rightarrow Vestido. Estos son casos de lo que los filósofos dialécticos llaman «la ley de la transformación de la cantidad en la cualidad», la cual, tomada literalmente, es un oxímoron.

De manera nada sorprendente, cualquier explicación de la emergencia de novedades cualitativas requiere de nuevas ideas. Considérese, por ejemplo, la emergencia de rayos láser a partir de fotones, de cristales a partir de átomos o, en general, de los que pueden llamarse cosas a partir de cuantones. Esa emergencia, aun comprendida solo parcialmente, necesitó del reemplazo de la física clásica por la física cuántica, que está caracterizada por los conceptos de subdivisión de la energía en cuantos, superposición de estados específicos, espín, anticonmutación y polarización del vacío. De similar modo, la explicación de la especiación y de la extinción de especies requirió de la emergencia de la biología evolutiva con sus conceptos peculiares, como los de selección natural y exaptación.

Regresemos, sin embargo, a los procesos de coalescencia. Cuando dos o más cosas se unen al interactuar intensamente de un modo específico, constituyen un sistema. Este es un objeto complejo que posee una estructura definida. Los núcleos atómicos, los átomos, las moléculas, los cristales, los orgánulos, las células, los órganos, los organismos multicelulares, las biopoblaciones, los ecosistemas, las familias humanas, las empresas comerciales y otras organizaciones son sistemas. De todos ellos puede decirse que emergen por combinación o autoorganización, antes que por agregación; incluso cuando algunos de ellos pueden crecer por acrecencia o descomponerse por atrición, una vez que se han originado.

Lo que vale para las cosas vale también, *mutatis mutandis*, para los acontecimientos (cambios de estado) y los procesos (secuencias de estados). Por ejemplo, los movimientos moleculares aleatorios se agregan para formar regularidades macrofísicas; de modo similar, algunas de las acciones de personas mutuamente independientes dan lugar al surgimiento de regularidades sociales de tipo estadístico, por ejemplo, los números promedio de matrimonios, de accidentes y de suicidios. En particular, lo que es un accidente en un nivel dado, en otro superior puede traducirse como un patrón:

Macronivel Regularidades globales (por ejemplo, promedios y varianzas constantes)

↑

Micronivel Irregularidades individuales (por ejemplo, encuentros aleatorios y errores).

La autoorganización, en particular la morfogénesis biológica, es un proceso prodigioso -aunque ubicuo— y todavía poco comprendido. No es de extrañar que haya sido objeto de mucha especulación pseudocientífica, salpicada de expresiones resonantes pero vacías como «fuerza constructiva», «entelequia», «impulso vital», «campo morfo- genético» y otras parecidas. Tales factores han sido invocados por los vitalistas, quienes han considerado que se trata de entes inmateriales y, en consecuencia, que están más allá de las posibilidades de la física y la química. Estos factores no son descriptos en detalle, ni manipulados en el laboratorio. Por lo tanto, hablar de ellos no es más que hacer ademanes vacíos, cuando no, directamente, agitar la varita mágica.

En contraposición, el enfoque científico de la autoorganización, si bien es imaginativo, tiene los pies bien puestos sobre la tierra. Echemos un vistazo a un ejemplo reciente: el trabajo de Adams et al. (1998). Se suspendieron aleatoriamente coloides consistentes en pequeños bastoncillos y esferas sellados en capilares de vidrio, los cuales más tarde fueron observados con el microscopio. Los bastoncillos eran virus y las esferas, bolitas de plástico; los primeros estaban cargados negativamente y las segundas positivamente. Luego de algún tiempo, la mezcla se separó espontáneamente en dos o más fases homogéneas. Dependiendo de las condiciones experimentales, una fase podía consistir en estratos de bastoncillos alternando con estratos de esferas o estas últimas podían ordenarse en columnas.

Paradójicamente, estos procesos de separación de varios tipos son explicados en términos de repulsión entre las partículas cargadas, la cual, intuitivamente, debería impedir el apiñamiento de partículas con la misma carga. Y la también paradójica disminución de la entropía (incremento del orden) se explica señalando que el apiñamiento de algunos de los coloides es acompañado por un aumento en la entropía de traslación del medio. En todo caso, el proceso íntegro se explica en términos estrictamente físicos. Al mismo tiempo, los autores advierten que sus resultados son inconsistentes con la teoría pertinente, aunque no, claro, con las

teorías generales de la física. Este rasgo de ser incompleta es típico de la ciencia fáctica en proceso, en contraposición con la pseudociencia, en la cual todo está resuelto de antemano. (Sin embargo, véase Ball, 2001, por un abultado catálogo de sorprendentes procesos de autoorganización, tanto biológicos como físicos, bastante bien comprendidos en términos de leyes físicas y químicas estándar.)

A diferencia de los meros agregados, los sistemas son más o menos cohesivos. Con todo, pueden descomponerse, ya sea como resultado de relaciones conflictivas entre sus componentes o como resultado de fuerzas externas. Vale decir, un sistema puede acabar siendo un agregado. Y viceversa. Por ejemplo, una estrella comienza como una nube de polvo y gas; se transforma en una estrella cuando este agregado se condensa y, al hacerlo, su densidad y temperatura aumentan hasta el punto en que se inicia la fusión termonuclear.

Con toda seguridad, el concepto de sistema aparecerá en el enunciado mismo de todo problema científico que trate de totalidades de alguna clase. Piénsese en el problema de resolver un sistema de ecuaciones de algún tipo. Tal solución exige abordar el sistema como un todo, no ecuación por ecuación, puesto que toda variable en una ecuación está relacionada con variables de otras ecuaciones del mismo sistema. O piénsese en la resolución de cualquier problema de mecánica no trivial, tal como un problema de múltiples cuerpos. Uno no estudia el movimiento de cada uno de los cuerpos en interacción y luego, de alguna manera, reúne todas las soluciones individuales. Antes bien, se intenta resolver el sistema de $3n$ ecuaciones de movimiento que describe el movimiento de cada uno de los n cuerpos en relación con los otros. Algo semejante ocurre con las ecuaciones que describen los campos generados por dos o más cargas o corrientes eléctricas. Contrariamente a la prescripción de la metodología individualista, se comienza con el sistema, aunque no como una unidad sellada, sino como una cosa compleja compuesta por diferentes constituyentes en interacción.

Al explicar la emergencia y desintegración de agregados, nos fijamos en su composición y su entorno, en particular en los estímulos externos que favorecen el proceso de agregación (o de dispersión). En este caso, la estructura poco importa: una parva no deja de ser una parva porque sus componentes intercambien lugares. Por lo tanto, básicamente, explicamos los agregados (y su dispersión) en términos de su composición y entorno. En contraposición, la estructura, en particular la interna, es esencial para los sistemas. En efecto, para explicar la emergencia de un sistema debemos descubrir el correspondiente proceso de combinación o ensamblado y, particularmente, los vínculos o enlaces resultantes de la formación de la totalidad. Lo mismo vale, *mutatis mutandis*, para cualquier explicación de la descomposición de un sistema.

En otras palabras, explicamos la emergencia, el comportamiento y la desintegración de los sistemas, no solo en términos de su composición y entorno, sino también en términos de su estructura total (interna y externa). Y esto no es suficiente: es necesario conocer algo acerca del mecanismo o *modus operandi* del sistema, vale decir, del proceso que lo hace comportarse —o dejar de comportarse—

del modo en que lo hace.

Una manera de descubrir el mecanismo que hace funcionar un sistema es buscar las funciones específicas del sistema, o sea los procesos que le son peculiares (Bunge, 2003b). En efecto, definimos un mecanismo como un proceso necesario para la emergencia de una propiedad o de otro proceso, la función específica. Véase tabla 2.1.

En algunos casos, una función específica dada puede ser desempeñada por sistemas con diferentes mecanismos. En tales casos, puede decirse que los sistemas en cuestión son *funcionalmente equivalentes*. Por ejemplo, el transporte de algo puede realizarse por automóvil, barco o avión; algunos cálculos pueden ser efectuados por cerebros u ordenadores, y el resarcimiento de agravios puede tener lugar por medio del convenio colectivo, el litigio, la violencia o el soborno. (Averiguar la función a partir de un mecanismo dado es un problema directo. En contraposición, ir de la función al mecanismo es resolver un problema inverso: un problema que, si es soluble y el mapa funciones-mecanismos es de uno a muchos, posee más de una solución.) Una falacia habitual estriba en inferir la identidad de dos o más sistemas a partir de su equivalencia funcional. Esta falacia, llamada *funcionalismo*, es el núcleo

TABLA. 2.1. Funciones específicas y mecanismos asociados de sistemas corrientes

<i>Sistema.</i>	<i>Función específica</i>	<i>Mecanismo(s)</i>
Río	Drenaje	Flujo de agua
Reactor químico	Emergencia de nuevas moléculas	Reacciones químicas
Organismo	Mantenimiento	Metabolismo
Corazón	Bombeo de sangre	Contracción-relajación
Cerebro	Conducta e ideación	Vínculos interneuronales
Cronómetro	Control del tiempo	Variados
Escuela	Aprendizaje	Enseñanza, estudio, discusión
Fábrica	Producción de mercancías	Trabajo, administración
Tienda comercial	Distribución de mercancías	Comercio
Laboratorio científico	Acrecentamiento del conocimiento	Investigación
Comunidad académica	Control de calidad	Revisión por pares
Tribunal	Búsqueda de justicia	Litigio
ONG	Servicio público	Trabajo voluntario

del enfoque computacional de la mente, tema del cual trataremos en el capítulo 9, apartado 3.

2. ¿Emergencia *ex nihilo*'i

Sea lo que fuere aquello que emerge, surge a partir de alguna cosa preexistente: este es uno de los presupuestos ontológicos de toda ciencia y toda tecnología. Por ejemplo, se supone que los primeros organismos fueron el producto final de un proceso de autoensamblado paso a paso que se inició con materiales prebióticos. (Sí, debe de haber habido generación espontánea, pero es probable que el proceso haya tomado aproximadamente unos 1000 millones de años.)

Con todo, hay una teoría bastante de moda, a saber, la cosmología cuántica, que postula que el universo se originó *ex nihilo*, a través de lo que los físicos cuánticos denominan proceso de *tunneling* (véase, por ejemplo, Atkatz, 1994). Claramente, esta hipótesis contradice el famoso principio de Lucrecio *Ex nihilo nihil fit** ilustrado por el principio de conservación de la energía, y que ha sido siempre considerado la piedra fundamental de toda cosmología naturalista, sea filosófica, sea científica. Aceptemos, pues, el desafío.

Esta no es la primera vez que los cosmólogos han cuestionado el principio de Lucrecio. Medio siglo atrás, en una heroica tentativa de salvar su ahora difunta teoría del «estado sólido» del universo —una alternativa a la conjetura del Big Bang—, Hermann Bondi y Fred Hoyle postularon una «ley» de creación continua de la materia. En uno de mis trabajos la consideré «mágica» a causa de que contradice todos los teoremas de conservación de la física (Bunge, 1962b). Popper me reprochó la crítica: él consideraba científica esta teoría porque era refutable.

Desde mi punto de vista, aunque altamente deseable, la refutabilidad no es ni necesaria ni suficiente para la científicidad. En primer lugar, las hipótesis existenciales, tales como las referentes a la existencia de ondas gravitatorias, planetas extrasolares y el sistema neuronal que «enlaza» los diversos rasgos de la comprensión del lenguaje (sintácticos, semánticos y fonológicos), son solamente confirmables. En segundo lugar, las teorías hipergenerales —tales como la mecánica clásica, la teoría sintética de la evolución y la teoría de la información—, por sí solas, son incontrastables: solamente las teorías específicas (modelos teóricos) son pasibles de ser puestas a prueba empíricamente (Bunge, 1973b). (En otras palabras, todas las ecuaciones generales básicas deben ser enriquecidas con supuestos subsidiarios y datos para producir predicciones y explicaciones precisas.) En tercer lugar, la compatibilidad con el grueso del conocimiento científico (consistencia externa) es un criterio de científicidad de mucho mayor peso que el de refutabilidad (Bunge, 1967a).

La cosmología cuántica es culpable de un error similar al de la teoría del estado sólido. En efecto, si bien está basada en dos sólidas teorías —la mecánica cuántica y la relatividad general—, contradice ambas, dado que viola todos los principios de

conservación de las teorías que pretende sintetizar. Con todo, a diferencia de lo que afirman algunos de sus seguidores, al menos la teoría no supone la repentina aparición del universo a partir de la nada. En efecto, postula que, antes del Big Bang, existía el llamado campo de vacío. Este campo fluctuante no posee ni masa ni carga eléctrica y su intensidad promedio es cero. Pe-

“Nada surge”, *del X* ro, puesto que tiene una densidad de energía positiva, el campo es material, según la definición de «material» como cualquier entidad que posea energía o capacidad para cambiar (véase Bunge, 2000c). Sin embargo, la cosmología cuántica es aún demasiado especulativa como para socavar la ontología o apoyar la teología (véase Stenger, 1995). En todo caso, no es un modelo de fusión de teorías exitosa. Además, las observaciones astronómicas más recientes apoyan la hipótesis de que el universo es infinito, eterno y plano, antes que curvo (Tegmark, 2002).

3. Extinción: descomposición de sistemas

Puede denominarse *extinción* la pérdida de propiedades de niveles superiores. Habida cuenta de que las propiedades no tienen existencia independiente, sino que son poseídas por las cosas, la extinción de propiedades es una característica de la descomposición (total o parcial) de sistemas de cualquier clase. Por ejemplo, tiene lugar cuando una molécula se disocia en sus precursores atómicos y cuando los miembros de una familia o de un partido político se dispersan.

Solo los físicos, los químicos y los ingenieros han estudiado en profundidad los procesos de extinción, tales como la ionización, la fisión nuclear, la disociación química y la descomposición de sólidos. Los biólogos han comenzado recientemente a profundizar su comprensión de los mecanismos de envejecimiento y muerte, tales como la oxidación, el acortamiento de telómeros, el daño no reparado y la muerte celular programada. Hasta el momento, los científicos sociales solo se han sentido fascinados por unos pocos procesos de descomposición, en forma notoria por la caída del Imperio Romano y la Revolución Francesa. El derrumbe del imperio soviético los tomó a todos por sorpresa y aún no ha sido explicado satisfactoriamente. Atribuyo este fracaso a la adopción de enfoques sectoriales (puramente económico, político o cultural) para lo que realmente fue una crisis sistémica que se había estado gestando durante varias décadas (Bunge, 1998).

Una de las características del colapso del denominado Estado socialista es la extinción de los órdenes legal y moral. Repentinamente, millones de personas acostumbradas a que les dijese qué debían hacer se vieron obligadas a arreglárselas por sí mismas y, particularmente, a inventar y probar nuevas normas sociales y morales en un vacío normativo. El persistente desorden social de las sociedades otrora soviéticas sugiere que este proceso de extinción se halla lejos de haber finalizado. Sin embargo, no parece haber atraído, como debería haberlo hecho, la atención de un ejército completo de científicos sociales. Así, el trabajo más reciente

sobre la emergencia de normas sociales (Hechter y Opp, 2001), elaborado por catorce estudiosos, varios de ellos renombrados, omite completamente la cuestión.

Sostengo que la razón principal de la falta de interés en este colosal proceso de crisis normativa que se ha estado desarrollando delante de nuestras narices desde 1989 es la que sigue. El sistema en cuestión era más que macrosocial: era megasocial y su disolución afectó todos los aspectos de la vida de los individuos, desde la supervivencia cotidiana hasta los lugares de trabajo y los modos de pensar, en particular, las lealtades ideológicas. Cualquier intento serio de estudiar un proceso como este exige gran cantidad de datos que son difíciles de obtener, así como la adopción de un enfoque sistémico y multinivel, en lugar del enfoque individualista que predomina actualmente entre los más brillantes estudiosos de la sociedad. En efecto, un sistema de normas sociales es un código para una sociedad íntegra y abarca todos los modos de conducta individual y concertada. Su estudio científico requiere mucho más que anécdotas sobre un puñado de líderes e ingeniosas aplicaciones del juego Dilema del Prisionero.

Los filósofos no se contentarán con ejemplos de descomposición de sistemas: buscarán patrones generales. No obstante, hay un único mecanismo general de descomposición: el debilitamiento de los vínculos internos que mantienen unido el sistema. Tal debilitamiento puede ocurrir de varias maneras. La más común de ellas es la intrusión de un agente externo, como en los casos del amante que quebranta un matrimonio y el del jabón con el cual nos lavamos las manos. El caso del jabón merece nuestra atención a causa de su familiaridad, simpleza y generalidad.

Es difícil penetrar la superficie del agua pura, a causa de la fortaleza de los enlaces de hidrógeno que mantienen unidas las moléculas de agua: este es el origen de la tensión superficial que permite a ciertos insectos deslizarse sobre las superficies de agua. El efecto del jabón es el de debilitar los enlaces de hidrógeno y, de este modo, hacer más íntimo el contacto entre las partes del cuerpo y el agua. El mecanismo es el siguiente. El jabón contiene moléculas de ácido esteárico; estas son, esquemáticamente, bastoncillos con dos extremos: uno hidrofílico, es decir que es atraído por el agua, y el otro hidrofóbico, es decir que es rechazado por el agua. Cuando se halla en el agua, el extremo hidrofílico de la molécula se sumerge en el líquido, entre las moléculas de agua, debilitando o incluso rompiendo los enlaces de hidrógeno.

En conclusión, resulta irónico que para comprender la descomposición de un sistema debamos comprender los vínculos que lo hicieron surgir y lo mantienen unido. Abreviando: la emergencia explica la extinción.

4. Tipos de sistemas

Hay sistemas de diversos tipos. Una primera clasificación de ellos es la dicotomía ideal/material: todo lo que es ideal no es material y viceversa. Tanto los idealistas como los materialistas sostienen esta dicotomía. Sin embargo, mientras que el

idealista atribuye una existencia independiente a los objetos ideales, los materialistas sostienen que estos existen únicamente en la medida que son pensables por alguien.

Con todo, la dicotomía ideal/material resulta insuficiente, dado que algunos sistemas materiales, tales como los sociales, los tecnológicos y los semióticos, incorporan o expresan ideas. Una distinción algo más refinada es la que sigue:

- 1) *Sistemas naturales*, tales como una molécula, una cuenca hídrica o un sistema nervioso.
- 2) *Sistemas sociales*, tales como una familia, una escuela o una comunidad lingüística.
- 3) *Sistemas técnicos*, tales como una máquina, una cadena de TV o un hospital de alta tecnología.
- 4) *Sistemas conceptuales*, tales como una clasificación, un sistema hipotético deductivo (teoría) o un código legal.
- 5) *Sistemas semióticos*, tales como un lenguaje, una partitura musical o el plano de un edificio.

Ténganse en cuenta los siguientes puntos. Primero, esta tipología corresponde a una ontología materialista emergentista (o sea, no reduccionista). No tiene sentido alguno en otras ontologías. En particular, resulta inaceptable tanto para el idealismo (en especial para el platonismo y el fenomenismo) como para el materialismo vulgar (especialmente para el fisicismo).

Segundo, nuestra tipología no es una separación, mucho menos una clasificación porque a) la mayoría de los sistemas sociales son tanto artificiales como sociales: piénsese en la escuelas, las empresas o los ejércitos; b) algunos sistemas sociales, tales como las granjas y las fábricas, no solo contienen personas, sino también animales, plantas o máquinas; c) todos los sistemas semióticos, aun las lenguas naturales, son artefactos, algunos de los cuales —como las fórmulas y diagramas científicos— designan sistemas conceptuales, y d) las actividades de todo sistema social involucran el uso de sistemas semióticos. Con todo, nuestra tipología representa, grosso modo, algunos de los rasgos objetivos conspicuos de los sistemas que constituyen el mundo.

Siguen definiciones rápidas (y, por lo tanto, vulnerables) de los cinco conceptos anteriores.

Definición 2.1 Un sistema *natural* es un sistema cuyos componentes, así como los vínculos entre ellos, están en la naturaleza (es decir, no fueron fabricados por el hombre).

Definición 2.2 Un sistema *social* es un sistema en el cual algunos componentes son animales de la misma especie y otros son artefactos (inanimados, como las herramientas, o vivientes, como los animales domésticos).

Definición 2.3 Un sistema *técnico* es un sistema construido por personas con conocimiento técnico.

Definición 2.4 Un sistema *conceptual* es un sistema compuesto por conceptos.

Definición 2.5 Un sistema *semiótico* es un sistema compuesto por signos

artificiales (tales como palabras, notas musicales y gráficos).

Definición 2.6 Un sistema *artificial* es un sistema cuyos componentes han sido fabricados.

Obviamente, la clase de los sistemas artificiales es igual a la unión de los sistemas técnicos, conceptuales y semióticos, así como de las organizaciones formales tales como escuelas, empresas comerciales y gobiernos. Todos los lenguajes son artificiales, ya que son fabricados. La diferencia entre los lenguajes «naturales», como el inglés, y los «lenguajes artificiales», tales como la lógica de predicados (cuando se utiliza como lenguaje, no como cálculo), es que los últimos han sido diseñados, en lugar de haber evolucionado más o menos espontáneamente.

5. El modelo CESM

Las que siguen son tres de las definiciones de sistema más comunes que pueden hallarse en las teorías de sistemas disponibles en la literatura:

- D1 Un sistema es un conjunto o una colección de elementos que se comporta como un todo.
- D2 Un sistema es un conjunto o una colección estructurada.
- D3 Un sistema es una relación binaria en un conjunto de elementos de alguna clase, tales como los pares de input-output en una caja negra.

Ninguna de estas definiciones es apropiada a los fines científicos. D1 es defectuosa porque a) no señala las características que hacen que una colección se comporte como una totalidad, a saber, las propiedades emergentes, y b) identifica «conjunto» con «colección», lo que es incorrecto, dado que mientras los conjuntos son conceptos y su composición se halla fija de una vez y para siempre, la composición de una colección o de un agregado concretos, tal como una bioespecie, puede cambiar con el tiempo. D2, aunque no es errónea, es incompleta, por cuanto no especifica la estructura de un sistema, es decir la colección de relaciones que mantienen unidos los componentes. Y D3 también está errada, porque solo sirve para una caja negra, la cual constituye la representación más tosca de una cosa material compleja y, más aún, si se trata de una representación que supone que el sistema cambia solamente como respuesta a estímulos externos, cuando las fuerzas internas son, por lo menos, igualmente importantes.

A causa de estas objeciones, hemos propuesto precedentemente nuestra propia definición de sistema como objeto estructurado. Con todo, si bien esta definición alternativa es correcta, también es demasiado tosca, porque no incluye el entorno ni el mecanismo de un sistema. La siguiente caracterización, que llamaremos *modelo CESM*, resulta más abarcadora. Postula que cualquier sistema s puede ser modelado, en cualquier instante dado, como la cuaterna

$$Ks) = (C(s), T(s), S(s), M(s)),$$

donde

$C(s)$ = *Composición*: la colección de todas las partes de s ;

$E(s)$ — *Entorno*: la colección de elementos no pertenecientes a s que actúan sobre los componentes de s o sobre los que algunos o todos los componentes de s actúan;

$S(s)$ = *Estructura*: la colección de relaciones, en particular vínculos, entre los componentes de s , o entre estos y elementos del entorno $E(s)$;

$M(s)$ = *Mecanismo*: la colección de procesos de s que lo hacen comportarse del peculiar modo en que lo hace.

Ejemplos: 1) Un semigrupo de dos miembros, $C(s)$ = el conjunto de elementos no descriptos a y E ; $S(s)$ = el encadenamiento (como en $a \odot b$, $b \odot a$, $a \odot a$, $b \odot b$, $a \odot b \odot a$, $y b \otimes a \odot b$) $E(s)$ = la lógica de predicados; $5M(s) = 0$. 2) Un enunciado es un sistema (semiótico), puesto que resulta de encadenar palabras. 3) Un texto puede ser un sistema o no, dependiendo de que sus expresiones componentes sean de algún modo «coherentes», o bien por referirse al mismo sujeto o bien por estar vinculadas por la relación de implicación. 4) Un átomo, en el cual $C(s)$ = las partículas constituyentes y sus campos asociados; $E(s)$ = las cosas (partículas y campos) con las cuales el átomo interactúa; $S(s)$ = los campos que mantienen unido al átomo, más su interacción con elementos de su entorno; $CM.(s)$ = los procesos de emisión y absorción de luz, de combinación, etc. 5) Una comunidad lingüística, en la cual $C(s)$ = la colección de personas que hablan la misma lengua; $\mathcal{L}(s)$ = la(s) cultura(s) en la(s) cual(es) la lengua es utilizada; $S(s)$ = la colección de relaciones de comunicación lingüística; $M(s)$ = la producción, transmisión y recepción de símbolos. 6) Una empresa, en la cual $C(s)$ = el personal y la gerencia; $\mathcal{L}(s)$ = el mercado y el gobierno; $S(s)$ = las relaciones laborales entre los miembros de la empresa y entre estos y el entorno; $M(s)$ = las actividades que dan como resultado los productos de la empresa. 7) Por último, he aquí una muestra miscelánea de objetos que no son sistemas: un conjunto arbitrario de elementos no especificados y carentes de estructura, una colección arbitraria de símbolos tomados al azar de uno o más lenguajes, un montón de partes de una máquina desmantelada, un clan o una aldea cuyos miembros han emigrado hacia los cuatro vientos.

Nótese los siguientes puntos. Primero, una colección puede tener una composición constante o no tenerla; solo si la tiene puede llamársele conjunto. Dado que los sistemas concretos están siempre en flujo, su composición puede cambiar con el tiempo: piénsese en una lengua natural o en una comunidad lingüística. Segundo, con excepción del universo como totalidad, todo tiene un entorno con el cual interactúa. Tercero, la palabra «vínculo» (o su sinónimo «lazo») simboliza la relación que transforma los miembros relacionados. Por ejemplo, una interacción es un vínculo, en tanto que las relaciones de ser más grande que algo o estar a la izquierda de algo no lo son. Cuarto, la estructura de un sistema puede dividirse en dos: a) la *endoestructura* o colección de vínculos entre los miembros del sistema y b) la *exoestructura* o colección de vínculos entre los componentes del sistema y los

elementos del entorno. La exoestructura de un sistema incluye dos elementos particularmente importantes: el *input* y el *output*. En tanto que el primero es la colección de acciones de los elementos del entorno sobre el sistema, el segundo es la acción del sistema sobre su entorno. A todo modelo de un sistema que incluya únicamente el input y el output se le llama *de caja negra*, en tanto que un modelo que también representa la endoestructura y el mecanismo puede llamarse *de caja translúcida*. Quinto, el subconjunto de la exoestructura que contiene solo los miembros del sistema que mantienen relaciones directas con el entorno puede denominarse *contorno* del sistema. Nótese que a) este concepto es más amplio que el de forma o figura geométrica, b) la mención expresa del contorno o borde es necesaria toda vez que el mecanismo del sistema dependa de ella, como en los casos de los sistemas mecánico-cuánticos

y de los medios continuos confinados a regiones finitas, y c) el universo no tiene contorno.

Nótese también que el modelo de input-output, o de caja negra, es un caso especial del modelo **CESM**. En efecto, la caja con las terminales de input y output es un modelo **CESM** en el cual la composición es un único elemento, el entorno sólo está esbozado, la estructura es un conjunto de inputs y outputs y el mecanismo interno está especificado en términos puramente funcionales (conductuales). Esta es la razón por la cual el conductismo es llamado, a veces, «modelo del organismo vacío». La cibernética es otro ejemplo de énfasis en la estructura en desmedro de la composición, puesto que se centra en los sistemas de control sin tener en cuenta la «materia» de la cual están hechos (véanse, por ejemplo, Wiener, 1948 y Ashby, 1963).

A pesar de su apariencia sencilla, un modelo **CESM** resulta inmanejable en la práctica, dado que exige el conocimiento de todas las partes del sistema y de todas sus interacciones, así como de sus relaciones con el resto del mundo. En la práctica, se utilizan las nociones de composición, entorno, estructura y mecanismo *en un nivel dado*. Por ejemplo, hablamos de la composición atómica de una molécula, de la composición celular de un órgano o de la composición de individuos de una sociedad. Salvo en la física de partículas, nunca se trata con los componentes últimos de una cosa. Y, aun en la física de partículas, por lo general se soslaya un gran número de interacciones, particularmente con elementos del entorno.

Más precisamente, en lugar de tomar el conjunto $C(s)$ de todas las partes de s , en la práctica solo se toma el conjunto $C_a(s)$ de partes de la clase a ; vale decir que se forma la intersección o producto lógico $C(s) \cap a = C/s$. Se procede de manera similar con las otras tres coordenadas de la cuaterna. O sea, se toma $I_b(s)$ o entorno de s en el nivel b , $S_c(s)$ o estructura de s en el nivel c y M/s o mecanismo de s en el nivel d . En resumen, se forma lo que puede denominarse un *modelo CESM reducido*:

Por ejemplo, cuando se construye un modelo de un sistema (o grupo) social, habitualmente se supone que este último está compuesto por personas enteras; como consecuencia, se limita la estructura interna del sistema a las relaciones interpersonales. Sin embargo, nada impide construir un haz de modelos de la misma sociedad, con solo cambiar los significados de « a », « b », « c » y « d ». Esto se hace cuando se toman ciertos subsistemas de un sistema social dado -por ejemplo, familias u organi

zaciones formales— como unidad de análisis. Desde luego, pueden construirse semejantes haces de modelos en todos los campos del conocimiento.

El modelo de sistema precedente debería ser complementado con un modelo de emergencia y extinción, o sea de generación y descomposición de sistemas. El enfoque más general para la modelación de cambios cuantitativos y cualitativos de sistemas de cualquier clase es el enfoque del espacio de estado. Este es utilizado o utilizable en cualquier disciplina, desde la física cuántica hasta la genética y la demografía. A continuación, procederemos a esbozarlo (por detalles véase, por ejemplo, Bunge, 1977a).

Considérese un proceso que involucre tres propiedades cuantitativas, llamadas X , Y y Z , tales como las concentraciones de compuestos químicos en un reactor químico, los signos vitales de un organismo, las densidades de las poblaciones en un ecosistema o lo que fuese. Cada una de las tres propiedades es una función del tiempo y las tres pueden ser combinadas en una única función $F = \{X, Y, Z\}$. Esta función se denomina *función de estado* del sistema, porque el valor $F(t) = (X(t), Y(t), Z(t))$ en el tiempo t , representa el *estado* del sistema en el momento t . $F(t)$ es una instantánea de los procesos que tienen lugar en el sistema. También puede imaginarse $F(t)$ como el ápice de un vector que describe la trayectoria del espacio de estado (o fase). Esta trayectoria, la secuencia ordenada de estados $H = \{F(t) | t \in T\}$, representa la *historia* del sistema en el período T en cuestión. Esta historia está confinada a una caja que representa todos los estados del sistema realmente posibles (o legales). Esta es un subconjunto finito del espacio de estado total, dado que ninguna propiedad real de un sistema finito puede alcanzar valores infinitos. Cuando estas singularidades se toman en serio, como suele ocurrir en la cosmología, el modelo en cuestión deja de ser científico.

Supóngase ahora que, hasta cierto momento t , el vector $F(t)$ cae sobre el plano X - Y y que sus Z -componentes comienzan a crecer en ese momento. En otras palabras, el sistema sufre cambios que llevan, en el momento t_e , a la emergencia de la propiedad Z , la cual hasta entonces era solo posible. (Piénsese, por ejemplo, en una reacción química de la forma $X + Y \rightarrow Z$, que solo comienza cuando la temperatura ambiental alcanza determinado valor.) A partir de ese momento y en tanto las tres propiedades persistan, el ápice del vector de estado se desplazará en el espacio de estado tridimensional. Del mismo modo que la emergencia puede representarse como el surgimiento de ejes en un espacio de estado, la extinción puede ser representada como su desaparición. Y toda la historia del sistema en un intervalo de tiempo dado, con todo y sus cambios cuantitativos y cualitativos, puede ser representada por su trayectoria en el espacio de estado característico de su clase. Estos espacios de estado no deben confundirse con el espacio físico, aunque solo fuese porque en general su dimensionalidad es mayor que tres. (En la mecánica cuántica, los espacios de estado son espacios de Hilbert de infinitas dimensiones y, en algunos casos, sus ejes constituyen un continuo.)

Comentarios finales

En este capítulo y en el anterior, hemos bosquejado una cosmovisión y un enfoque que en algunas ocasiones hemos llamado *sistemismo* y en otras *emergentismo*, a causa de que sus elementos centrales son los conceptos de sistema y emergencia. Se considera que el sistemismo o emergentismo subsume cuatro enfoques generales, pero fragmentarios:

1) El *holismo*, que aborda los sistemas como totalidades y se rehúsa tanto a analizarlas como a explicar su emergencia y descomposición en términos de sus componentes y de las interacciones entre ellos; este enfoque es característico del lego y del intuicionismo y el irracionalismo filosóficos, así como de la psicología de la Gestalt y de mucho de lo que se hace pasar por «filosofía de sistemas».

2) El *individualismo*, que fija su atención en la composición de los sistemas y se resiste a admitir cualquier entidad o propiedad supraindividual; este enfoque se propone a menudo como una reacción contra los excesos del holismo, en particular en los estudios sociales y en la filosofía moral.

3) El *ambientalismo*, que enfatiza los factores externos hasta el punto de soslayar la composición, la estructura interna y el mecanismo de un sistema (el punto de vista conductista).

4) El *estructuralismo*, que trata las estructuras como si preexistieran a las cosas o incluso como si las cosas fueran estructuras (una perspectiva característicamente idealista).

Cada uno de estos cuatro puntos de vista contiene una pizca de verdad. Al reunirlos, el sistemismo (o emergentismo) contribuye a evitar cuatro falacias comunes.

3

El enfoque sistêmico

Como vimos en el capítulo anterior, el sistemismo es el punto de vista que sostiene que toda cosa es un sistema o un componente de un sistema. En este capítulo y en el que sigue, sostendré que el sistemismo es válido para los átomos, los ecosistemas, las personas, las sociedades y sus componentes, así como para las cosas que ellos componen. Vale también para ideas y símbolos: no hay ideas sueltas o símbolos aislados con sentido, ni en el conocimiento común, ni en la ciencia, ni en la tecnología, ni en la matemática, ni en las humanidades. En efecto, resulta difícil comprender cómo una idea o un símbolo podrían ser captados, resueltos o aplicados a menos que estuviesen relacionados con otras ideas o símbolos. Únicamente el universo no está relacionado con algo más, pero se trata de un sistema y no de un mero agregado. De hecho, todo componente del universo interactúa con al menos otro Componente, sea de modo directo (como en las relaciones sociales cara a cara), sea de modo indirecto (por ejemplo, por medio de campos físicos).

El sistemismo es la alternativa tanto respecto del individualismo (o atomismo), como del colectivismo (u holismo). Por consiguiente, es también una alternativa tanto al microrreduccionismo («Todo viene de abajo») como al macrorreduccionismo («Todo viene de arriba»). El individualismo ve el árbol, pero pierde el bosque, en tanto que el holismo ve el bosque, pero pasa por alto los árboles. Solo el enfoque sistêmico facilita la visión tanto de los árboles (y sus componentes) como del bosque (y su entorno más amplio). Lo que vale para los árboles y

los bosques se aplica también, *mutatis mutandis*, a todo lo demás, como se verá a continuación y en los capítulos subsiguientes.

1. El enfoque sistêmico

La ontología sistêmica sugiere el enfoque sistêmico de todos los problemas, ya sean epistemológicos o prácticos. Veamos cómo funciona en un caso simple: ¿cómo elegimos una marca de automóvil? Comúnmente, buscamos el mejor automóvil que resulte compatible con nuestro presupuesto, sin prestar atención a los servicios de posventa. Pero en el caso de los automóviles importados, este enfoque es como una invitación al desastre, puesto que las partes y la pericia son costosas y difíciles de hallar. Un enfoque sistêmico del problema examinará las cuatro soluciones posibles del problema del automóvil, recogidas en la tabla siguiente:

(Buen automóvil, buen servicio)	(Buen automóvil, mal servicio)	(Mal automóvil, buen servicio)	(Mal automóvil, mal servicio)	<div> <div>V</div> <div>V</div> <div>1t</div> <div>v</div> <div>12</div> <div>22</div> <div>v</div> <div>v</div> <div>21</div> </div>

Los valores de las cuatro entradas de esta matriz pueden ordenarse como sigue:

$$V > V > V > V$$

Llamaremos *enfoque sistêmico* a este modo de proceder y *enfoque sectorial* lo *fragmentario* a su opuesto. Sostengo que el primero es más eficiente que el segundo, porque ocurre que la realidad es ella misma sistêmica antes que una nebulosa indiferenciada o un conglomerado de elementos sueltos. Ni los autos, ni las personas, ni aun los átomos, ni los fotones existen en el vacío. (Más aún, no existe tal cosa como el vacío total: todo lugar es asiento de campos físicos.)

Todo, con excepción del universo, está relacionado con algo e inserto en algo más. Sin embargo, no todo está conectado a todo lo demás y no todos los vínculos son igualmente fuertes: esto hace que el aislamiento parcial sea posible y nos permite estudiar algunas cosas individuales sin tomar en consideración al resto del universo. Esta salvedad distingue al sistemismo del holismo, la doctrina del universo en bloque.

El enfoque sistêmico emergió junto con la modernidad. Por ejemplo, los astrónomos no hablaban de *sistema* solar antes del siglo **XVII**; el

sistema cardiovascular no fue reconocido como tal antes de William Harvey, aproximadamente en la misma época, y el hablar de los *sistemas* digestivo, nervioso, endocrino, inmune, por ejemplo, es aun más reciente, así como lo es el tratamiento de las máquinas en relación con sus usuarios y el entorno social.

Como es habitual, los filósofos se tomaron su tiempo para percatarse de estos cambios científicos. De hecho, la primera filosofía sistémica fue elaborada por el famoso barón d'Holbach. Al principio mismo de su *Système social* (1773) escribió: "Tout est lié dans le monde moral [social] comme dans le monde physique".⁶ Tres años antes, en su *Système de la nature*, había explicado sus razones a favor de la sistemicidad (y materialidad) de la naturaleza. Esto no hizo gracia a los altos poderes de aquel tiempo: sus influyentes trabajos fueron prohibidos en Francia, el país adoptivo de d'Holbach. Y la Ilustración francesa en su integridad es ignorada en la mayoría de las universidades, donde el *sistemismo*, confundido a menudo con el *holismo*, es tan impopular como el *materialismo*, el espanto de los pusilánimes.

Con todo, si una idea filosófica potente es ignorada por la comunidad filosófica, seguramente florecerá en algún otro sitio. Esto es lo que ocurrió con el *sistemismo*, el cual fue defendido explícitamente por el biólogo Ludwig von Bertalanffy (1950), quien inspiró el movimiento de la teoría general de sistemas. Como todo movimiento, este es heterogéneo: contiene científicos e ingenieros rigurosos (por ejemplo, Ashby, 1963; Milsum, 1968; Whyte, Wilson y Wilson, 1969; Weiss, 1971; Klir, 1972), junto con escritores populares que confunden el *sistemismo* con el *holismo* (por ejemplo, Bertalanffy, 1968; Laszlo, 1972). Estos últimos creen que la teoría de sistemas es una receta para abordar problemas sin tener que involucrarse en la investigación empírica. Sus analogías puramente formales y sus afirmaciones descabelladas les han ganado las severas críticas de Buck (1956) y Berlinski (1976).

Como ocurre con los filósofos, los teóricos de los sistemas generales están divididos en rigurosos y no rigurosos. Mi propio libro, *A World of Systems* (1979a) [Un mundo de sistemas] adopta un enfoque sistémico sobrio, utiliza herramientas formales y trata la química, la biología, la psicología y las ciencias sociales. Sostengo que el *sistemismo* es parte de la ontología inherente a la cosmovisión científica moderna y, de ese modo, constituye una guía para la teorización, pero no su sustituto prefabricado.

2. Sistemas conceptuales y materiales

La matemática moderna es la ciencia sistémica *par excellence*. En efecto, el matemático moderno no trabaja con elementos aislados, sino con sistemas o componentes de sistemas. Por ejemplo, se habla de los números reales, de los múltiplos, de las álgebras booleanas y de los espacios de Hilbert como de *sistemas*. En todos estos casos, lo que convierte un agregado o un conjunto en un sistema es la estructura, o sea el conjunto de relaciones entre —u operaciones sobre— los componentes del sistema. (En ocasiones, se llama «estructuras» a los sistemas

⁶ «Todo está unido en el mundo moral [social] como en el mundo físico.» [N. del T.]

matemáticos. Este nombre es incorrecto, porque las estructuras son propiedades y toda propiedad es la propiedad de algo. Por ejemplo, un conjunto posee la propiedad de grupo si sus elementos están organizados por las operaciones de encadenamiento e inversión.)

En realidad, los matemáticos contemporáneos abordan sistemas de dos clases: objetos matemáticos propiamente dichos, tales como anillos, espacios topológicos y sistemas de ecuaciones y múltiplos, y teorías acerca de tales objetos. Una teoría es, por supuesto, un sistema hipotético-deductivo, vale decir un sistema compuesto por fórmulas vinculadas mediante la relación de implicación. Pero una teoría también puede verse como un objeto matemático, el objeto de una metateoría, tal como la lógica de las teorías y el álgebra de la lógica. Por último, la matemática contemporánea en su totalidad puede ser considerada como un sistema compuesto por teorías interrelacionadas, cada una de las cuales se refiere a sistemas matemáticos de algún tipo.

Todo esto, desde luego, es bien sabido por los matemáticos. Como afirmó Hardy (1967), la importancia de una idea matemática es, de alguna manera, proporcional a cuán relacionada está con otras ideas matemáticas. Se podría decir, incluso, que en matemática ser es ser un componente de al menos un sistema matemático. No se aceptan descarriados.

En lo que sigue, consideraremos solo los sistemas concretos, o sea las cosas complejas cambiantes: no trataremos con ninguna profundidad los sistemas conceptuales, tales como las teorías. Definimos un sistema *concreto* (o *material*) como una cosa compuesta, tal que cada uno de sus componentes sea mudable y actúe sobre otro componente del mismo o que otro componente de ese sistema actúe sobre él. De manera equivalente: un sistema material es una cosa compleja cuyos componentes, todos ellos, poseen energía. En virtud de estas nociones amplias de materialidad y energía, no solo las personas son materiales, sino que también los sistemas sociales lo son, aunque, por supuesto, la materia social posee propiedades emergentes suprafísicas.

Además de ser cambiante, todo sistema concreto -salvo el universo- interactúa con su entorno. Con todo, estas interacciones entre el sistema y su entorno son más débiles que las interacciones entre componentes. Si esta condición no se cumpliera, no habría otro sistema que el universo, el cual sería un único bloque.

3. El enfoque sistémico de los procesos físicos y químicos

Desde el punto de vista histórico, el primer ejemplo conocido de un sistema físico fue el sistema solar. Tuvo que ser nada menos que Newton (1667) quien lo reconociera como tal, en lugar de como un mero conglomerado de cuerpos del tipo de una constelación. Newton planteó que el sistema solar se mantiene unido por la atracción gravitatoria y que esta última no causa el colapso del sistema en un único cuerpo

porque todo componente de un sistema posee inercia (masa). Si alguno de ellos, alguna vez, se detuviera, caería hacia el Sol y las órbitas de todos los otros planetas se modificarían. La eliminación de cualquiera de los planetas tendría un efecto similar. Así pues, el sistema solar exhibe la propiedad de totalidad. Sin embargo, esta totalidad puede ser analizada: el estado de la totalidad se halla determinado por el estado de cada uno de sus componentes. La principal tarea de los astrónomos planetarios es, precisamente, medir o calcular las variables que caracterizan el estado de los planetas y sus lunas. Pero también están interesados en averiguar cómo se mueve el sistema solar, como un todo, con respecto a otros cuerpos celestes.

No obstante, la formulación original de Newton de la mecánica de partículas no es apropiada para el estudio de sistemas mecánicos, ya que su referente es la partícula singular sujeta a fuerzas ejercidas por las demás partículas del sistema. Euler, Lagrange y Hamilton generalizaron el método de Newton (la mecánica vectorial), introduciendo funciones que describen las propiedades globales de un sistema mecánico. Una de tales funciones, la acción, satisface el principio variacional (o de los extremos) de Hamilton: la acción de un sistema es o bien un máximo o bien un mínimo. (De modo equivalente: de todas las posibles historias de un sistema, la historia efectivamente real corresponde a un valor extremo de su acción, mínimo o máximo.) A su vez, este principio implica las ecuaciones diferenciales de movimiento. Véase la figura 3.1. Este es el enfoque adoptado en todas las ramas de la física teórica: combina el análisis (ecuaciones diferenciales) con la síntesis (principios variacionales).



(b)

FIGURA 3.1. (a) *Mecánica vectorial: el movimiento de la partícula de interés p es influido por las otras partículas en el sistema, (b) Mecánica analítica: el referente es el sistema mecánico como totalidad, donde la partícula individual es solamente uno de varios componentes que interactúan.*

Los sólidos, los líquidos y los campos físicos, ya sean gravitatorios, electromagnéticos o de otro tipo, proveen más ejemplos de totalidades. Una perturbación en una región de cualesquiera de tales medios continuos se propaga a través de la totalidad. Piénsese en una piedra arrojada a un espejo de agua o en un electrón moviéndose a través de un campo eléctrico. No es coincidencia que los sólidos y los líquidos, a diferencia de los gases, sean sistemas de átomos o moléculas que se mantienen unidos mediante campos.

Otro ejemplo de totalidad y emergencia es el denominado entrelazamiento, entrecruzamiento o inseparabilidad, típico de la física cuántica. Consiste en el estado de un sistema microfísico de múltiples componentes que no puede ser descompuesto (factoreado) en los estados de sus constituyentes. En otras palabras, cuando dos o más cuantones se unen para formar un sistema, su individualidad se pierde, aun cuando los componentes se separen espacialmente (véase, por ejemplo, Kronz y Tiehen, 2002).

Por último, examinemos el concepto de sistema químico. Un sistema de este tipo puede caracterizarse como un sistema cuyos componentes son químicos (átomos o moléculas) que varían en número (o en concentración) porque se encuentran reaccionando unos con otros (véase, por ejemplo, Bunge, 1979a). Por lo tanto, antes de que las reacciones comiencen y luego de que se hayan completado, el sistema es físico, no químico. Por ejemplo, una batería es un sistema químico únicamente mientras se encuentra funcionando.

Las reacciones químicas han constituido, desde hace mucho tiempo, un excelente ejemplo de emergencia o novedad cualitativa. No obstante, el concepto de sistema químico solamente se hizo familiar con la emergencia de los reactores químicos en las industrias química y farmacéutica, durante el siglo XIX. Dado que todo cambio de composición química está causado por interacciones entre los componentes o entre

◇ Ecología

i > Biología de poblaciones «

> Biología organizmica <>

Biología de sistemas ◇

Biología celular ° Biología

molecular

FIGURA 3.2. *La organización de la biología refleja la relación de parte a todo hallada en la naturaleza. Los bordes deberían leerse como flechas dobles, las cuales a su vez simbolizan el flujo de problemas, conceptos, hipótesis, métodos y descubrimientos.*

estos y el entorno, un verdadero modelo de sistema incorporará no solo su composición, sino también su entorno, su estructura y su mecanismo: será, pues, una especificación del elemental modelo CESM presentado en el capítulo 2, apartado 5.

Pasemos ahora a los biosistemas, que son supersistemas constituidos por sistemas químicos y poseen propiedades supraquímicas.

4. El enfoque sistêmico de la vida

Los biólogos modernos siempre han estudiado sistemas, desde células y órganos hasta grandes sistemas y organismos multicelulares, y desde poblaciones hasta ecosistemas. La organización misma de la biología refleja esta «cadena del ser»: véase la figura 3.2.

Con todo, la mayoría de los especialistas ha aislado su campo de los restantes. El reconocimiento generalizado de la necesidad de un enfoque sistêmico sólo apareció recientemente, cuando algunos biólogos moleculares señalaron las limitaciones de la empresa tradicional de intentar determinar la función de los genes individuales en el transcurso del desarrollo, basándose en la difundida hipótesis de un gen-un carácter. En efecto, este programa no analiza los grandes sistemas reguladores organizados como redes génicas.

Aun este enfoque de redes de genes es insuficiente, dado que los genes no solamente interactúan unos con otros, sino que son expresados (activados) o reprimidos (desactivados) por enzimas. De allí que las redes de genes deban ser combinadas con redes de proteínas. Presumiblemente, el enfoque correcto del

desarrollo se centrará en el supersistema genoma-proteoma inserto en su entorno inmediato. Pero, por supuesto, tal síntesis no será posible sin un colosal trabajo analítico previo. Aquí, como en otros casos, la estrategia correcta es una combinación de microrreducción (todo \rightarrow partes) y macrorreducción (partes \rightarrow todo). Pasemos, no obstante, a la ontología de la biología (sobre la cual se hallará más en Mahner y Bunge, 1997).

Un problema recurrente en la biología y su filosofía ha sido la caracterización general de sus referentes, es decir la definición del concepto de vida. El enfoque de sistemas debería ser de ayuda en este caso, aunque fuese únicamente porque evita los extremos del mecanicismo (y el concurrente reduccionismo radical) y del vitalismo (una variedad de holismo, a menudo acompañada de esplritualismo), así como del maquinismo o proyecto de Vida Artificial.

El mecanicista confunde la célula viva con su composición; el vitalista pasa por alto esta última, así como la estructura y el entorno, y se centra, en cambio, en las propiedades emergentes (suprafísicas) de los organismos; y el maquinista, como el entusiasta de la Vida Artificial, ignora la composición o materia y se contenta con los modelos computarizados de los rasgos morfológicos. Los tres errores se evitan al convenir que los componentes de una célula no están vivos y al suponer que se autoorganizan según modos desconocidos para la física, la química y la informática.

Hay dos enfoques tradicionales de la definición de vida. Uno es el que postula una única entidad peculiar contenida en todo organismo y que actúa como su primer motor, tal como la antigua entelequia inmaterial o el ultramoderno genoma. El segundo postula una única propiedad peculiar, tal como la igualmente antigua finalidad o teleología, hoy rebautizada como «teleonomía». Ninguna de estas estrategias ha tenido éxito. Las entelequias son imaginarias e inescrutables y, por lo tanto, están más allá de la ciencia. El ADN, aunque necesario, resulta impotente sin las enzimas y ninguno de ellos puede hacer mucho fuera de la célula viva. En cuanto a la teleología, solo los organismos altamente evolucionados se comportan (en ocasiones) de un modo finalista. Debemos buscar una alternativa.

La perspectiva sistémica sugiere la siguiente caracterización de la vida, formulada en términos del modelo CESM propuesto en el capítulo 2, apartado 5. Un sistema u organismo viviente es un sistema material semiabierto, lejos del equilibrio termodinámico con su entorno, cuyo contorno es una membrana lipídica semipermeable, de tal modo que

Composición de s = los microsistemas y mesosistemas físicos y químicos, en particular agua, carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos; todos estos componentes se hallan lo suficientemente próximos unos a otros como para entrar en reacciones químicas; y algunos componentes son sistemas de control que, dentro de ciertos límites, mantienen un *milieu intérieur* relativamente constante, a pesar de los cambios ambientales;

Entorno de s = un medio rico en nutrientes y flujos de energía, pero cuyas variables (tales como presión, temperatura, intensidad de radiación y acidez) están

confinadas dentro de intervalos bastante estrechos;

Estructura de s = todos los vínculos, directos e indirectos, físicos o químicos, covalentes y no covalentes, que interrelacionan a los componentes de *s* y, de ese modo, lo mantienen unido; más todos los lazos -físicos, químicos y biológicos- con elementos del entorno de *s*;

Mecanismo de s = todos los procesos que mantienen vivo a *s*, entre ellos la síntesis de ciertas moléculas, un proceso regulado conjuntamente por los ácidos nucleicos y las enzimas; el transporte, reordenamiento, ensamblado y descomposición de componentes que acompañan al metabolismo, lo cual permite el mantenimiento del sistema y su autorreparación; la captura y almacenamiento de energía libre (por ejemplo, en moléculas de ATP); las señales de diversos tipos, eléctricas o químicas, que intercomunican a los componentes cercanos y lejanos, tales como las transportadas por hormonas y neurotransmisores; la expresión y represión de genes; la detección de estímulos ambientales, y la reparación o hasta regeneración de algunas partes.

Nótese la aparición simultánea de conceptos que denotan entidades y procesos en distintos niveles: átomo, molécula, orgánulo, célula, organismo completo y entorno. De allí que la caracterización anterior sea sistémica antes que o bien microrreduccionista o bien macrorreduccionista. Nótese también la presencia tácita de la noción de aptitud del entorno de Lawrence J. Henderson, ausente tanto de las explicaciones mecanicistas como en las propias del vitalismo. Y el mecanismo debe ser mencionado porque dos células que se originan a partir de una única célula madre pueden tener, en términos generales, la misma composición iguales entorno y estructura, pero una de ellas estar viva y la otra muerta. Analogía: una bombilla eléctrica antes y después de haber sido apagada. La posibilidad de reproducirse no ha sido incluida porque no todos los organismos se reproducen.

(No hemos incluido los populares conceptos de información genética y sus parientes —programa genético, código, mapa, transcripción, traducción y corrección de errores— porque son imprecisos y metafóricos y, por lo tanto, algunas veces son sugestivos, pero otras resultan engañosos [véase Mahner y Bunge, 1997]. El uso acrítico de estos términos alienta la ilusión de que los procesos nombrados son comprendidos, lo cual es falso, puesto que nada es entendido en tanto no se haya descubierto el mecanismo subyacente. En todo caso, heredamos material genético -ADN- y las leyes que le son inherentes, pero no programas genéticos inmateriales.)

Según esta elucidación del concepto de biosistema, los cromosomas no están vivos, puesto que no metabolizan. Del mismo modo, los virus no están vivos, ya que no funcionan en absoluto fuera de una célula huésped. (Únicamente el sistema huésped-virus está vivo, aunque, por desgracia, a menudo enfermo.) Tampoco pueden admitirse como biosistema los robots, sin importar cuán sofisticados sean, aunque solo fuese porque están fabricados con componentes mecánicos y eléctricos, en lugar de componentes bioquímicos, y porque lejos de haber evolucionado espontáneamente, han sido diseñados y ensamblados por personas para serles útiles a las personas.

Nuestra caracterización del concepto de biosistema sugiere una definición

precisa de otro concepto muy discutido: el de bioespecie. Estipularemos que una especie de cosas concretas es una *bioespecie* si a) todos sus miembros son organismos (presentes, pasados o futuros), b) es una clase natural (en lugar de una colección arbitraria o un conjunto matemático), y c) es un miembro de un linaje evolutivo.

Según esta convención, una bioespecie no es una cosa concreta o individuo concreto que se comporta como totalidad en algunos aspectos, sino una colección de cosas. De allí que sea un concepto, aunque no un concepto vacío, sino uno que, como los de número y volumen, es un componente clave en cualquier construcción conceptual que se proponga representar la vida. Más aún, las especies y todas las otras categorías taxonómicas son más o menos hipotéticas, en tanto que los organismos vivos son reales. Tan así es, que algunas clases, como las de «reptil» y «roedor», ya no se aceptan más, aun cuando nadie duda de que el aligátor y la rata individuales son reales.

Con todo, actualmente diversos biólogos y filósofos afirman que una especie es un sistema individual o concreto, que se extiende en el espacio y en el tiempo, descripción que se aplica correctamente a las poblaciones. Esta perspectiva es errónea por varias razones. En primer lugar, las poblaciones de muchas especies están geográficamente dispersas, de modo tal que, aunque cada una de ellas es un sistema, su totalidad no lo es. (Piénsese en los gorrones o en los lobos marinos, en la alfalfa o en el trigo.) En segundo lugar, el concepto de bioespecie es necesario para construir los de población (monoespecífico) y de comunidad y ecosistema (multiespecíficos). En tercer lugar, quienquiera que se rehúse a utilizar el concepto de clase en el nivel de especie, está forzado a introducirlo en el nivel taxonómico siguiente superior: el de género. De otro modo, sería imposible hacer sistemática. Presumiblemente, en este caso se definiría el género como un conjunto de bioespecies, interpretadas estas como individuos. Pero en tal caso, ningún organismo pertenecería a género alguno, ya que los miembros de un género serían especies, no individuos. En particular, ninguna persona sería miembro del género *Homo* y, a fortiori, ninguna persona sería primate, mamífero, vertebrado o, incluso, animal. Para percatarse de ello, solo es necesario comprender que en estas consideraciones se encuentran involucradas tres relaciones completamente diferentes: las de parte-todo, composición de un conjunto e inclusión en un conjunto. Por ejemplo, un corazón es una parte ($<$) de un organismo que pertenece (ϵ) a la especie incluida (ζ) en un género: $c < o \in E \subset G$. Por lo general, lamentablemente, estas distinciones elementales no se enseñan a los estudiantes de biología. La exactitud no es melindre, sino un componente del pensamiento claro, una condición del teorizar y un freno a la controversia estéril. De haberse advertido el carácter falaz de la tesis de la «especie como individuo», selvas enteras se habrían preservado de la tala.

Una consecuencia del punto de vista de la especie como individuo es que no todos los biólogos están tan seguros acerca de cuáles son las llamadas unidades de evolución. Vale decir, no saben exactamente qué es lo que evoluciona. Algunos han

afirmado que lo que evoluciona es la especie. Pero, aunque las especies son agrupaciones naturales, no pueden cambiar por sí mismas porque son conceptos, no cosas. Tampoco puede decirse que lo que evoluciona son las poblaciones, salvo de modo indirecto, dado que estas no sufren cambios génicos. La biología del desarrollo (o embriología) sugiere que la evolución se inicia en el nivel del organismo individual. Allí es donde emergen las novedades evolutivas, de donde surge la necesidad de la unión de la biología evolutiva con la biología del desarrollo. (Véanse, por ejemplo, Maynard Smith et al., 1985; Gould, 1992; Mahner y Bunge, 1997 y Wilkins, 2002.) Con todo, si recordamos que todo organismo interactúa con organismos que pertenecen a diversas especies, reconoceremos que los sistemas de niveles superiores, tales como las poblaciones, los ecosistemas y aun la biosfera en su totalidad, también evolucionan. O sea, la evolución es un proceso multinivel. Esta afirmación se aclarará cuando elucidemos los conceptos incluidos en ella.

Estipularemos que un sistema es a) una *biopoblación* si está compuesto por individuos de la misma bioespecie, b) un *ecosistema* si está compuesto por diversas poblaciones de organismos pertenecientes a diferentes especies, que interactúan, y c) una *biosfera* si contiene a todos los biosistemas de un planeta dado.

Otro asunto que puede aclararse a la luz del enfoque sistémico es el de biofunción, a menudo confundida con propósito o finalidad, como por ejemplo cuando se dice que la mano ha sido «hecha para» tomar. Este es, por supuesto, el núcleo de la teleología o teleonomía, como se le denomina actualmente con mojigatería. Así pues, en lugar de decir que el órgano X *hace* Y o que X desempeña la *función* (o *las funciones*) Y, muchas personas, aun algunos eminentes biólogos evolutivos, dicen que Y es el *propósito* o *finalidad* de X. Sostengo que, si bien las nociones de propósito y finalidad son indispensables en la psicología y las ciencias sociales, la biología debe deshacerse de ellas, ya que son vestigios del antropomorfismo y del vitalismo.

Sugiero, más aún, que las nociones de propósito y meta deben ser reemplazadas, en la biología y en otras disciplinas, por el concepto de función específica o rol específico, del cual puede darse la siguiente definición: la función (o rol) específica de un subsistema de un organismo es la función (o proceso) que únicamente ese subsistema puede desempeñar. Por ejemplo, la función específica de la corteza del cerebro humano es tener experiencias cognitivas. Pero la materia de la mente merece otro apartado.

5. El enfoque sistémico del cerebro y la mente

La psicología es, desde luego, la ciencia de la conducta y la experiencia subjetiva. En psicología, como en cualquier otro campo científico, se debe comenzar por identificar el objeto (o los objetos) de estudio o referentes. Si fuésemos a creer en la filosofía de la mente clásica, el objeto de estudio de la psicología es el alma, espíritu o mente inmaterial. En su versión más reciente, el espiritualismo sostiene que la mente es una

colección de programas semejantes a los de los ordenadores, que puede ser «encarnada» (o «ejemplificada») tanto en un cuerpo como en una máquina.

Pero si la mente fuese inmaterial, no se la podría estudiar del modo en que se estudian las cosas concretas como los cerebros, es decir de manera tanto experimental como teórica. De allí que la ciencia y la filosofía de la mente nada tendrían que aprender de la investigación del cerebro o de las psicologías fisiológica y social. Del mismo modo, resultaría imposible construir y poner a prueba modelos matemáticos del tipo de los que tanto éxito han tenido en la ciencia: aquellos que involucran los espacios de estado constituidos por las propiedades más conspicuas de los sistemas en cuestión. Como consecuencia, habría un abismo entre los estudios de la mente y la ciencia.

Quien se tome en serio los recientes descubrimientos de la neuro- ciencia, así como el enfoque sistémico, rechazará la perspectiva anterior, sin rechazar necesariamente la hipótesis de que los procesos mentales poseen características peculiares que los distinguen de otras funciones corporales. Si bien reír es diferente de caminar, ambas son funciones corporales. Si elegimos el enfoque científico de la mente, escogeremos el sistema nervioso central —el órgano de la mente— como nuestro sistema principal (aunque no el único) y procuraremos comprender sus propiedades y funciones específicas.

Ya conocemos algunas de estas propiedades y funciones peculiares. Una de ellas es el inusual nivel de actividad espontánea (independiente de estímulos) de las neuronas, descubierto (y olvidado) en 1914: puede haber output sin input, contrariamente a lo que sucede con un ordenador. Otra particularidad del tejido nervioso es la inhibición lateral que acompaña a toda excitación. O sea, contrariamente a lo que ocurre en un cuerpo elástico o incluso en el vacío, las excitaciones no se propagan, sino que permanecen confinadas.

Una tercera propiedad específica del tejido nervioso, en particular de la corteza cerebral de los mamíferos, es la agrupación de las neuronas en sistemas, tales como las minicolumnas, las columnas y los sistemas mayores descubiertos por Vernon Mountcastle (1998). Estos sistemas poseen propiedades (emergentes) que les son peculiares; actúan como totalidades en algunos aspectos y, a menudo, se autoensamblan en el transcurso del desarrollo individual.

Una cuarta propiedad es la diferenciación funcional y relativa independencia de algunos subsistemas del cerebro; esto explica el «procesamiento» paralelo de, digamos, la forma, el color, la textura y el movimiento de un estímulo visual. Esta relativa autonomía de ciertos subsistemas del cerebro también explicaría por qué la pérdida de un subsistema incapacita o borra algunas capacidades mentales, pero no otras.

Una quinta propiedad específica de la corteza cerebral es la plasticidad (no confundir con elasticidad) de ciertas conexiones intencu- rales. La plasticidad neural es la clave de la plasticidad conductual y social.

Cualquiera de las cuatro primeras propiedades basta para echar la psicología de

estímulo y respuesta al cesto de papeles. Y la quinta, la capacidad de formar nuevos sistemas de neuronas, cuyas conexiones mutuas (sinápticas) pueden cambiar de un modo duradero, es aun más interesante. Estas neuronas se hallan principalmente en las partes filo- genéticamente más recientes del cerebro. Más de un siglo atrás, Tanzi, Lugaro y Cajal, tal como hicieron Donald Hebb y Dalbir Bindra medio siglo más tarde, sostuvieron que aprender algo es igual a la emergencia de un sistema de neuronas especializado que se mantiene unido por conexiones sinápticas excitativas plásticas (véase Hebb, 1980).

Nosotros generalizamos y supusimos que tales sistemas multineu- ronales plásticos están a cargo de las funciones mentales (Bunge, 1980). En otras palabras, la mente sería la colección de funciones específicas de las regiones plásticas del cerebro. Los animales que carecen de tales sistemas neurales, o sea, aquellos que poseen circuitos neurales rígidos (*wired-in*) o no poseen sistema neuronal alguno, no tendrían vida mental. Si, por otra parte, la conectividad (o estructura) de un sistema neuronal puede cambiar con el fortalecimiento o debilitamiento de las conexiones sinápticas, entonces, el sistema puede adquirir y perder ciertas funciones a lo largo de su vida. Estos cambios en los niveles de sistema celular y neural están enraizados en procesos subcelulares tales como el surgimiento y la desaparición de dendritas y en cambios moleculares tales como la expresión de genes modificada y la síntesis de proteínas.

En síntesis, el cerebro humano es plástico antes que rígido o elástico: puede aprender y olvidar, percibir o concebir nuevos elementos y, en ocasiones, crear ideas completamente nuevas. Las personas reconstruyen (*rewire*) sus propios cerebros cada vez que aprenden y olvidan e individuos con diferentes experiencias y profesiones diferentes desarrollan cerebros correspondientemente diferentes. En contraposición, casi todos los otros órganos, como por ejemplo los pulmones y los riñones, poseen funciones específicas fijas.

Suponemos, entonces, que un animal provisto de un sistema nervioso sufre un *proceso mental* (o desempeña una función mental) en tanto el sistema posee un subsistema plástico y mientras este se encuentra involucrado en un proceso específico. Llamamos *psicón* de la clase K al sistema neuronal plástico más pequeño capaz de desempeñar una función mental del tipo K. Todo estado o etapa de un proceso mental -o, de modo equivalente, todo estado de un psicón o de un sistema de psicones- se denomina *estado mental* del animal. Por ejemplo, la formación de propósitos y planes parece ser una actividad específica de los psicones de la corteza prefrontal.

En cambio, el dolor, el hambre, la sed, el temor, la ansiedad, la ira, el impulso sexual y el control de los ritmos circadianos parecen ser procesos de sistemas neurales subcorticales, tales como el hipotálamo, que poseen poca o ninguna plasticidad. Con todo, puesto que estos sistemas -más antiguos desde el punto de vista filogenético- están «cableados» a las «áreas» cognitivas, pueden ser influidos por ellas: no hay procesos puramente cognitivos, ni puramente afectivos. Esta es una

de las razones por las cuales es erróneo separar la psicología cognitiva del resto de las ciencias de la mente y el comportamiento.

En resumen, ahora podemos definir el engañoso concepto de mente. Estipularemos que la *mente* de un animal en un período dado es la unión de todas las funciones (procesos) específicas que tienen lugar en la parte plástica de su sistema nervioso durante un período dado. Volveremos al problema mente-cuerpo en el capítulo 11.

Hasta el momento hemos fijado nuestra atención en el cerebro. Sin embargo, lejos de ser totalmente autónomo, el cerebro está íntimamente conectado con los sistemas endocrino e inmune, así como con sistemas de apoyo como el cardiovascular, el digestivo y el músculo-esquelético. Por lo tanto, no hay procesos puramente nerviosos. De allí que una adecuada comprensión de las funciones mentales y el tratamiento de las disfunciones mentales pueda lograrse solamente por medio del estudio del supersistema neuro-endocrino-inmune. En particular, los llamados fenómenos psicosomáticos, como el rubor, la tensión premenstrual y los eczemas psicosomáticos, solo comenzaron a comprenderse a partir del nacimiento de la psico-neuro-endocrino-inmuno- logía, en los inicios de la década de 1980. De modo semejante, las emociones sociales —tales como la empatía, la vergüenza, el orgullo, los celos y la compasión— son ahora explicadas por la psicología cognitivo-afectiva social, en términos de interacciones cerebro-sociedad, una reivindicación más del enfoque sistémico.

Comentarios finales

El concepto de sistema es fundamental para la matemática y para las ciencias naturales. Y esto por dos razones. Una es que el mundo real es el sistema de todos los sistemas. La otra razón es que todas las ideas, refiéranse o no a cosas reales, se presentan en haces. Una idea aislada sería ininteligible y, por lo tanto, no sería una idea en absoluto. Es, pues, sorprendente que el concepto mismo de sistema esté ausente de la mayoría de las filosofías contemporáneas, uno de los indicadores de la crisis de la disciplina (Bunge, 2001a). Esto es lamentable, puesto que el reconocimiento explícito de la ubicuidad de los sistemas contribuye a identificarlos y a analizarlos. También evita confundir el sistemismo con el hohismo confuso e irracionalista, característico de la filosofía romántica, el culto New Age, el posmodernismo y la filosofía feminista.

4

Sistemas semióticos y sistemas de comunicación

El lenguaje ordinario ofrece uno de los ejemplos más simples y, a la vez, más sofisticados de los conceptos de sistema, módulo, encadenamiento, emergencia y nivel: véase en tabla 4.1.

Solamente un subconjunto finito, aunque abierto, de los infinitos encadenamientos de módulos del nivel 0, tales como letras, constituyen un vocabulario. Del mismo modo, no toda combinación de palabras es una frase y no toda combinación de ellas tiene como resultado un enunciado, una pregunta o una orden. La significación (el complemento lingüístico del significado) emerge en el nivel 1 y se traslada a todos los niveles superiores. Sin embargo, solo un subconjunto de todos los enunciados posibles significa algo: la relación entre signos y significados es de muchos a uno. Y la verdad (o, mejor dicho, su representante lingüístico) emerge en el nivel 3. En términos estrictos, la verdad es una propiedad de las proposiciones, no de sus representantes lingüísticos (expresiones y enunciados), habida cuenta de que la misma proposición puede ser designada por diferentes enunciados.

Sin embargo, los lenguajes hablados constituyen solo una especie de sistema semiótico. Otros sistemas semióticos son las partituras musicales, los planos, los gráficos y los diagramas tecnológicos. Un sistema semiótico (o simbólico) es un sistema que está compuesto por signos, tales como expresiones, gestos, palabras y gráficos, que significan algo para alguien en virtud de ciertas convenciones. Los enunciados, los párrafos, los textos y los lenguajes -tanto hablados como escritos-, los

Tabla 4.1. Los cinco niveles léxicos

<i>Nivel</i>	<i>Categoría léxica</i>
4	Texto
3	Enunciado, pregunta, orden
2	Frase
1	Palabra
0	Letra, numeral, símbolo auxiliar, por ejemplo, «)», «?» y el espacio

diagramas, los planos, los mapas y los horarios son sistemas semióticos. En contraposición, los gestos aislados, las palabras individuales, las líneas, los ideogramas o los numerales solo pueden ser componentes de sistemas semióticos. En términos estrictos, tomados de modo aislado, son signos sincategoremáticos, vale decir que carecen de significación. Solo adquieren significación en contexto o en combinación con otros signos, o sea al ser incorporados a un sistema. Por ejemplo, «¡Ve!» solo puede significar algo en el contexto de una discusión acerca de una acción determinada que debe ser realizada. Nada significa en relación con un problema algebraico y mucho menos en sí mismo.

Aunque nuestra definición de sistema semiótico parece obvia, se torna problemática tan pronto como se nos pide que elucidemos sus componentes clave, a saber, los conceptos de sistema, signo y significación. El primero de ellos ya fue definido en el capítulo 1. Ahora caracterizaremos los dos restantes. También intentaré mostrar las ventajas de considerar los lenguajes como sistemas semióticos a la par de los sistemas naturales, tales como los órganos corporales, y de los sistemas sociales, tales como las comunidades lingüísticas, si bien, por supuesto, son muy diferentes de ellos.

Desgraciadamente, la idea misma de sistema está ausente en la filosofía del lenguaje estándar (véase, por ejemplo, Martinich, 1996). Y, no obstante, el enfoque sistémico del lenguaje posee numerosas ventajas. Una de ellas es que cuando se presenta un lenguaje como un sistema, en lugar de como un mero agregado, se puede explicar la contextualidad, dado que la significación de un signo depende parcialmente de su contexto. Otra ventaja del sistemismo es que enfatiza las relaciones entre elementos lingüísticos y extralingüísticos, tanto las cognitivas como las que no lo son. Una tercera ventaja es que alienta a acentuar —en lugar de cortarlos lazos entre forma, contenido (significado) y uso. Una cuarta ventaja es que muestra la lingüística como una multidisciplinaria a caballo de la división entre ciencias naturales y ciencias sociales, erigida por el idealismo (Bunge, 1986).

Por último, también caracterizaremos el concepto de sistema de comunicación. Este, a diferencia de un sistema semiótico, está constituido por animales vivientes que intercambian señales que pertenecen a un sistema semiótico. De allí que, a diferencia de los sistemas semióticos, los sistemas de comunicación deban ser estudiados por etólogos, biosociólogos, antropólogos, sociolingüistas y sociólogos.

1. Las palabras, las ideas y las cosas

Los gramáticos tienden a considerar el lenguaje únicamente como un conjunto de palabras que pueden combinarse según ciertas reglas. O sea, fijan su atención en la composición (vocabulario) y en la estructura (gramática) de un sistema lingüístico, pasando por alto el entorno en el cual está inserto. Y, sin embargo, ese entorno, en particular la cultura, es el que otorga significación a las expresiones lingüísticas, porque a) el lenguaje es predominantemente instrumental y b) los vínculos signo-cosa, signo-idea y signo-sonido, son convencionales. (Por una crítica de la perspectiva del lenguaje en un vacío social, véase Donald, 1991.)

Es por ello que diferentes lenguajes son partes de diferentes culturas. También es esta la razón por la cual puede haber una lengua común internacional, tal como el latín o el inglés, a través de culturas con una considerable superposición. Y es esta la causa -la convención antes que el genoma o la razón— por la cual en inglés se dice *round table* [mesa redonda] en vez de *table round*, expresión que se ajusta mejor al pensamiento correspondiente, como ocurre en el francés *table ronde*, puesto que los adjetivos son subsidiarios respecto de los sustantivos. La convención es también la razón por la cual se dice *trai'bjunl* en vez de *trib-ju:nl*, lo que es más razonable dado que se ajusta mejor a la raíz *tribjum*.

Imagínese la siguiente situación. Usted es abordado por una extraña, quien se halla visiblemente perturbada y se expresa en una lengua completamente desconocida. Usted desea ayudarla, por lo cual hace un esfuerzo para comprender lo que la mujer ha dicho. Dado que no es ni un lógico, ni un gramático transformacional, usted no se propone descubrir (practicando una ingeniería en reversa) las reglas de formación y transformación propias del habla de la mujer. Todo lo que desea descubrir es el significado de esas expresiones. Entonces, comienza procurando descubrir cuál es el referente de lo dicho por la extraña: ¿de qué está hablando? Si tiene éxito en conjeturar el referente, tal vez realizando gestos e invitando a la extraña a que también los haga, usted ya está preparado para abordar el segundo problema: ¿qué dijo su interlocutor?, es decir ¿cuál es el sentido o contenido de lo que dijo? En resumen, usted intenta averiguar la significación o el significado de lo dicho, en tanto que presta poca o ninguna atención a las sutilezas sintácticas. Usted sabe que, a pesar de Chomsky, el contenido lleva la forma y no al revés. Y, tácitamente, define el significado como referencia más sentido o denotación juntamente con connotación.

A pesar de la fundamental importancia del significado en el habla, los lingüistas

aún no han producido una teoría aceptable del significado, o sea una semántica. Es como si su disciplina fuese víctima de la afasia de Wernicke, la cual se caracteriza por una notable incapacidad para la comprensión del lenguaje. Un paciente de esta condición puede hablar claramente, con una gramática perfecta, pero sin sentido: mantiene la fonética y la sintaxis, en tanto que la semántica se ha perdido. Comparados con este, todos los otros síndromes de afasia son suaves. Por ejemplo, un paciente con afasia sintáctica puede decir «Beber deseo agua» en lugar de «Deseo beber agua», pero seguramente se hará entender. En contraposición, nadie le entenderá si dice insensateces sintácticamente bien formadas, tales como «Se analizó gramaticalmente hasta morir», o «La “I” inmediata, que ya soporta la esfera de soporte primordial, constituye en sí misma otra como otra» (Husserl, 1970:185).

Resumiendo, aunque el análisis gramatical de las expresiones se inicia con el descubrimiento de su forma o sintaxis, la formación de expresiones comienza con su contenido o significado. Así pues, a pesar de la opinión de Chomsky, la sintaxis es auxiliar de la semántica. Sin la semántica, una teoría lingüística sería como una astronomía planetaria que ignorase el Sol. En consecuencia, la semántica -no la sintaxis o la fonética- debería estar en el centro de toda teoría lingüística. No obstante, la teoría lingüística estándar no contiene siquiera una teoría del significado o aun de la referencia (denotación) exacta y generalmente aceptada, o sea una teoría que elucide la relación entre los signos, por un lado, y las ideas o las cosas que ellos simbolizan, por otro.

Echemos un vistazo a esta relación entre signo y denotado. Damos por supuesto que, dado que se debe entender que quienes los utilizan son humanos -no ordenadores- los signos denotan solo a través de las ideas. Por ejemplo, el ideograma chino para casa denota una casa, porque evoca la idea de una casa. En otras palabras, la relación entre signo y cosa es realmente la composición de las relaciones entre signo y concepto, y concepto y cosa. Aquí también, los signos son tales en la medida que transmiten significados; y estos son propiedades de los constructos (conceptos y sus combinaciones). He aquí por qué la psicología y la sociología son pertinentes para la lingüística, pero no para la informática.

Los conceptos —tales como los predicados «es claro» y «es más claro que»- son las unidades de significado. Estas se combinan para formar sistemas conceptuales de muchos grados de complejidad. Los sistemas conceptuales más simples son las proposiciones, tales como «Los humanos son sociables». A los fines del análisis es conveniente formalizar esta proposición particular, que se escribiría: «Para todo x, si x es humano, entonces x es sociable», o, abreviado, « $(\forall x)(Hx \Rightarrow Sx)$ ». Los componentes de este sistema son los conceptos lógicos V («para todo») y « \Rightarrow » (si-entonces), el signo neutral x y los predicados extralógicos «es humano» y «es sociable». (Doy por supuesto que los predicados son conceptos que representan propiedades, sean reales o imaginarias. En tanto que las propiedades se poseen, los predicados se atribuyen, verdadera o falsamente. Esta distinción solamente es válida para elementos extralingüísticos. Véase Bunge, 1977a.)

La *composición* de una proposición es el conjunto de conceptos que aparecen en

ella. La *estructura* de una proposición es su forma lógica, la cual se exhibe mejor con auxilio de la lógica de predicados, como en el ejemplo anterior. Y el *entorno* de una proposición es el conjunto más o menos heterogéneo y desordenado de proposiciones que están o pueden estar lógicamente relacionadas con una proposición dada. Dos de los miembros del entorno del ejemplo previo son «Todos los humanos son animales» y «La sociabilidad es necesaria para el bienestar». Sin este entorno esta proposición no sería tal, puesto que carecería de sentido. En efecto, el enunciado que designa (o expresa) una proposición sería incomprensible si estuviese aislado.

Las proposiciones pueden tener o adquirir una propiedad emergente de la que sus constituyentes carecen, a saber, un valor de verdad. De tal modo, en tanto que «.» no es verdadero ni falso, «El punto designa la conjunción» es una proposición verdadera. Sin embargo, las proposiciones no pueden ser definidas como los objetos que son verdaderos o falsos, porque hay proposiciones que no pueden ponerse a prueba o son indecidibles, no solo en matemática, sino también en teología y filosofía, tales como «Hay otros mundos además del nuestro». Una proposición puede, entonces, tener significado en un contexto y, con todo, carecer de valor de verdad, ya sea en forma temporaria o para siempre. Esto sugiere el siguiente ordenamiento metodológico:

Significado < Contrastabilidad < Prueba (test) < Asignación de valor de verdad,

donde «<» simbolizada relación de precedencia.

¹ En el original *testability*, término que alude a 'la cualidad de ser empíricamente contrastable o pasible de puesta a prueba empírica. [N de! X]

Puesto que las proposiciones son sistemas, todo sistema de proposiciones, tal como los sistemas de ecuaciones y las teorías (a diferencia de las hipótesis por sí mismas), son supersistemas, es decir sistemas compuestos por subsistemas. Estos no son los únicos sistemas conceptuales. Podemos distinguir al menos otros dos tipos de sistema conceptual: el contexto y la clasificación.

Un *contexto* es un conjunto P de (al menos dos) proposiciones junto con su dominio D (o universo del discurso). O sea, $C = (P, D)$, donde D — conjunto de referentes de las P . Ejemplo: cualquier conjunto de proposiciones acerca del orden verbo-sustantivo-sujeto. P y D deben mantenerse separadas (si bien relacionadas), porque a un único conjunto P de proposiciones (formales) pueden asignársele diferentes clases de referencia en momentos diferentes. Un contexto es un sistema propiamente dicho, solamente si sus proposiciones componentes poseen al menos un referente en común, dado que en este caso están vinculadas por la relación de equivalencia de poseer una clase de referencia en común no vacía. Esta es, pues, la estructura de un contexto. (De modo más preciso, si $P = \{P_1, P_2, \dots, P_i, \dots\}$ y $R(P_i) = D_{P_i}$ entonces D es igual a la unión de los D_{P_i} , y los referentes en común de las se

hallan en la intersección de los D_i . R es, desde luego, la función de referencia, que mapea las proposiciones en sus clases de referencia.) En cuanto al entorno de un contexto, puede considerarse como la unión de los entornos de todas las proposiciones del contexto.

Finalmente, una *clasificación* de un dominio D dado de elementos puede ser caracterizada como una división de D junto con el conjunto de relaciones entre las subclases de D que resultan de la división. Por ejemplo, con respecto al orden verbo-sustantivo-sujeto, las lenguas naturales pueden dividirse en seis clases: VOS, VSO, OSV, OVS, SVO y SOV. (La investigación empírica puede mostrar que una de estas clases está vacía. Esto plantea un interesante problema para los lingüistas históricos, los sociolingüistas y los psicolingüistas, pero ello no puede contar en contra de la división misma.)

Hasta aquí lo dicho sobre los sistemas conceptuales. Pasemos ahora a examinar sus representantes lingüísticos o «encarnaciones» perceptibles (con perdón de la expresión platónica), a saber, los sistemas semióticos.

2. Los sistemas semióticos

La unidad básica de un sistema semiótico es, por supuesto, el signo artificial. Los «signos naturales», tales como las nubes oscuras, lo son únicamente gracias a hipótesis. Y los «signos sociales», tales como los guiños, lo son solamente en virtud de las convenciones sociales. Vale decir, los signos naturales y sociales no son signos propiamente dichos, sino más bien indicadores perceptibles de cosas, propiedades o sucesos imperceptibles. Es por ello que no significan y, por lo tanto, hablar de su «significado» es metáfora en el mejor de los casos y, en el peor de ellos, un completo error. En particular, es erróneo pensar que la vida social es un texto o «como un texto», solo porque las personas «interpretan» los comportamientos sociales, vale decir conciben hipótesis acerca de su intención o propósito. En resumidas cuentas: la hermenéutica social está fundamentalmente errada al confundir hipótesis con interpretación. (Más sobre ello en el capítulo 13.)

Un *signo artificial*, o símbolo, puede ser caracterizado como un signo creado o utilizado para designar un concepto como el de lenguaje o para denotar un elemento extraconceptual, tal como una cosa material individual u otro signo. Podemos llamarlos signos *designativos* y *denotativos* respectivamente. Un ejemplo de signo designativo: un numeral (el cual designa o nombra un número). Un ejemplo de un signo denotativo: un nombre propio. (Por más detalles véase Bunge, 1974a.)

Las relaciones de designación (signo-concepto) y denotación (signo-cosa) pueden combinarse con la relación de referencia (o acerca de lo que se trata), como en la figura 4.1.

De un signo que designa un constructo bien definido puede decirse que es *significante*: transporta el significado (sentido más referencia) de su designado. Así pues, la significación es el significado lingüístico o significado por medio de

representante. Y la sinonimia, o identidad de significado, se traduce como equisignificación. Vale decir que dos signos son equisignificantes si representan al mismo constructo. Este es, desde luego, el concepto que subyace a la traducción: un texto es una traducción fiel del original si cada enunciado de la primera significa lo mismo que su correspondiente en el original. Nótese que esta definición contiene el artículo indefinido «una» en lugar del definido «la». La razón es, desde luego, que puede haber más de una traducción fiel de un enunciado. Lo que importa en una traducción es la invariabilidad del significado, y los significados se ocultan detrás de los signos que simbolizan constructos bien definidos.

Los signos son entidades perceptibles (visibles, audibles o palpables), no entidades abstractas como los conceptos y las proposiciones: piénsese en enunciados legibles, dibujos visibles, puntos de Braille y palabras audibles. Sin embargo, solo los signos icónicos (o figurativos), tales como la mayoría de las señales viales, son interpretables de modo directo. Los signos no icónicos, o sea, los símbolos, no pueden leerse

Figura 4.1. Un signo o bien designa un constructo o bien denota un elemento concreto. Solo en el primer caso el signo tiene significado, o sea posee tanto sentido como referencia.

sin un código que los acompañe, aunque este sea a menudo tácito. Piénsese en las letras del abecedario y en las palabras que componen, en contraposición con los jeroglíficos. O piénsese en mapas, partituras musicales, gráficos, diagramas de circuitos, diagramas de organización y de flujo o incluso planos de arquitectura.

Los signos artificiales (símbolos) solo pueden ser leídos con auxilio de convenciones semióticas (explícitas o tácitas), tales como «Letra S —> Sonido sibilante», «Mancha azul en un mapa —> Extensión de agua», «Línea dentada en un diagrama de circuito —> Resistencia óhmica», «\$ —¥ dólares» y «Dinero —> bienes o trabajo». En otras palabras, en tanto que los signos no simbólicos son artefactos puramente materiales, los símbolos son artefactos materiales unidos a reglas de designación (explícitas o tácitas). Esto muestra que los sistemas semióticos, lejos de ser entidades existentes por sí mismas, resisten o caen con las personas que los utilizan.

Nótese que las divisiones entre designativo y denotativo y entre símbolo y no símbolo no coinciden, porque mientras que algunos símbolos representan conceptos, otros no. Así pues, en tanto que los numerales «5», «V» y «|||||» designan al número cinco, el cual es un concepto puro, los nombres propios y los nombres de lugares denotan cosas concretas. Del mismo modo, el signo «\$5» denota un billete (o un cheque o una orden de pago) de cinco dólares o su equivalente en bienes.

(Acabo de sugerir una polémica definición del concepto de dinero, que hasta el momento parece haber eludido a los economistas, a saber: «El papel moneda es un

símbolo de bienes o trabajo». En otras palabras, el papel moneda es un elemento semiótico, dado que su único valor radica en lo que representa. Por lo tanto, los sistemas monetarios, como el Sistema Monetario Europeo, son sistemas sociales con un carácter semiótico. Con todo, no son lenguajes: todos los lenguajes son sistemas semióticos, pero lo recíproco es falso. Esta interpretación posee la ventaja de evitar la reificación propia de afirmar que el dinero, o cualquier otro símbolo, es poderoso: únicamente las personas que utilizan ciertos símbolos pueden ejercer poder, y ello es así en virtud de las cosas o procesos que esos símbolos representan.)

La figura 4.1 simboliza dos relaciones semióticas clave, según el objeto significado sea material o conceptual. Si el signo denota una cosa concreta real o posible, tal como una mesa o un signo, entonces significa el elemento al cual señala, pero carece de significado. Si, en contraposición, un signo designa un constructo, como en «numeral \rightarrow número», entonces posee un significado propiamente dicho. Estipularemos que, en este último caso, el *significado* (indirecto) de un signo es el par ordenado (*sentido, referencia*), donde ambos miembros de este par están definidos con precisión en otro sitio (Bunge, 1974b). Si el constructo en cuestión está definido, entonces su sentido es el conjunto de sus definidores. Si pertenece a una teoría, su sentido es el conjunto de constructos que lo implican o son implicados por él. (O sea, $S(c) = \{x \in C \mid x \Rightarrow c \vee c \Rightarrow x\}$.) Con respecto a los referentes de un constructo, son el objeto o los objetos de los cuales trata. De tal modo, los referentes de «La afasio- logía estudia los desórdenes lingüísticos» son la afasiología y el conjunto de los desórdenes lingüísticos.

Los objetos a los que se refiere un constructo pueden ser concretos o abstractos, reales o potenciales, posibles o imposibles. En consecuencia, decir que un constructo (o el signo que lo designa) no tiene referencia, solamente porque su referente no existe denuncia la ignorancia acerca del papel de las hipótesis en la investigación científica. En ocasiones, los exploradores del mundo real comienzan su viaje planteando hipótesis sobre cosas, propiedades o acontecimientos de los cuales no poseen pruebas: la meta de la investigación puede ser producir pruebas a favor o en contra de la efectiva existencia de tales elementos. En resumen, aunque todos los signos son reales, no todos ellos son realistas: algunos representan elementos (o bien conceptual o bien materialmente) imposibles. De tal modo, el predicado «es Alá» es perfectamente significante para cualquier infiel familiarizado con el islam.

Como señaló Stuart Mill, puesto que los nombres propios poseen referentes pero no sentidos, no tienen significado. Son solo etiquetas convencionales, como los números que nos dan cuando entregamos nuestros abrigo en un guardarropa. (Es cierto, algunos pocos nombres propios, tales como Margarita y Argentina, se originaron como descriptores, pero actualmente se asignan por convención.) Por lo tanto, los ensayos filosóficos sobre el significado de los nombres no son soia- mente aburridos, sino también erróneos. Shakespeare (¿o fue Marlowe?) hubiera dado un respingo, ya que sabía que la forma, el color y el perfume de una rosa no varían con el nombre que se le dé. Del mismo modo, las acciones no pueden tener significado alguno, a despecho de Weber y la escuela hermenéutica de los estudios sociales. Lo

que las acciones poseen, cuando son deliberadas, son intenciones o metas. (Más sobre esto en el capítulo 13.) Solo los signos pueden significar, y lo hacen únicamente si transportan los significados de constructos.

El reconocimiento de la naturaleza convencional de los nombres propios permite evitar bizantinos rompecabezas tales como si en un mundo diferente Shakespeare y El Bardo aún serían la misma persona. La respuesta es que la pregunta misma es incorrecta, porque se ha convenido que «Shakespeare» y «El Bardo» denoten (refieran a) la misma persona y las convenciones son independientes de los asuntos de hecho. Estamos tratando con palabras, no con mundos.

3. Los lenguajes como sistemas semióticos

Un lenguaje, sea natural (histórico), artificial (designado) o mixto, está hecho de signos artificiales (o convencionales) junto con reglas para combinarlos y asignarles significado. De una lengua que, como el francés, está en parte regulada por una academia y una élite literaria, puede decirse que es mitad natural y mitad artificial. De allí que la distinción entre natural y artificial no equivalga a establecer una dicotomía. En contraposición, la distinción entre matemático y no matemático es una dicotomía. Un lenguaje no matemático, como el inglés, está hecho de palabras, en tanto que un lenguaje matemático, como el cálculo de predicados, está constituido por símbolos como 3 , x , P , \Rightarrow y $\forall xPx$ que no son palabras, aun cuando se combinen para formar enunciados. Ejemplo: « $Pb \Rightarrow \forall xPx$ » se lee «si un individuo b posee la propiedad P , entonces algunos individuos poseen la propiedad P ». En consecuencia, la sintaxis de las teorías matemáticas es fundamentalmente diferente de la propia de un lenguaje natural. Por ejemplo, la regla según la cual la expresión «derivada de una función» es una fórmula bien formada, en tanto que «la función de una derivada» no lo es, carece de equivalente en los lenguajes ordinarios. A su vez, la raíz de esta diferencia es la diferencia entre el conocimiento ordinario (o conocimiento sobre asuntos cotidianos) y el conocimiento científico. Puesto que la filosofía del lenguaje estándar pasa por alto esta diferencia, no puede hacer contribución alguna a la filosofía de la ciencia, en particular a las filosofías de la lingüística y de la matemática.

Ahora bien, todos sabemos que los signos aislados, tales como los que uno puede inventar, sin pensarlo, para hacer un énfasis lingüístico o solamente por divertirse, no son significantes. Por lo tanto, cuando se presenta una duda acerca de la significación de un signo, se lo coloca en algún contexto. Vale decir, se intenta descubrir o conjeturar el sistema de signos del cual ha sido extraído. Siempre hacemos eso cuando nos proponemos resolver la ambigüedad de una expresión tal como «Ese era un anillo [*¿de bodas, telefónico, algebraico?*]». La moraleja es obvia: un lenguaje es un sistema, de tal modo que ningún signo significa (o sea, es un signo propiamente dicho), a menos que esté incluido en un sistema semiótico. (A propósito, esto no debe confundirse con el infame dogma de Jacques Derrida de que

«nada hay fuera de los textos».)

A causa de que el significado es contextual, ninguna teoría lingüística puramente combinatoria o computacional puede ser adecuada. En otras palabras, no es verdad que para entender una expresión lingüística todo lo que necesitamos es conocer sus constituyentes y la regla (o las reglas) para computar el significado de la totalidad en términos del significado de sus constituyentes. Necesitamos, también, conocer el contexto: debemos ser capaces de colocar el elemento lingüístico en un sistema epistémico. Por ejemplo, la expresión «Los académicos estaban interesados en ese problema» es un trozo de información histórica en un contexto y una acusación, o bien de obsolescencia o bien de futilidad, en otro.

La tesis de que un lenguaje es un sistema fue propuesta por Franz Bopp en tiempos tan lejanos como 1816 y ya estaba «en el aire» cuando Saussure la adoptó y elaboró en su famoso *Cours*, exactamente un siglo más tarde (Koerner, 1973: 2.2.4). Sin embargo, en aquel momento aún no estaba claro si el lenguaje debía ser entendido como un sistema de signos o como un sistema de relaciones. Y, en todo caso, la idea misma de sistema era tan confusa que a menudo se la identificaba con la de organismo, tal como correspondía a la cosmovisión holística (u organista) predominante en el lugar y el momento del nacimiento de la lingüística como una disciplina separada.

Recordando el modelo **CESM** (cap. 2, apartado 5), sostengo que todo lenguaje *L*, sea natural o diseñado, es un sistema semiótico con

composición de *L* = una colección de signos artificiales (símbolos);

entorno de *L* = la colección de elementos naturales y sociales (en particular culturales) a los que se refieren las expresiones de *L*;

estructura de *L* = las relaciones sintácticas, semánticas, fonéticas y pragmáticas de *L*.

La sintaxis de *L* más las relaciones lógicas entre los conceptos designados por los signos de *L* es la estructura interna (o *endo estructura*) de

(La primera es una categoría lingüística, en tanto que la segunda es lógica y, por ello, es independiente de la particular envoltura lingüística.) Y la *exoestructura* de *L* es la colección de relaciones que vinculan los signos de *L* con el mundo (natural, social y cultural), en particular con la persona que habla y su interlocutor. Las relaciones de designación, denotación (o referencia), hablar y oír pertenecen a la exoestructura de un lenguaje: relacionan signos con conceptos y cosas concretas. En otras palabras, la exoestructura de un lenguaje es su contorno, o sea el puente entre el lenguaje y el mundo. Es esto lo que hace del lenguaje un medio de comunicación, acerca de lo cual diremos más, luego. (Véanse Bunge, 1974a y Dillinger, 1990 sobre las definiciones formales de un lenguaje.)

Tal como se los ha definido aquí, los lenguajes —a diferencia de los signos individuales— no son sistemas reales, concretos o materiales. Los que son reales son los usuarios del lenguaje, sus actividades de habla y escritura y los sistemas sociales (comunidades lingüísticas) que constituyen. (Lo mismo es válido para todos los

sistemas semióticos.) Por consiguiente, los lenguajes ni se desarrollan ni evolucionan de por sí. De allí que no haya mecanismos de cambio lingüísticos; en particular no hay fuerzas evolutivas. Solo las cosas concretas, tales como los hablantes y las comunidades lingüísticas pueden desarrollarse y evolucionar. Y, desde luego, al desarrollarse o evolucionar modifican, introducen o eliminan expresiones lingüísticas. La historia de la matemática es comparable: los investigadores matemáticos inventan nuevas ideas matemáticas, las cuales son adoptadas o rechazadas por la comunidad matemática, pero la matemática no evoluciona por sí misma.

Si estamos interesados en la dinámica del cambio semiótico, debemos dirigir la mirada a los sistemas de comunicación, en particular a las comunidades lingüísticas: es allí donde los lenguajes y otros sistemas semióticos se originan, cambian y se extinguen.

4. El habla y el lenguaje

Saussure desarrolló la importante distinción, ahora habitual, entre *langue* (lengua) y *parole* (habla). Mientras que el habla es un proceso que tiene lugar en una cosa material —una cabeza o un grupo social— una lengua es un sistema de expresiones lingüísticas tomadas en sí mismas y, por lo tanto, un objeto conceptual. Una distinción similar se aplica a los lenguajes de signos.

Esta diferencia implica que, en tanto que el habla es estudiada por antropólogos, psicolingüistas, sociolingüistas, lingüistas de campo, expertos en desórdenes del habla e ingenieros del lenguaje, las lenguas son estudiadas por lingüistas generales, tales como gramáticos y filólogos. Esta misma distinción entre habla y lengua implica también que debería hablarse de la emergencia del habla, en lugar de la emergencia del lenguaje, del mismo modo que deberíamos referirnos al origen de los organismos y las biopoblaciones, antes que al de las bioespecies.

¿Cómo emerge el habla en el transcurso del desarrollo individual y cómo emergió en el transcurso de la evolución? Estos problemas, proscriptos a mediados del siglo XIX a causa de que eran tratados de un modo extremadamente especulativo, han retornado al primer plano (véase, por ejemplo, Corballis, 2002). Las opiniones están divididas entre los innatistas (o nativistas) y aquellos que piensan que toda el habla se aprende. El innatismo es insostenible por varias razones. Una de ellas es que todos los elementos lingüísticos son convencionales —o sea, fabricados— y locales, en lugar de ser descubiertos y universales. Otra es que los genes no son lo suficientemente complejos como para incluir fonemas y mucho menos reglas gramaticales, a lo que se añade que nada pueden hacer de por sí. Una tercera razón es que, si bien las personas diestras nacen normalmente con sus «áreas» de Broca y de Wernicke intactas, si estas han sido dañadas, un niño puede aprender a hablar con su hemisferio derecho. Vale decir, el lenguaje no está grabado en el tejido nervioso antes de nacer.

Aun así, es verdad que, como han afirmado Chomsky (1984) y Pinker (1997), el lenguaje es biológico. Pero no mucho más que otros artefactos culturales tales como el arte, la tecnología, la ciencia o la religión. Lo que hace que el lenguaje sea único e interesante es que, a diferencia de otros elementos biológicos, como la masticación, es un instrumento tanto para la cognición como para la interacción social. He aquí la razón por la cual la lingüística no es una ciencia natural ni una ciencia social, sino una interciencia que cabalga sobre la biología, la psicología y las ciencias sociales, según hemos sostenido antes. Hasta la escuela de Chomsky ha admitido, finalmente, la naturaleza mestiza de la lingüística (Hauser, Chomsky y Fitch, 2002).

¿Y quién inventa o aprende los signos lingüísticos y en qué circunstancias lo hace? Este problema exige no solo conjeturas perspicaces, sino también investigación empírica. Uno de los más recientes e interesantes descubrimientos es que los bebés y los niños de corta edad no esperan a dominar las reglas de la lengua materna. Construyen sus propios sistemas semióticos (protolenguas) antes de iniciarse en la lengua materna. Otro importante hallazgo es que algunos escolares sordos de Nicaragua crearon su propia lengua a mediados de la década de 1980: el Idioma de Señas de Nicaragua (Helmuth, 2001). En particular, estos niños inventaron sus propias reglas gramaticales.

Puesto que el sistema neuromuscular activado durante la gesticulación es muy diferente del que se utiliza en el habla común, es dudoso que nazcamos con un instinto del lenguaje. Con lo que normalmente nacemos, además de la capacidad para aprender, es la sociabilidad, la cual se realiza de múltiples maneras a medida que crecemos, desde la comunicación hasta los juegos, la lucha y la cooperación. La modalidad que elegimos activar depende en gran medida de la capacidad y la circunstancia.

Lo dicho sugiere que hay tres maneras de estudiar un lenguaje:

1. como «la ventana de la mente», un objeto en sí mismo no relacionado con las circunstancias sociales y las comunidades lingüísticas (*internalismo*);
2. como un medio de comunicación y, por lo tanto, de relaciones sociales (*externalismo*), o
3. como un instrumento tanto mental como social [*interno-externalismo*, o *sistemismo*] que debe ser aprendido.

El primer enfoque es el de los gramáticos puros como Noam Chomsky, el padre de la gramática generativa transformacional. Este enfoque viene acompañado por el apriorismo, por lo cual atrae a muchos más filósofos que a lingüistas de laboratorio o de campo. El sello distintivo de esta escuela es el siguiente conjunto de tesis: a) el habla está regida por reglas, en lugar de ser espontánea; b) las reglas gramaticales son puramente sintácticas, vale decir conciernen a la formación y transformación de símbolos sin importar su significado, sonido y uso; c) esas reglas flotan sobre la sociedad, en lugar de ser convenciones sociales; d) si bien difieren en los detalles de una lengua a otra, las reglas gramaticales son, fundamentalmente, manifestaciones

de una única gramática universal, y e) las reglas de esta gramática son innatas antes que fabricadas, refabricadas y aprendidas.

Esta sofisticada escuela ha realizado notables contribuciones a la sintaxis. Pero no ha producido ni una teoría del significado (semántica), ni una teoría del uso (pragmática), por no mencionar verdaderas teorías sobre la adquisición, la emergencia o el cambio de la lengua. Los estudios en bebés realizados a partir de mediados de la década de 1970 han refutado las hipótesis mellizas del innatismo y la gramática universal. Estos estudios han mostrado que la lengua, en lugar de «crecer en la mente», se desarrolla en cerebros incluidos socialmente, cuya arquitectura cambia con la experiencia (por ejemplo, Kuhl, 2000). Y, desde luego, los genetistas no han hallado el «gen de la gramática» que prestaría apoyo a la tesis del innatismo. (Lo que se ha descubierto son genes asociados con ciertos desórdenes lingüísticos específicos que, a su vez, pueden terminar siendo características de deficiencias cognitivas más generales.) En resumen, nacemos con un cerebro ignorante, pero que, por supuesto, es capaz de aprender a comer, a hablar, a socializar, a martillar, a conducir, a curar, a organizar, a calcular, a usar tarjetas de crédito, a filosofar, a robar, a asesinar, etc. (Véanse más críticas en Hebb et al., 1971 y MacWhinney, 1999.) Más aún, nada en este aprendizaje es una respuesta meramente automática a los estímulos ambientales: como conjeturó Jean Piaget, es un proceso constructivo (del cual diremos más en el apartado siguiente).

El segundo enfoque es el de la antropología, la sociolingüística y las lingüísticas geográfica e histórica (por ejemplo, Labov, 1972; Newmeyer, 1988; Cavalli-Sforza et al., 1994). Estas interdisciplinas, soslayadas completamente por los internalistas, cuentan con más de un siglo de existencia y han mostrado la sensibilidad del lenguaje a rasgos sociales tales como el oficio, la clase social, la educación, la migración, la invasión extranjera, la colonización y la pura moda. En particular, han mostrado cómo las lenguas francas pueden evolucionar hasta convertirse en criollas en el curso de una sola generación, cómo las olas migratorias pueden difundir una lengua a través de fronteras geográficas y políticas, y cómo las invasiones (como la de los normandos a Inglaterra) pueden modificar el habla tanto de invasores como de invadidos.

Por último, el tercer enfoque es el propuesto por Michael Halliday (1985), quien lo llama enfoque *sistémico* {o *funcional*). Esta escuela investiga la función de una expresión lingüística en un discurso en particular y coloca los lenguajes en sus contextos sociales. De este modo, estudia los usos tanto de ideación como interpersonales de las expresiones léxicas. Por lo tanto, toma el significado como básico y la forma (sintaxis) como derivada. En otras palabras, la lingüística sistémica comienza por reconocer que el mismo «significado» (elemento conceptual) puede ser designado por diferentes expresiones lingüísticas: tal como lo expresa Halliday, «la enunciación “realiza” o codifica el significado». Es por ello que a la gramática sistémica también se la llama «funcional».

Como Bopp y Saussure antes que ellos, los gramáticos sistémicos contemporáneos consideran el lenguaje como un sistema, cada uno de cuyos

símbolos adquiere un significado en virtud de su relación con otros símbolos. Por ejemplo, la primera, segunda y tercera persona pertenecen al «sistema de personas»; en cambio, «singular» y «pasado» no pertenecen al mismo sistema, puesto que no comparten significado alguno (Berry, 1975). Por último, pero no por ello menos importante, los gramáticos sistémicos (o funcionahstas) intentan controlar sus hipótesis. Vale decir, adoptan el método científico.

Con todo, la adopción de un enfoque científico y sistémico no basta: para formular e investigar problemas de emergencia del lenguaje, tanto en los niños como en el transcurso de la evolución, también es necesario el emergentismo.

5. El aprendizaje y la enseñanza del habla

El aprendizaje y la enseñanza de la lengua son estudiados por los psico-lingüistas y las ciencias de la educación. Ambos campos son la arena de vehementes controversias filosóficas. Echémosles un vistazo. La más notoria de ellas es una repetición de la antigua controversia entre lo innato y lo adquirido. Los aprioristas, como Chomsky y Pinker, sostienen que la lengua o bien es innata o bien «crece en la mente» y que el entorno participa solamente en la sintonía fina de la competencia lingüística. Más aún, todo hablante nativo distinguiría intuitivamente, sin instrucción, las expresiones gramaticalmente correctas de las incorrectas.

La mayoría de los psicólogos del desarrollo experimentales, comenzando por Jean Piaget, en la década de 1930, han discutido la hipótesis del innatismo. En lugar de ella, han adoptado la perspectiva constructivista, que sostiene que todo aprendizaje emerge de las interacciones entre las actividades sensoriomotoras y el entorno. Y nadie ha ofrecido pruebas de que el habla sea espontánea, esté separada de otras funciones y emerja en un vacío social. Aprendemos a hablar del modo en que aprendemos a caminar, comer, jugar, estudiar o formar juicios morales, a saber, interactuando con lo que nos rodean particular con quienes nos cuidan y con nuestros pares. Se sabe que los niños criados en orfanatos, casas-barco o granjas aisladas sufren discapacidades lingüísticas (y sociales).

La investigación empírica acerca de los mecanismos precisos de la emergencia del lenguaje en el desarrollo del niño se encuentra en plena marcha. Uno de los descubrimientos de esta investigación es que, contrariamente a lo que afirma la escuela de Chomsky, no hay un lenguaje autónomo o un órgano específico de la gramática: «los mecanismos neurales que “realizan” el lenguaje hacen también una multitud de otras cosas» (Bates y Goodman, 1999: 36). Esto no es sorprendente, dado que los significados emergen en los procesos de descubrir el mundo y actuar sobre él. Es por ello que los ciegos de nacimiento no pueden comprender los enunciados que involucran nombres de colores.

En cuanto a la tesis de la pretendida intuición gramatical, ella presupone que existe algo así como un único estándar de gramaticalidad. Pero no hay tal cosa, como lo revela aun un análisis superficial de los dia-

lectos que se hablan en una región determinada. Por ejemplo, las expresiones «I don't know nothin» e «It ain't so»,⁷ aunque inaceptables para la academia, son comunes en las calles de Estados Unidos. Han sobrevivido a pesar de su falta de gramaticalidad porque son inteligibles. El significado es mucho más importante que la gramática. Tanto que la mayoría de nosotros, incluido este autor, nos las arreglamos sin un conocimiento explícito de las reglas gramaticales.

En todo caso, no hay estándares objetivos de intuitividad, ya sea lingüística o de otra clase: las intuiciones del lector pueden ser mis contraintuiciones. De allí que, en el mejor de los casos, el recurso a la intuición sea de utilidad heurística y, en el peor de ellos, engañoso (véanse Sutherland, 1995; Hintikka, 1999). Y por lo general, las filosofías intuicionistas, tales como la de Bergson y la de Husserl, son subjetivistas e irracionales, por lo tanto, no científicas (véanse Kraft, 1957 y Bunge, 1962a, 1984).

La principal controversia filosófica suscitada por la enseñanza del lenguaje es la que tiene lugar entre los partidarios de dos métodos: el fonético y el de la palabra integral o aun del texto integral. El primero sostiene que a quienes aprenden un lenguaje, en particular a los niños en edad escolar, se les deben enseñar las correspondencias entre los sonidos hablados y los signos que los simbolizan: la meta es aprender a combinar las letras para formar palabras y las palabras para formar enunciados. Esta es una estrategia claramente sistémica, puesto que consiste en integrar un pequeño número de módulos (en este caso, fonemas y símbolos elementales) para producir un número ilimitado de expresiones lingüísticas. Más aún, los módulos son presentados en contexto, no de manera aislada. Por ejemplo, se puede enseñar la letra T señalándola en palabras tales como «tienda» y «mascota». Este es el método tradicional.

Los opositores al método fónico sostienen que los estudiantes aprenden a leer y a escribir espontáneamente, al serles presentadas palabras íntegras o, incluso, narraciones completas. Al igual que el psicólogo de la Gestalt de hace un siglo, son holistas: sostienen que percibimos totalidades y a veces procedemos a analizarlas. Los neurocientíficos y los psicólogos experimentales han refutado esta afirmación: han mostrado que, en la percepción, el análisis precede a la síntesis (véase, por ejemplo, Treisman y Gelade, 1980).

No sorprende, pues, que también en el aula, el método fónico funcione mejor que el del lenguaje integral (por ejemplo, Rayner et al., 2002). El hecho de que actualmente el método del texto integral sea favorecido por los progresistas políticos y condenado por los conservadores es solo un indicador de la baja calidad intelectual de las discusiones ideológicas contemporáneas, en las cuales la izquierda a menudo adopta filosofías que solían ser conservadoras o incluso reaccionarias (véase Gross y

⁷ Lo gramaticalmente correcto sería «I don't know anything» («No sé nada») e «It is not so» («No es eso»). Un caso comparable, habitual en algunas regiones, es «en aquel tiempo pasamos buenos momentos, hasta que me pidió que me *vaya*», cuando lo correcto sería «[...], hasta que me pidió que me *fuera*». [N. del T.]

Levitt, 1994).

6. Los sistemas de comunicación

Un sistema de comunicación puede ser caracterizado como un sistema concreto (material), compuesto por animales de igual o diferente especie, así como por cosas no vivientes, en un entorno (natural o social), cuya estructura incluye señales de uno o más tipos (visuales, acústicas, electromagnéticas, químicas, etc.). Los ingenieros en comunicaciones, los etólogos, los sociolingüistas, los lingüistas y otros profesionales estudian, diseñan o reparan sistemas de comunicaciones, tales como las redes de **TV**, Internet y las comunidades lingüísticas.

Las comunidades lingüísticas son, desde luego, las unidades de estudio de los sociolingüistas. Estos, a diferencia de los gramáticos generales, no se interesan por el lenguaje como un objeto abstracto, sino como un medio de comunicación entre las personas. Más aún, pueden no restringir su interés a la lengua propiamente dicha, sino también incluir otros medios de comunicación, como el lenguaje corporal. En otras palabras, los sociolingüistas tratan con sistemas semióticos insertos en sistemas sociales. Dicho aun de otro modo, estudian los usos que hacen las personas de carne y hueso de los sistemas semióticos que utilizan y, en ocasiones, modifican.

Se espera que el estudio de una comunidad lingüística a través del tiempo no solo provea descripciones y reglas, sino también leyes y explicaciones de los cambios lingüísticos. Ahora bien, una explicación propiamente dicha (a diferencia de una mera inclusión en una generalización) invoca un mecanismo, tal como vimos en el capítulo 1, apartado 5. En el caso de los cambios lingüísticos, el mecanismo de cambio es psicosocial: aun cuando haya sido iniciado por un individuo, se transforma en un cambio lingüístico solamente si es adoptado por una cultura en su totalidad o, al menos, por una subcultura. Y, presuntamente, es tolerado socialmente porque, en general, se lo considera (correcta o incorrectamente) conveniente, de moda o «cool». Por ejemplo, el sonido /t/ está siendo reemplazado lentamente por el sonido /d/ en el inglés es-

tadounidense, el griego moderno y otras lenguas, presumiblemente porque es más fácil de pronunciar y, de este modo, facilita la comunicación. En cambio, los subjuntivos están desapareciendo del inglés por una razón diferente, quizás a causa del aumento de la permisividad y la vulgarización de la cultura, los cuales empobrecen la lengua en cuanto a su eficacia argumentativa, a la vez que enriquecen su vocabulario.

Además de estos cambios espontáneos, de tiempo en tiempo hay decretos lingüísticos tales como los producidos por los gobiernos, los grupos políticos o las academias. Un buen ejemplo son las operaciones de «limpieza» lingüística de la lengua alemana, realizadas primero por el régimen nazi -el cual, entre otras cosas, germanizó todas las palabras no alemanas, tales como *Adresse* y *Telephon*- y, luego de la Segunda Guerra, por las autoridades de las dos naciones alemanas, con el resultado de que los vocabularios del alemán oriental y el alemán occidental divergieron (Drosdowski, 1990). Un caso similar, más reciente y conocido, es el de la «limpieza» lingüística exigida por la «corrección política». Una consecuencia de ello es que se han consagrado algunas expresiones ilógicas y no gramaticales, tales como «When a person is forced to shut up, they feel humiliated».⁸

El único motivo de recordar estos casos es enfatizar la idea de que las lenguas evolucionan junto con las comunidades lingüísticas y no por sí mismas. Por lo tanto, los patrones de evolución de una lengua deben buscarse en los hablantes y en sus sociedades. En resumidas cuentas: solo los psicolingüistas y los sociolingüistas pueden explicar los cambios lingüísticos. Con todo, esto no implica que debamos admitir innovaciones lingüísticas nada más que porque son populares o «políticamente correctas». La corrección lógica es superior a la corrección política, aunque solo fuese porque la racionalidad es universal.

Comentarios finales

⁸ Literalmente, «Cuando una persona es forzada a callarse, se sienten humilladas». Nótese la falta de concordancia entre el núcleo del sujeto de esta oración, que es singular {*unapersona*}, y su predicado plural (se *sienten humilladas*). [N. del T.]

La conclusión de este capítulo es la sencilla tesis de que los lenguajes son sistemas semióticos compuestos por signos convencionales (símbolos) utilizados principalmente a los fines de comunicar y secundariamente para pensar. Lo fructífero del enfoque sistémico resulta evidente en la lingüística, en la cual la relación entre sintaxis y semántica todavía no es clara, en parte por causa del dogma individualista de que el significado de la totalidad es una función bien definida de los significados de sus partes. Este dogma es falso, porque al centrarse en la composición ignora la estructura. Por ejemplo, «Los dioses hacen cerebros» no es lo mismo que «Los cerebros hacen dioses», habida cuenta de que, si bien ambos enunciados poseen los mismos constituyentes, estos se hallan ordenados de manera diferente.

Otro difundido dogma que se evapora en una perspectiva sistémica es la creencia de que la clave para comprender el lenguaje es el estudio de la sintaxis de lenguajes artificiales libres de contexto, vale decir el análisis de expresiones lingüísticas sin tener en cuenta su entorno natural y social. Este dogma es falso porque en los lenguajes naturales el significado cambia con el contexto. De este modo, la interjección «¡Tome!»⁹ significa una cosa si el receptor debe esperar que ocurra algún suceso externo y otra si el referente tácito es una acción que se espera que el hablante realice. Ambos dogmas se evitan si se adopta un modelo de lenguaje de composición-entorno-estructura y si la lingüística es considerada como una disciplina biosociológica en lugar de una disciplina autónoma.

Con todo, el enfoque sistémico no basta para comprender el lenguaje. Necesitamos adoptar, también, el emergentismo si queremos evitar quedar enredados en el debate entre lo innato y lo adquirido y si deseamos aprender cómo puede haber emergido el protolenguaje a partir de gruñidos y llamadas prelingüísticos, cómo se difundió el protoindoeuropeo desde Asia hasta Europa y cómo se dividió en las lenguas europeas contemporáneas o cómo aprendemos a hablar. Las perspectivas evolutiva y del desarrollo del lenguaje resultantes corregirán la impresión de intemporalidad dada por la teoría lingüística estándar: mostrará que *parole*, el habla, es un elemento tan cambiante como el comercio, la ley o cualquier otra institución; y este es el punto de afirmar que los lenguajes emergen y se extinguen junto con las personas y las comunidades que los utilizan.

Otros errores se evitan al recordar que, en lugar de existir de por sí, los sistemas semióticos son, a su vez, componentes de sistemas de comunicaciones constituidos por hablantes (y usuarios del correo electrónico) vivientes que algo saben acerca del mundo y están incluidos en sociedades cambiantes, en las cuales se hallan expuestos a mecanismos sociales tales como el aprendizaje formal, la imitación y la invención o adopción de los neologismos exigidos por las innovaciones tecnológicas y sociales. Esto nos lleva a nuestro próximo tema.

⁹ En este caso y según el contexto, puede esperarse que la persona aludida *redba* algo que le es ofrecido o que *beba* algún líquido que ya tiene en su poder. [N. del T.]

5

Sociedad y artefacto

El concepto de sistema es inevitable en las ciencias naturales, puesto que las cosas naturales son sistemas o están por ser absorbidas o emitidas por algún sistema, desde los átomos a los cristales y desde las células a los ecosistemas. Algo semejante ocurre en la sociedad, el supersistema de todos los minisistemas y mesosistemas sociales. Los huérfanos Rómulo y Remo solo son una leyenda y los escasos niños salvajes que se han encontrado debieron ser entrenados para llegar a ser completamente humanos. Robinson Crusoe estuvo solo únicamente por un tiempo y, en gran medida, sobrevivió gracias a las provisiones debidas al naufragio, un regalo involuntario de la sociedad que había dejado atrás.

Con todo, la mayoría de los investigadores de la sociedad se comportan con cautela en lo referente a adoptar una perspectiva sistémica. Esta resistencia parece tener principalmente dos orígenes. Uno es que gran parte de lo que pasa por sistemismo es en realidad holismo, abundante en palabras grandilocuentes pero escaso en precisiones. La segunda razón es que los estudiosos de la sociedad, en su mayoría, no han terminado de cortar su cordón umbilical con la filosofía tradicional, la cual es o bien individualista o bien holista, y o bien niega la emergencia o bien la considera misteriosa y, por lo tanto, intratable.

Es cierto, diversos científicos sociales, de Parsons y Merton a Coleman y Boudon, han escrito acerca de «sistemas de acciones». Pero el punto de la sistémica es que las acciones se presentan en haces porque

son realizadas, ya sea individual o colectivamente, en el interior de sistemas sociales. Y ocurre que estos sistemas están compuestos por personas activas y no por ideas, intenciones y acciones desencarnadas. Insistiremos, por lo tanto, en la fundamental importancia de los conceptos mellizos de sistema de personas vivientes y emergencia de rasgos sociales.

Predicaremos el evangelio sistemista también con respecto a la tecnología. Desde luego, todas las cosas artificiales, sean máquinas o fábricas, son sistemas. No obstante, el punto de vista sistémico fue adoptado de manera explícita en la tecnología solamente a mediados del siglo XX, gracias a la emergencia de la cibernética y de la investigación operativa, las cuales son transdisciplinarias. Particularmente, se reconoce que, en general, quienquiera que diseñe una máquina o un sistema social, debe colocarlo en su entorno natural y social. Vale decir, el tecnólogo debe adoptar un enfoque sistémico antes que uno sectorial o fragmentario.

1. El enfoque sistémico de la sociedad

Todo grupo humano estructurado, desde la pareja casada hasta el mercado global, puede considerarse, con ventaja, como un sistema compuesto por seres humanos y sus artefactos, insertos en un entorno que es en parte natural y en parte artificial. Este sistema se mantiene unido mediante vínculos de diferentes tipos: biológicos (en particular psicológicos), económicos, políticos y culturales; y en él tienen lugar mecanismos diversos, tales como los de producción, intercambio, competencia, cooperación, comunicación y división del trabajo.

Además, toda sociedad humana, sin importar cuán primitiva sea, puede ser analizada según cuatro subsistemas estrechamente interrelacionados: el sistema biológico, caracterizado por las relaciones de parentesco y amistad; el sistema económico, centrado en la producción y comercio de bienes; el sistema político, caracterizado por la administración y la lucha por el poder, y el sistema cultural, que gira alrededor de actividades y relaciones culturales, tales como diseñar herramientas e intercambiar información.

La perspectiva sistémica de la sociedad humana posee diversas e interesantes características y ventajas. En primer lugar, la variedad de tipos de los vínculos interpersonales y de los subsistemas resultantes basta para refutar todas las perspectivas sectoriales sobre la sociedad humana, tales como el biologismo (por ejemplo, la sociobiología), el psicologismo (por ejemplo, el interaccionismo simbólico), el cultura

lismo (o idealismo cultural), el determinismo económico (especialmente el marxismo y la corriente, actualmente de moda, denominada «imperialismo económico») y el determinismo político (como el de Gramsci).

De seguro, los componentes últimos de las sociedades humanas son organismos que poseen funciones mentales, tales como sentimientos, emociones, percepciones, pensamientos e intenciones. Pero la sociedad misma es una entidad supraorgánica y no fisiológica. No está viva y no siente, ni percibe, ni piensa, ni planifica. Más aún, la sociedad posee propiedades emergentes (globales o no distributivas), tales como la división del trabajo, la distribución de la riqueza, el tipo de régimen político y el nivel de desarrollo cultural, que son irreducibles a la biología y la psicología. Y, como ha señalado Stinchcombe (1968: 67), los emergentes sociales son más estables que los caracteres individuales.

Esto no quiere decir que las sociedades sean entidades espirituales y, por lo tanto, objeto de estudio de las llamadas ciencias del espíritu (*Geisteswissenschaften* o *sciences morales*). Las sociedades y sus subsistemas son sistemas concretos o materiales, ya que están compuestas por entidades materiales. Sin embargo, su peculiaridad es que poseen propiedades, regularidades y convenciones (o normas) que son globales (supraindividuales). Desde luego, estas propiedades y patrones emergentes están enraizados en las propiedades de los individuos. Por ejemplo, la plasticidad social humana puede ser rastreada hasta la plasticidad conductual, que a su vez deriva de la plasticidad neural (la capacidad de las neuronas para formar nuevas conexiones neurales). Pero, si bien las acciones individuales poseen un origen interno, están condicionadas por su entorno natural y social. (Recuérdese la famosa afirmación de Marx: «Los hombres hacen su propia historia, pero no según les place».) Estos vínculos micro-macro están más allá del alcance tanto del individualismo como del holismo.

Otra característica de la perspectiva sistémica es que, dado que los subsistemas biológico, económico, político y cultural de una sociedad son componentes del mismo sistema, se encuentran estrechamente interrelacionados. Una importante consecuencia metodológica de esta obviedad es que ninguno de los subsistemas puede modelarse adecuadamente a menos que el modelo contenga algunas de las variables «exógenas» que caracterizan a los restantes subsistemas. Por ejemplo, un modelo realista del sistema político deberá contener más que variables politológicas tales como las intensidades de participación política del pueblo y de la represión. También deberá incluir variables biosociales, tales como población total, distribución de edades («estructura») y tasas de nacimiento y mortalidad; variables culturales, tales como alfabetización y acceso a los medios masivos de comunicación; variables económicas, tales como el PBI, y socioeconómicas, tales como su distribución entre los diversos grupos sociales.

En tercer lugar, puesto que toda sociedad posee subsistemas biológico, económico, político y cultural, no le es posible desarrollarse a menos que todos los subsistemas se desarrollen en forma comparable. En particular, los modelos de

desarrollo puramente biológico (o ecológico o cultural o económico o político) fracasarán con toda seguridad. De modo semejante, los programas de desarrollo o de ayuda puramente económica (o ecológica o biológica o cultural o política) con toda seguridad se malograrán. Por ejemplo, no se puede desarrollar una industria de alta tecnología sin una mano de obra calificada, cuyos miembros se encuentren en un razonable estado de salud, ni en una sociedad que carezca de las instituciones estables necesarias. Del mismo modo, el desarrollo continuado de una sociedad, como el de un organismo, es integral, no parcial (Bunge, 1997a; Galbraith y Berner, 2001). Por desgracia, la mayoría de los expertos y las agencias de desarrollo todavía adoptan un enfoque sectorial. Aún deben aprender que los problemas sistémicos (o estructurales) deben ser abordados de un modo sistémico.

El entrelazamiento de los diversos subsistemas de una sociedad sugiere la necesidad de un enfoque transdisciplinario (multidisciplinario o interdisciplinario) del estudio de los hechos sociales. Lo mismo se aplica, en gran medida, a las tecnologías sociales, las cuales diseñan estrategias administrativas, políticas macroeconómicas y sociales y otras cosas por el estilo. Por ejemplo, de los planificadores urbanos realistas se espera que comiencen por aprender acerca del estatus socioeconómico y cultural de los presuntos habitantes de sus proyectos y sobre las redes sociales a las que pertenecen, así como acerca de sus necesidades, hábitos y aspiraciones. Contrariamente a lo que pensaban los arquitectos del movimiento modernista, la vivienda es un componente más del cambio social, no su principal fuerza motriz. Toda acción basada en un planeamiento sectorial seguramente tendrá consecuencias perversas, como la rápida declinación del proyecto habitacional hasta transformarse en un gueto (véanse Portes, 2000 y Vanderburg, 2000).

El enfoque sistémico está ganando adeptos en los estudios sociales, en parte por efecto de la creciente presión de los problemas sociales de gran escala sobre quienes producen las políticas para manejarlos, y, en parte, a causa de la completa incapacidad de todas las escuelas existentes para predecir o siquiera explicar la desintegración del imperio soviético, el resurgimiento del nacionalismo y el fracaso de las políticas neoliberales en el Tercer Mundo. Nótese la proliferación de interdisciplinas en el transcurso de unas pocas décadas: la sociología económica (e incluso la socioeconomía), la sociología política, la historia social, la historia económica y las sociologías legal y médica, entre otras.

No obstante, aún existen obstáculos para una mayor integración. Algunos de ellos son filosóficos. Un ejemplo es la afirmación kantiana y hermenéutica de que los estudios sociales están completamente separados de las ciencias naturales. Si esto fuese verdad, entrañaría una condena a todas las ciencias biosociales, tales como la geografía, la antropología, la demografía, la epidemiología y la neurociencia cognitiva social. Otro obstáculo para la integración es la tesis simplista de que todos los seres humanos son capitalistas naturales, de tal modo que se pueden modelar los hechos sociales según lo afirmado por la teoría de la elección racional, la cual

sobrestima la «racionalidad» económica a la vez que subestima las pasiones y los fines desinteresados, así como la tradición y la interacción social. Echemos un vistazo a esta última.

Se puede esperar, por cierto, que la emergencia, mantenimiento, reparación o descomposición de cualquier sistema social y de las reglas y convenciones que le son propias, puedan ser «finalmente» explicadas en términos de intereses, creencias, preferencias, decisiones y acciones individuales. Pero, a su vez, los acontecimientos individuales son moldeados, en gran medida, por la interacción social, el contexto social y las convenciones sociales arraigadas en la tradición. Las personas cultivan las relaciones y sostienen los sistemas que perciben (correcta o incorrectamente) como beneficiosos y resisten, sabotean o combaten todo aquello que creen que las perjudica. En conclusión, la acción y la estructura son solo caras de la misma moneda. Por consiguiente, pasar por alto cualquiera de las dos caras conlleva la imposibilidad de ver la moneda completa.

2. Microsocial y macrosocial, sectorial e integral

Las personas son estudiadas por las ciencias naturales y la psicología. Y esta última, junto con la antropología, la lingüística, la demografía, la epidemiología y otras disciplinas, es una de las ciencias biosociales. Las ciencias sociales propiamente dichas, tales como la sociología, la politología y la economía, no estudian individuos, salvo como componentes de un sistema social. Así pues, la antropología estudia comunidades íntegras, como aldeas y tribus. La sociología estudia los sistemas sociales, desde la pareja sin hijos hasta el sistema mundial. La economía se especializa en el estudio de los sistemas sociales involucrados en producción, servicios, comercio o finanzas. La politología estudia las relaciones de poder y de administración en todos los sistemas, en particular en los sistemas políticos. Y la historia estudia los cambios sociales (estructurales) en todas las escalas.

El problema real no es intentar reducir lo social a lo individual, sino tratar de relacionar ambos extremos entre sí y, en particular, explicar cómo el primero emerge del segundo y, a su vez, lo moldea (Coleman, 1964). Ahora bien, relacionar los niveles macrosocial y microsocial no consiste únicamente en señalar el contexto social, o circunstancia, de un hecho. De los científicos sociales se espera que estudien hechos *sociales* y un hecho social es un hecho que tiene lugar en un sistema social -tal como el trabajo o una huelga en una fábrica- o entre sistemas sociales, como en los casos de cooperación o conflicto internacional. Por lo tanto, se espera que los científicos sociales investiguen los vínculos sociales además de los contextos sociales, puesto que los que mantienen unidos los sistemas son los vínculos, y es su debilitamiento lo que los desintegra. De modo comparable, los neurocientíficos cognitivos estudian sistemas de neuronas, antes que neuronas individuales, al igual que los lingüistas estudian sistemas de signos (lenguajes), no vocabularios y mucho

menos signos aislados (y, como consecuencia, sin significado).

Por cierto, algunas personas que no gustan de la palabra «sistema» prefieren el término «estructura». También se ha hablado vagamente de «estructuración» (Giddens, 1984), aparentemente para significar la emergencia de sistemas sociales. Pero las estructuras son propiedades, no cosas, en tanto que los sistemas sociales son cosas concretas. Por ejemplo, una compañía es un sistema con una estructura definida (si bien cambiante), la cual consiste en el conjunto de vínculos entre sus componentes, así como con su entorno. Los sociólogos industriales y los estudiosos de la administración que investigan la estructura social de una compañía no indagan sobre la estructura de una estructura -lo que constituye una expresión sin sentido-; en lugar de ello estudian la estructura de una cosa que es un artefacto social, tal como una empresa.

Con toda seguridad, el reemplazo de un enfoque individualista por uno sistémico tendrá importantes consecuencias teóricas, empíricas y prácticas, aunque solo fuese porque este último estimula el cambio del foco de atención, de las personas a los sistemas sociales y de las intenciones inescrutables a las explicaciones mecanísticas pasibles de ser puestas a prueba. Por ejemplo, la investigación y el análisis en las ciencias políticas seguramente se beneficiarán de tal «cambio de paradigma» en los siguientes aspectos: «a) el cambio de apreciación (mejor o peor) respecto de los episodios de conflictos como objetos de estudio, b) el cambio de orientación de las explicaciones, de los episodios a los procesos, c) el examen comparativo de los mecanismos y los procesos como tales y d) la integración de los mecanismos cognitivos, relacionales y ambientales» (Tilly, 2001: 36). El cambio correspondiente en el diseño de planes de acción políticos sería igualmente beneficioso.

En síntesis, el individualismo no tiene éxito en la investigación social, porque pasa por alto la estructura social, y el holismo fracasa de manera aun más espectacular, porque subestima la importancia de la acción individual. Únicamente el sistemismo une acción y estructura e incita a la búsqueda de los mecanismos que hacen que los sistemas sociales y sus componentes funcionen.

3. La emergencia por diseño

La emergencia y la convergencia pueden ocurrir o bien espontáneamente o bien por diseño. Este último es, desde luego, el caso de la invención y fabricación, ya sea de ideas o de cosas (físicas, biológicas o sociales). Por ejemplo, la invención del motor eléctrico requirió la combinación de la teoría electromagnética con la mecánica; la de la bomba atómica, la unión de la física nuclear con la ingeniería, y la de las drogas psicotrópicas eficaces, la convergencia de la bioquímica, la biología celular, la neurociencia, la endocrinología, la psiquiatría y la farmacología.

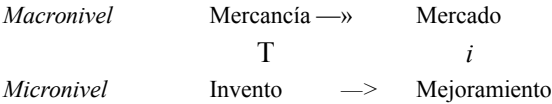
Otro caso pertinente es el de la ciencia de los materiales, una típica ciencia aplicada multidisciplinaria. Considérese, por ejemplo, un trozo de acero utilizado para elaborar una espada. El punto de vista del espadachín es holístico, el filósofo

corpuscular toma una posición reduccionista y el físico del estado sólido, así como el metalúrgico moderno, adoptan una perspectiva sistêmica. De hecho, esta última es la perspectiva adoptada por los modernos ingenieros en materiales, ya sea que traten con metales o con cerámicas, polímeros o resinas. Y' deben hacerlo si desean diseñar nuevos materiales, controlando los procesos en varios niveles microfisi- cos, mesofísicos y macrofísicos, desde la dosificación de impurezas y la desoxidación, hasta el trabajo en caliente y el templado.

De modo nada sorprendente, el mismo invento será apreciado de modo diferente por expertos distintos. Allí donde el ingeniero ve una nueva calculadora como un ingenioso dispositivo electrónico, el usuario la ve como un instrumento que ahorra trabajo, el inversor como una oportunidad financiera, el comerciante como una promisorio mercancía, el abogado de patentes como algo que debe ser protegido de ios imitadores y el oficinista o bien como un instrumento que ahorra trabajo o bien como una amenaza para el empleo. El valor total del nuevo invento resultará de combinar todos estos valores parciales. (Advertencia: aún no sabemos cómo sumar valores heterogéneos.)

La invención es solo el primer paso de un proceso largo y complejo. Si es promisorio, un invento debe ser primeramente patentado y para que la patente sea finalmente «encarnada» en un artefacto material, listo para ser introducido en el mercado, debe hallarse un patrocinador financiero o industrial. La ocurrencia real de este proceso no depende únicamente de los méritos del invento, sino también del resultado de la aplicación de la patente, el clima de los negocios del momento, el punto de vista particular del patrocinador, el precio, la capacidad del administrador, las condiciones de trabajo, la demanda por el artefacto y así sucesivamente. Estos y otros factores constituyen un paquete o sistema inicialmente tan vulnerable que, si alguno de ellos fallara, toda la empresa podría irse a pique (véase Gilfillan, 1970: 43-44).

Deben distinguirse dos tipos de invención: la que es radical y la que consiste en el mejoramiento de un artefacto ya existente. En el primer caso, el inventor (individuo o equipo) dispara una reacción en cadena que puede finalizar con la emergencia de un nuevo mercado, como en los casos de la imprenta, el motor de vapor, el motor eléctrico, la bombilla eléctrica, el refrigerador, la radio, los antibióticos, la tarjeta de crédito y el ordenador. Pero una vez que un nuevo producto se ha tallado su propio nicho, sus consumidores probablemente exijan el mejoramiento del diseño original, el cual seguramente, como todo elemento nuevo y no probado, habrá resultado defectuoso en algún aspecto. En este caso, entonces, la flecha que se originó en el individuo cambia de sentido. Estos procesos entrelazados se bosquejan en el diagrama Bou- don-Coleman que sigue a continuación.



Obviamente, sin una idea original ningún proceso semejante tendría comienzo. Pero una invención (un proceso cerebral) no llegaría a su implementación, por no mencionar su socialización, sin la concurrencia de un considerable número de circunstancias sociales. Estas van desde la disponibilidad de capital para la empresa hasta procesos sociales tales como el patentamiento y la litigación, la fabricación y el mercadeo, el crecimiento de la población y la colonización. De modo semejante, el uso difundido de un artefacto con toda seguridad revelará algunas imperfecciones, las que serán motivo de una sucesión de pequeños mejoramientos, algunos de los cuales se probarán en el mercado y serán o bien recompensados o bien castigados por este (véase, por ejemplo, Petroski, 1992).

4. La invención social

Lo que vale para las invenciones de ingeniería también vale, *muta-tis mutandis*, para las invenciones sociales, salvo que estas no son patentables (todavía). Para tener éxito, un invento social debe ser percibido como algo que promueve los intereses de un gran número de personas, aun cuando de hecho acabe perjudicándolas. Por ejemplo, las sociedades de ayuda mutua y las cooperativas que inundaron Europa durante el siglo XIX satisfacían algunas de las necesidades de los obreros industriales desarraigados de sus campos. Y el Banco Grameen de Bangladesh, si bien fue inventado por un economista (Muhamad Yunus), ha tenido un éxito sensacional porque satisface las necesidades y aspiraciones de muchos aldeanos y porque cada prestatario, en lugar de tratar con el banco de modo individual, debe reunirse con cuatro vecinos que deseen controlar que la deuda sea cancelada. La novedad reside en que la eficacia de un producto financiero, el crédito, está vinculada a la cohesión de una red social, la cual a su vez se debe al altruismo recíproco.

Los artefactos, pues, no deberían ser considerados de por sí, separados de las personas que los inventan, los producen y los utilizan (o son dañadas por su uso). Después de todo, los artefactos son solo instrumentos y, por lo tanto, no puede enténderselos en términos puramente tecnológicos. Por ejemplo, es erróneo afirmar que ciertos ordenadores, como el famoso *Deep Blue* de IBM, pueden vencer a los maestros del ajedrez. Lo que sí es cierto es que ciertos jugadores de ajedrez auxiliados por ordenadores pueden vencer a los grandes maestros que no utilizan ordenadores. Lo mismo vale para quienes se dedican a la matemática aplicada, que realizan cálculos utilizando ordenadores, en comparación con sus colegas que emplean únicamente lápiz y papel. Lo que es superior al artesano o al jugador individual es el sistema usuario-ordenador, no la máquina por sí misma. Si los psicólogos y los filósofos que idolatran la AI [*Artificial Intelligence*] lo supieran, excluirían la inteligencia artificial de las ciencias cognitivas y, en su lugar, prestarían alguna atención a los cerebros pensantes. (Más sobre esto en el capítulo 11.)

Eso no es todo: las máquinas deben ser consideradas componentes de sistemas sociotécnicos, tales como las fábricas, los puertos, las redes de transporte, los talleres, las redes de comunicación, los hospitales, las escuelas y los ejércitos. En consecuencia, los proyectos de ingeniería deben ser colocados en sus más amplios

contextos económico, político y cultural. La atención exclusiva o bien al equipo o bien a las ganancias no incrementará la productividad, a menos que los trabajadores sean instruidos y estén motivados por buenas condiciones de trabajo y de vida, y se tenga en cuenta su opinión respecto de los detalles del proceso de producción. Y el proyecto no estará justificado moralmente si los costos sociales o ambientales de su puesta en marcha exceden sus beneficios. En otras palabras, la ingeniería humanista -contrariamente al taylorismo, al fordismo y al stakhanovismo- es sistêmica, no sectorial.

Todo lo anterior debería ser evidente para cualquier persona que posea una perspectiva sistêmica y sensibilidad social. Sin embargo, adoptar una posición como esta puede ser riesgoso. Por ejemplo, el original y valeroso ingeniero ruso Peter Palchinsky fue encarcelado por el gobierno zarista y ejecutado por los soviéticos por sostener estas ideas (véase Graham, 1993). Lo cual sugiere que el sistemismo puede ser subversivo nada más que por insistir en que, puesto que toda cosa es un sistema o parte de un sistema, algunas fronteras sociales e interdisciplinarias son artificiales o incluso perjudiciales, por lo cual los tecnólogos y los defensores de los consumidores deberían atravesarlas.

5. Beneficios filosóficos del enfoque sistêmico

El enfoque sistêmico que hemos adoptado desde el comienzo de este libro ha requerido de la elucidación de cierto número de conceptos e hipótesis, que son filosóficos porque aparecen en diversos campos de investigación. Pasemos a mencionar solamente unos pocos de estos elementos.

El primer concepto filosófico con el cual nos encontramos es, desde luego, el de sistema concreto, el cual involucra los conceptos de composición, entorno, estructura y mecanismo. El concepto de sistema es tan ubicuo y sugestivo, que merece ser tratado como una categoría filosófica, a la par de los conceptos de materia, espacio, tiempo, ley, mente, sociedad, valor y norma.

Otra categoría filosófica resaltada por el enfoque sistêmico es la de emergencia. La emergencia concierne tanto a los sistemas como a sus componentes. Decimos que cierta propiedad de un sistema *es emergente en el nivel N* si ninguna de las partes de *N* (o cosas que pertenecen al nivel *N* del sistema) la posee. Por ejemplo, la ideación es una propiedad de ciertos sistemas de neuronas, no de las neuronas individuales o del sistema nervioso en su totalidad. Cuando dos o más individuos (átomos, personas o lo que fuere) se unen para formar un sistema, cada uno de ellos adquiere al menos una propiedad de la que previamente carecía, comenzando por la de estar vinculado a otros componentes del sistema.

Una tercera categoría filosófica que encontramos al pensar acerca de los sistemas es la de nivel de organización o nivel de integración, usada por primera vez en forma explícita por los biólogos, hace aproximadamente medio siglo. Definimos un *nivel* como una colección de cosas caracterizadas por un grupo de propiedades y

relaciones entre ellas. Distinguimos cinco de tales niveles: físico, químico, biológico, social y tecnológico. A su vez, todo nivel puede ser dividido en tantos subniveles como sea necesario. (Por ejemplo, el nivel biológico puede subdividirse en al menos siete subniveles: célula, órgano, sistema de órganos, organismo multicelular, biopoblación, ecosistema y biosfera.) Y hemos convenido que un nivel *precede* a otro si todas las cosas del segundo son combinaciones de cosas (algunas o todas) pertenecientes al primero. Por ejemplo, el nivel celular precede al nivel de órganos, porque los órganos están compuestos por células. La estructura de niveles (o «jerarquía») es, de este modo, el conjunto de niveles junto con la relación de precedencia de nivel.

Otras categorías filosóficas que quedan elucidadas al estudiar los sistemas de diversos tipos son las de vínculo o lazo, ensamblado (en particular autoensamblado), descomposición, estabilidad, selección, adaptación, evolución, vida, mente, persona, sociosistema, cultura e historia.

Por ejemplo, el sistemismo arroja luz sobre las controversias contemporáneas acerca del aborto y de la investigación con células madre y sus aplicaciones (en, por ejemplo, el desarrollo de prótesis vivientes). ¿Son personas los embriones? No, porque una persona está caracterizada por un cerebro capaz de tener experiencias mentales y los cerebros de los embriones no las tienen. A fortiori, las células de los embriones no poseen un estatus moral más elevado que aquellas que eliminamos a cada momento al rascarnos o pellizcarnos. En efecto, casi cualquier célula puede ser utilizada como «semilla» para construir un cuerpo completo, a causa de que normalmente todas las células de un organismo multicelular poseen la misma composición genética. De allí que la afirmación de que los embriones, o aun los gametos, deben ser considerados sagrados, equivale a confundir un sistema con sus componentes. (Irónicamente, esta confusión constituye un punto de contacto entre la teología fundamentalista y el reduccionismo radical.)

En cuanto a las hipótesis filosóficas que el enfoque sistémico sugiere, las que siguen bastarán. Primero, todos los sistemas, con excepción del universo, reciben inputs y son selectivos. Vale decir, reaccionan únicamente ante un subconjunto de las acciones del entorno que los afecta. Segundo, todo sistema, salvo el universo, actúa sobre su entorno, o sea su output nunca es nulo.- Tercero, todo sistema, excepto el universo, se origina por ensamblado, en la mayoría de los casos espontáneamente (autoensamblado). Cuarto, todo proceso de ensamblado está acompañado por la emergencia de algunas propiedades y la pérdida (extinción) de otras. Quinto, todo sistema, salvo el universo como totalidad, se desintegrará, seguramente, tarde o temprano. Sexto, todo sistema está sujeto a la selección por el entorno. Séptimo, todo sistema pertenece a algún linaje evolutivo. Octavo, todo proceso de ensamblado de cosas pertenecientes a un nivel inferior tiene como resultado un sistema perteneciente a un nivel superior al nivel físico. Noveno, el mundo es el sistema de los sistemas. Décimo, la exploración fructífera del mundo supone sistemas reales y produce sistemas epistémicos.

La conclusión es una ontología o cosmovisión que adhiere a las siguientes doctrinas filosóficas:

1. *sistemismo*, puesto que sostiene que todo es un sistema o un componente de un sistema; pero no al *holismo*, el cual afirma que las totalidades son previas a sus componentes e incomprensibles por medio del análisis;
2. *materialismo*, dado que solamente admite la existencia material y excluye las ideas autónomas, los espíritus y otras cosas parecidas; pero no *ú fí s icismo*, el cual rechaza la emergencia y, de ese modo, ignora todos los niveles suprafísicos;
3. *pluralismo* con respecto a la variedad de cosas y procesos y, por consiguiente, de propiedades y leyes; pero no al *dualismo* respecto del problema mente-cuerpo;
4. *emergentismo* con respecto a la novedad, pues sostiene, que, en tanto que ciertas propiedades de la totalidad son resultantes o agregadas, otras son emergentes; pero no al *irracionalismo* con respecto a la posibilidad de explicar y predecir la emergencia;
5. *dinamismo*, dado que supone que todo está en estado de flujo en uno u otro aspecto; pero no a la *dialéctica*, puesto que rechaza los principios de que todo es una unidad de opuestos y que todo cambio consiste en una lucha o contradicción óntica, o es causado por ella;
6. *evolucionismo* en relación con la formación y descomposición de los sistemas, pues sostiene que, de tanto en tanto, emergen sistemas de nuevos tipos y son seleccionados por su entorno, pero ni al *gradualismo*, ni al *saltacionismo*, ya que reconoce tanto cambios graduales como saltos;
7. *determinismo* en lo que respecta a acontecimientos y procesos, por sostener que son legales y negar que alguno de ellos pueda aparecer de la nada o desaparecer sin dejar rastro; pero no al *cau- salismo*, dado que reconoce tanto la aleatoriedad como la persecución de metas, como procesos que coexisten con los causales;
8. *biosistemismo* (u *organicismo*) con respecto a la vida, puesto que considera los organismos como sistemas materiales que, si bien están compuestos por sustancias químicas, poseen propiedades que no aparecen en otros niveles; no, sin embargo, al *vitalismo*, ni al *mecanicismo* (o *fisicismo*), ni al *maqumismo* (o *artificialis- mo*), porque afirma la irreductibilidad ontológica de los sistemas vivientes;
9. *psicosistemismo* en lo referente a la mente, porque sostiene que las funciones mentales son actividades emergentes de sistemas de neuronas; pero no a los *materialismos eliminativo* ni *reduccionista*, puesto que afirma que lo mental, si bien explicable con auxilio de premisas físicas, químicas, biológicas y sociales, es emergente con respecto a lo físico y lo químico, y
10. *sociosistemismo* con respecto a la sociedad, pues sostiene que la sociedad es un sistema compuesto por subsistemas y que posee propiedades (tales como

la estratificación social y una estructura de poder político) que ningún individuo posee; por lo tanto, ni el *individualismo*, ni el *colectivismo* y tampoco el *esplritualismo*, ni el *materialismo vulgar* son satisfactorios.

No me disculparé por haber combinado 10 *ismos* ontológicos. Por lo habitual, un solo *ismo* es inadecuado e incluso puede resultar peligroso por ser unilateral, cerrado y rígido. La perspectiva múltiple, la apertura y la flexibilidad se logran únicamente construyendo un *sistema de ismos compatibles* que se encuentre en armonía con las ciencias y las tecnologías contemporáneas, y que esté formulado de la manera más precisa posible, además de ser actualizado cada vez que sea necesario. Lo cual constituye una máxima sistemista más.

Comentarios finales

Mientras que en el capítulo anterior argumentamos a favor de la adecuación del enfoque sistémico para el estudio de las cosas naturales, en este capítulo hemos preconizado la adopción del mismo enfoque para el estudio y el control de las cosas artificiales, desde los sistemas sociales hasta las máquinas. Este monismo metodológico descansa sobre la tesis ontológica de que todos los existentes reales son materiales, aunque no todos ellos sean físicos, y sobre la tesis epistemológica de que todas las cosas concretas existen fuera de la mente del sujeto cognoscente, aun cuando deban su existencia a un agente individual o colectivo. Vale decir, nuestras tesis filosóficas fundamentales son el *materialismo emergentista* y el *realismo científico*.

El monismo metodológico discrepa, por supuesto, con la dualidad naturaleza/cultura y con el correspondiente dualismo ciencias naturales/ciencias de la cultura, predicados por Kant y sus sucesores, en particular por la escuela hermenéutica. Pero ya que nuestro enfoque involucra la noción de emergencia, también discrepa con el reduccionismo radical, en particular con el fisicismo (o materialismo eliminativo).

Sin embargo, la compatibilidad con la filosofía propia es menos importante que la fertilidad. Y poca duda cabe de que la perspectiva del sistema junto con la emergencia ha triunfado en las ciencias naturales y las tecnologías, y de que está haciendo progresos también en las ciencias sociales. Más aún, hay razones para pensar que el atraso de los estudios sociales se debe en gran medida a la resistencia que se le ha presentado a ese enfoque, tesis que se desarrollará en algunos de los capítulos subsiguientes. Pero antes, examinaremos los principales rivales del sistemismo: el individualismo y el holismo.

6

El individualismo y el holismo: teóricos

Habitualmente tratamos ora con totalidades, ora con sus partes, y hacemos análisis o síntesis según lo necesitemos. Solo cuando estamos de un humor metafísico o ideológico tendemos a creer que hay solamente totalidades (holismo) o, de otro modo, únicamente partes (individualismo), y a venerar o bien la síntesis o bien el análisis, como si fueran mutuamente excluyentes y no complementarios. Dado que «parte» no tiene sentido alguno separado de «todo» y viceversa, tanto el individualismo como el holismo son lógicamente insostenibles. Con todo, esta laguna lógica raramente es reconocida, en parte porque rara vez se analiza la relación de parte y todo.

Otra objeción lógica tanto al individualismo como al holismo es la siguiente. No hay individuos no relacionados, como tampoco hay relaciones por encima de los individuos. La calidad de estar relacionado es fundamental en todos los dominios, ya sean fácticos, conceptuales o semióticos. En otras palabras, no hay elementos aislados ni relaciones sin miembros de la relación. Si los individuos a y b están relacionados por R , decimos que Rab , como en «Adán y Eva eran hermanos». Solo mediante la abstracción podemos enfocar nuestro interés ora en una relación, ora en los elementos relacionados. Afirmar la primacía onto- lógica de cualquiera de ellos es malinterpretar la noción misma de relación.

La polarización holismo-individualismo puede rastrearse hasta la Antigüedad y aun hoy es el centro de controversias sobre muchos te-

mas. Esta polarización no es solo filosófica: es también parcialmente temperamental y parcialmente ideológica. De tal modo, el gran poeta y naturalista romántico Goethe increpó a Newton por haber descompuesto el puro haz de la luz blanca en rayos de diferentes colores. Y la mayoría de los ideólogos totalitarios, sean de derechas o de izquierdas, han exaltado la primacía absoluta del todo con respecto a la parte.

Sin embargo, no es necesario dirigir nuestra mirada a los pensadores famosos para descubrir los modos de pensamiento individualista y holista: somos presa de ellos en la vida cotidiana. Considérese, por ejemplo, la falacia holista de que, a causa de que dos elementos que están estrechamente relacionados, deben ser la misma cosa. O su complemento individualista, que afirma que si dos cosas son diferentes no pueden estar relacionadas. Ambos razonamientos son falaces por la misma razón. Esta consiste en que, para que pueda haber o dejar de haber un vínculo, debe haber al menos dos elementos distintos. La máxima metodológica correcta no es «Fúndanse todos los elementos relacionados, cualesquiera sean», ni «Desintégrense todas las totalidades», sino más bien «Distingase sin separar forzosamente».

Las cosas nunca son tan simples como lo creen los holistas y los individualistas. Una totalidad es tal porque está compuesta por partes interrelacionadas; no hay partes aisladas. Por consiguiente, el individualismo y el holismo contienen, cada uno, una pizca de verdad. En los capítulos precedentes se ha sostenido que toda la verdad se encuentra en una especie de fusión del individualismo con el holismo: el sistemismo. En este capítulo y en el próximo intentaremos refutar en detalle tanto al individualismo como al holismo. Con tal fin, comenzaremos por mostrar que son de todo, menos monolíticos.

Puesto que el individualismo es el más elaborado de estos puntos de vista, debatir con los individualistas presenta un desafío mayor y ofrece una mayor recompensa que hacerlo con los holistas. (Además, los holistas son hostiles al análisis y renuentes a la discusión racional.) Este es el motivo por el cual la mayor parte del presente capítulo y del próximo estará dedicada a analizar el individualismo, descomponiéndolo en sus diversos constituyentes, análisis que, paradójicamente, ningún individualista ha realizado hasta el momento.

En este capítulo me he propuesto tres tareas. La primera es caracterizar, evaluar, interrelacionar y ejemplificar los diversos tipos o componentes del individualismo y de su adversario. En cada caso, distinguiremos dos intensidades de la doctrina: radical y moderada. El lector no debería tener dificultades para encontrar nombres de sobresalientes académicos que, desde tiempos remotos, han argumentado a favor o en contra de alguno de los varios modos del individualismo. La segunda tarea es la de confrontar al individualismo con su opuesto: el holismo (u organicismo). La tercera es ponderar si estamos obligados a elegir entre estas dos posiciones o si existe una opción viable y preferible a ambas.

Se imponen tres advertencias. Primero, sostengo que la discusión lógica, si bien necesaria, es insuficiente para descubrir si una doctrina filosófica funciona: su compatibilidad con el grueso del conocimiento previo pertinente también debe ser

examinada. Segundo, es improbable que alguien haya sido lo suficientemente coherente (o temerario) como para sostener los 10 tipos de individualismo a la vez. Tercero, si bien el individualismo se asocia a menudo con el racionalismo, ambas posiciones son lógicamente independientes. Al fin y al cabo, Parménides, Platón, Tomás de Aquino, Ibn Khaldûn, Comte, Marx, Peirce, Durkheim y Dewey, por solo mencionar unos pocos, fueron antiindividualistas a la vez que racionalistas de alguna especie. Y la mayoría de los accionistas, quienes presuntamente son individualistas en más de un aspecto, son influidos por la codicia y el miedo tanto como por argumentos más o menos racionales.

1. Individuo e individualismo, totalidad y holismo

Un individuo es, desde luego, un objeto —ya sea concreto, como un átomo, o abstracto como un concepto— que no está dividido o es tratado como una unidad en cierto contexto o en un nivel dado. Por ejemplo, las personas son individuos para las ciencias sociales, pero no para la biología, la cual las considera sistemas altamente complejos. De modo semejante, las especies son unidades taxonómicas, pero no individuos ontológicos (recuérdese el apartado 4 del cap. 2).

El individualismo, por su parte, es el punto de vista que afirma que, en último análisis, todo es un individuo o una colección de individuos. Según Hobbes, Leibniz, Weber, William James y Whitehead, por citar solamente unos pocos, todos los existentes son individuos, en tanto que todas las totalidades son conceptuales. Esta es una fuerte y ubicua tesis ontológica que subyace y a menudo motiva otras 9 modalidades o facetas del individualismo: lógico, semántico, epistemológico, metodológico, axiológico, praxiológico, ético, histórico y político.

Curiosamente, si bien es omnipresente, el individualismo es reconocido solamente en relación con los asuntos humanos, particularmente en las formas del individualismo metodológico y el egoísmo. Esto puede deberse al hecho de que, a pesar de su ubicuidad, el individualismo —como se argumentará más adelante— no constituye una cosmología viable. Me apresuro a advertir, sin embargo, que su contendiente tradicional, vale decir el holismo, es incluso menos adecuado, aunque solo fuera porque, al oponerse al análisis y favorecer la intuición por sobre la razón, promueve la pereza intelectual.

La multiplicidad e interdependencia de los componentes del individualismo rara vez son reconocidos. Pero si se los ignora, ninguno de los componentes individuales del individualismo puede ser correctamente comprendido y evaluado. En contraposición, cuando se reconoce la multiplicidad del individualismo, se observa que sus diversos componentes «se hacen compañía» tanto conceptual como prácticamente. Vale decir, forman un sistema o totalidad compuesta por partes interrelacionadas, lo cual, desde luego, va contra la propuesta misma del individualismo.

Lo dicho basta como comentario introductorio sobre individuos e

individualismos. En cuanto a las totalidades, son, por supuesto, objetos complejos que en algunos aspectos se comportan como unidades. Las totalidades difieren de los agregados o conglomerados en que las primeras poseen propiedades emergentes o globales, o sea características de las cuales sus constituyentes carecen. Los holistas hacen hincapié en la totalidad y la emergencia hasta el extremo de subestimar los componentes y precursores de las totalidades. Esto les impide comprender los mecanismos de emergencia y los lleva a afirmar que las totalidades deben ser devotamente aceptadas en lugar de analizadas. En resumen, el holismo es antianalítico y, por consiguiente, irracionalista.

2. Ontológicos

El individualismo ontológico es la tesis de que todo, ciertamente todo objeto posible, es o bien un individuo o bien una colección de individuos. En términos negativos: no habría totalidades con sus propiedades peculiares, vale decir propiedades sistémicas o emergentes. El atomismo antiguo y moderno, el nominalismo medieval, la mereología (el cálculo de individuos de Lesniewski), la teoría de la elección racional, el individualismo sociológico y legal y el libertarismo o bien ejemplifican o bien presuponen al individualismo metodológico.

Esta doctrina se presenta en dos intensidades: radical y moderada. Los individualistas radicales (nominalistas) sostienen que los individuos no poseen otras propiedades peculiares que la de ser capaces de asociarse con otros individuos para formar otros individuos (complejos). Toda atribución y toda clasificación serían estrictamente convencionales. Como consecuencia, no habría clases naturales, tales como las especies químicas y biológicas: todas las clases serían convencionales. Pero, por supuesto, existen clases naturales, además de cualquier colección arbitraria que uno pueda imaginar.

Sin embargo, la principal objeción al individualismo radical es que los individuos «desnudos», vale decir unidades no acompañadas por otras unidades, son difíciles de hallar. Es verdad, hay multitudes de partículas solitarias moviéndose por el espacio exterior e insertas en campos débiles, en forma temporaria. Pero tales solitarios son eventualmente capturados por átomos o afectados por campos intensos. Y se dice que un electrón moviéndose por un cable está «vestido», porque está acompañado por otras partículas, razón por la cual se lo denomina «cuasipartícula». En cuanto a los individuos sociales, la noción misma es un oxímoron, puesto que las personas son notoriamente sociables: en efecto, toda persona, sin importar cuán retirada viva, pertenece a diversas redes sociales a la vez.

En un mundo de individuos no habría universales, en particular, leyes. Por lo tanto, sería anárquico o caótico en el sentido original de la palabra. Si, desafiando las leyes de la biología, en un mundo como ese hubiera seres humanos, estos serían incapaces de pensar en términos racionales y generales. Más aún, serían incapaces de actuar basándose en reglas fundadas en leyes, puesto que estas -los universales

ónticos *par excellence*— no existirían.

En contraposición, el individualismo ontológico moderado, ilustrado por el atomismo antiguo y el mecanicismo del siglo XVII, admite propiedades y posiblemente también clases naturales. Pero aún considera a los individuos como primordiales en todo sentido y pasa por alto o incluso niega la existencia de los sistemas. Sin duda, esta perspectiva contiene una importante parte de la verdad: que todas las cosas complejas conocidas resultan de la agregación, ensamblado o combinación de cosas más simples. Por ejemplo, los haces de luz son paquetes de fotones, las moléculas emergen como combinaciones de átomos, los organismos multicelulares o bien por combinación o bien por la división de una única célula, y los sistemas sociales a partir de la asociación de individuos.

No obstante, ninguno de estos procesos de ensamblado tiene lugar en el vacío. Así pues, todo átomo está inserto en campos de diversos tipos y todo ser humano nace en el seno de un grupo social y es moldeado, en parte, por su entorno natural y social. Ningún hombre es una isla, tampoco un átomo.

Más aún, algunos procesos de ensamblado dan como resultado sistemas y todo sistema posee no solamente una composición, sino también una estructura (el conjunto de vínculos entre sus componentes). Pero según el individualismo, la composición lo es todo, en tanto que la estructura no es nada. De allí que un individualista consistente no será capaz de distinguir un copo de nieve de una gota de agua, o una firma comercial de un club constituido por los mismos individuos. De igual modo, la existencia misma de organismos resulta paradójica para los defensores de la fantasía del «gen egoísta», puesto que sostienen que toda la acción transcurre en el nivel molecular.

El descuido o la mala comprensión de los sistemas puede denominarse *falacia individualista*. Esta consiste en identificar un sistema con su composición, tal como lo ilustran las afirmaciones de que un copo de nieve es «nada más» que un montón de moléculas de H_2O , un organismo es «nada más» que un montón de átomos y moléculas y una sociedad es «nada más» que una colección de individuos. Todo esto es incorrecto, ya que implica pasar por alto la estructura, el entorno y el proceso. En resumen: el «nadamasismo» individualista está equivocado porque niega la existencia misma de los sistemas y sus propiedades emergentes.

Tanto en lógica como en ciencia, los individuos y las propiedades —sean estas intrínsecas o relacionales— se presentan juntos, en pie de igualdad: ninguno tiene precedencia por sobre el otro. En particular, por la definición misma de «relación», no hay relaciones sin elementos relacionados. Más aún, toda entidad emerge y se desarrolla en interacción con otras entidades. Esto es válido para personas y empresas tanto como para moléculas, células y otras entidades concretas.

Además, un individuo determinado, sea electrón o persona, probablemente se comporte de manera diferente en diferentes contextos (por ejemplo, en una diada, una triada o una multitud). En conclusión, todo está relacionado directa o indirectamente con alguna otra cosa. Con excepción del universo como totalidad, el completo

solitario, sea este un átomo, una persona o lo que fuere, es una ficción. Estas son tesis siste- mistas.

Finalmente, el individualismo llevará con seguridad a la inconsistencia, puesto que no analiza el entorno (o «situación») de un individuo: lo trata (correctamente) como una totalidad. En este aspecto, el individualismo se ajusta a la práctica científica. Por ejemplo, el físico o el químico que estudia un proceso que tiene lugar en un recipiente, describe este último de manera global: registra propiedades tales como la forma y la temperatura; y el biólogo registra únicamente algunas de las características globales del ambiente, tales como los accidentes geográficos y el clima.

En resumen, el individualismo ontológico no funciona, salvo como una aproximación muy tosca, a saber, cuando las interacciones son insignificantes (como en los casos de un gas de baja densidad o de una región escasamente poblada). No obstante, contiene dos importantes verdades. Estas son las tesis de que solo los particulares (sean grandes o pequeños) poseen existencia real y que no hay universales en sí mismos. Con todo, ambas verdades son parte de la ontología sistémica, ya bosquejada en el apartado 5 del capítulo anterior.

Sin embargo, el holismo ontológico no es la alternativa viable al individualismo, dado que lleva al universo en bloque de Parménides o masa cósmica indiferenciada. En sociología, lleva a la eliminación de la persona y la reificación de instituciones tales como el derecho, la ciencia y la comunicación, las cuales son consideradas entidades con comportamiento (Black, 1976; Luhmann, 1987). Así pues, paradójicamente, el fijar su atención exclusivamente en la totalidad lleva a considerarla como una cáscara vacía: el holismo radical equivale al nihilismo.

3. Lógicos

El holismo lógico es el punto de vista puramente negativo según el cual la razón, en especial todo tipo de análisis, es limitado en el mejor de los casos y causa de serias deformaciones en el peor de ellos. El holismo lógico es inherente al misticismo, al intuicionismo y al hegelianismo. De manera nada sorprendente, posee pocos adeptos entre los filósofos contemporáneos y ninguno entre matemáticos, científicos o tecnólogos.

La posición contraria al holismo es el individualismo lógico. Consiste en sostener que todos los constructos -conceptos, proposiciones y otros objetos semejantes— están contruidos a partir de individuos conceptuales o lingüísticos (o elementos de orden cero). Se presenta en dos intensidades: radical y moderado. El individualismo radical reprueba las clases o las tolera, pero considerándolas virtuales o ficticias, como si individuos tales como puntos y números y funciones y operaciones fueran menos ficticios.

La teoría de conjuntos trata los conjuntos como totalidades con propiedades que sus elementos no poseen, por ejemplo, la cardinalidad y la inclusión en

superconjuntos. Puesto que la teoría de conjuntos es el fundamento de la matemática tradicional, la adopción del individualismo lógico radical tendría como consecuencia el colapso de todo el edificio matemático. (Reemplazar los conjuntos por categorías no mejora las cosas para el individualista, puesto que los ladrillos fundamentales de las categorías, a saber, las flechas o morfismos, se hallan incluso más lejos de los individuos que los conjuntos.)

Otra consecuencia del individualismo radical es que no puede explicar la unidad de los argumentos lógicos y las teorías. En efecto, todo argumento es una totalidad y, más particularmente, un sistema, no un mero agregado de proposiciones. Piénsese, por ejemplo, en la regla básica de inferencia, el *modusponens*: « $A, A \Rightarrow BY \sim B$ ». El argumento como totalidad es consistente y su conclusión emerge de sus premisas. La consistencia es una propiedad global y la emergencia es la marca distintiva de la sistemicidad.

Lo mismo vale, a fortiori, para las teorías. Por definición, se trata de sistemas hipotético-deductivos de proposiciones, es decir, sistemas potencialmente infinitos de argumentos deductivos. La estructura de todo sistema de este tipo, vale decir la relación que lo mantiene unido, es la deducibilidad. Y, mal que le pese al extensionalismo, esta relación no puede definirse como un conjunto infinito de pares ordenados de la forma (premisa(s), conclusión(ones)). En efecto, en todo cálculo lógico, la relación de implicación está definida tácitamente por un conjunto de reglas de inferencia.

El extensionalismo es la versión moderada del individualismo lógico. Admite las clases, pero sostiene que los predicados deben ser definidos como conjuntos de individuos que, se considera, son los que poseen tales atributos. En otras palabras, el extensionalismo lógico sostiene que los predicados son idénticos a sus extensiones. Así pues, «está vivo» equivaldría a la colección de todas las cosas vivas. Pero en la práctica se debe utilizar el predicado «está vivo», o una conjunción de predicados de inferior nivel, para caracterizar la clase de las cosas vivientes. Más aún, predicados diferentes pueden ser coextensivos, como en el caso de «está vivo» y «metaboliza».

Toda clase no arbitraria es originada por predicados. En el caso más simple, el correspondiente a un predicado unario P , la clase correspondiente es $C = \{x \mid Px\}$, que se lee «el conjunto de todos los individuos con la propiedad P ». Algo semejante vale para los predicados de mayor grado: binarios, ternarios, etc. De este modo, debemos tener algún concepto de amor antes de proponernos encontrar su extensión, o sea la clase de pares ordenados de la forma {amador, amado). En resumen, el sentido precede a la verdad y los predicados preceden (lógicamente) a las clases.

El extensionalismo aparece en la caracterización estándar de una relación (en particular una función) como un conjunto de pares ordenados o, en general, como un conjunto de n -tuplas ordenadas. La primera objeción que puede hacerse a esta caracterización es que es factible únicamente para conjuntos finitos. E incluso en este caso, provee únicamente la extensión de la relación y ello no siempre es posible. Por ejemplo, la relación de predicación no puede definirse como un conjunto de pares

sujeto-predicado. Una segunda objeción es que las *ra-tu-pías* poseen propiedades muy diferentes de las que poseen sus componentes, un simple caso de emergencia. Por ejemplo, un par ordenado de números impares involucra una relación de orden que no es par ni impar. Más aún, la definición de par ordenado conjuntista estándar contiene un concepto de orden.

Una tercera objeción al extensionalismo es que la más importante de todas las relaciones en la teoría de conjuntos, la de composición \circ , no puede definirse como un conjunto de pares ordenados de las formas (individuo, conjunto) o (conjunto, familia de conjuntos). En cambio, la relación \circ está definida implícitamente por los axiomas de la teoría de conjuntos en la cual aparece. Si se interpretase \circ de manera extensional, debería admitirse que « x e y » puede ser reformulado como « $(x, y) \in \circ$ » y esta no es, precisamente, una fórmula bien formada.

Tampoco se definen habitualmente las funciones como conjuntos de «*tupias* ordenadas o tablas. Aquí también, ello es posible solamente para conjuntos finitos tales como una muestra finita (y , por lo tanto, muy pequeña) del conjunto no numerable de pares ordenados $(x, \text{sen } y)$. Como señala Bourbaki, únicamente el gráfico (extensión) de una función es un conjunto ordenado de «*tupias*. Por ejemplo, el gráfico de una función: $A \rightarrow B$ del conjunto A en el conjunto B es $T(f) = \{(x, y) | y = f(x)\}$. Pero la función f misma es definida de otro modo, ya sea explícitamente como una función de poder o implícitamente, por ejemplo, por una ecuación diferencial. (Más aún, las funciones más interesantes se presentan en familias de funciones interdefinibles, tales como las funciones trigonométricas y los polinomios de Legendre.)

Deberíamos mantener, entonces, la diferencia entre un predicado P definido sobre un dominio D y su extensión $JE(P) = \{x \in D | Px\}$, que se lee «la colección de los D que poseen la propiedad P ». Es más, debemos distinguir este conjunto de la colección $R(P)$ de individuos a los que P se refiere, vale decir la clase de referencia de P . Una de las razones de esta distinción es que bien puede ocurrir que, en tanto que $R(P)$ sea vacía, $JE(P)$ no lo sea. (Ejemplos de predicados con una referencia no vacía, pero con una extensión vacía: «el número más grande», «monopolo magnético», «mercado perfectamente competitivo». De estos predicados irrealistas se dice equivocadamente que no poseen referencia.) Otra razón es que, mientras que la extensión de un predicado «*-ario* es un conjunto de «*tupias*, la clase de referencia del mismo predicado es un conjunto de individuos. Por ejemplo, la extensión del predicado «auxilia» es la colección de pares ordenados (auxiliador, auxiliado), en tanto que la clase de referencia del mismo predicado es la unión lógica de la clase de auxiliadores con la de auxiliados.

En síntesis, el individualismo lógico es insostenible. Con todo, su fracaso no hace mella en el análisis lógico. Muestra, solamente, que un sistema analizado sigue siendo una totalidad o individuo de orden superior, con propiedades que le son peculiares, entre las cuales está su estructura. Más aún, solo el análisis lógico permite conocer si un conjunto determinado es un sistema, vale decir una colección cuyos

miembros están todos relacionados con algún otro miembro del mismo conjunto. De allí que la defunción del individualismo lógico no represente amenaza alguna para el racionalismo.

La conclusión para la matemática, la ciencia y la tecnología es que nada ganarían —y perderían mucho— si eliminaran los predicados por favorecer a los individuos o a las «tupias de individuos. La razón es que no hay individuos desnudos reales, carentes de propiedades: esos son ficticios.

4. Semánticos

El holismo semántico es el punto de vista según el cual el significado de todo elemento conceptual o lingüístico está determinado por el cuerpo total de la cultura intelectual. Puesto que de ninguna persona puede esperarse que conozca todo, el holismo semántico no es viable. Peor todavía, implica que nadie puede captar el significado de cosa alguna, una posición derrotista y, por añadidura, oscurantista.

Lo contrario del holismo semántico es el individualismo semántico. Según este último, el significado de una totalidad conceptual o lingüística, tal como un enunciado o la proposición que aquel designa, es una función del significado de sus partes. Sin embargo, la función en cuestión nunca ha sido especificada. Más aún, no puede definirse porque la tesis es falsa, como lo muestran los siguientes contraejemplos.

La pseudodefinición de Heidegger del tiempo como «la maduración de la temporalidad» no tiene sentido, aun cuando sus constituyentes sí lo tienen. Otro ejemplo, el enunciado «Juan servirá» toma su significado del contexto. Tercer ejemplo: las consabidas proposiciones «Perro muerde a hombre» y «Hombre muerde a perro» no son lo mismo, a pesar de que poseen los mismos constituyentes. Último ejemplo: el predicado «buen maestro» no equivale a la conjunción de «bueno» y «maestro». En lugar de ello, «buen maestro» puede definirse como la conjunción de «maestro», «conoce su tema», «ama su tema», «le gusta enseñar», «claro», «inspirador», «dedicado», «paciente», «considerado», etc. Resumiendo, contrariamente a lo sostenido por el individualismo, las unidades de significado —los conceptos y sus símbolos— no están ensambladas como las piezas de un Lego. Antes bien, se combinan como átomos y moléculas o, en cuanto a eso, como personas.

Los lingüistas han sabido durante alrededor de dos siglos que toda lengua es un sistema, de donde se desprende que ninguna expresión lingüística tiene significado por sí misma, vale decir separada de otras expresiones de la lengua (véase el cap. 4). Tan así es, que una lengua puede ser analizada como un sistema con una composición (vocabulario), un entorno (los elementos naturales y sociales a los que se refieren las expresiones de la lengua) y una estructura (la sintaxis, la semántica, la fonética y la pragmática de la lengua) definidos.

Lo que es válido para las lenguas es válido, *mutatis mutandis*, para los sistemas conceptuales, en especial para las clasificaciones y las teorías. En efecto, el sentido o

contenido de una parte de un sistema de este tipo depende del sentido de otros miembros de la totalidad: se trata de una propiedad contextual, no de una propiedad intrínseca. Por ejemplo, en una matriz los operadores \wedge y \vee se entrelazan tan íntimamente que no poseen significados separados. [Ejemplo: las leyes de absorción $x \wedge (x \vee y) = x$ y $x \vee (x \wedge y) = x$.] Y en la mecánica clásica, el sentido de «masa» depende del de «fuerza» y viceversa, aunque ambos son indefinidos y, en particular, no interdefinibles. Sus significados son interdependientes porque están relacionados por la segunda ley del movimiento de Newton. Si no fuese por esta última, seríamos incapaces de interpretar la masa como inercia y la fuerza como causa de la aceleración.

Lo que es cierto es que, contrariamente a lo afirmado por el holismo semántico y especialmente por el intuicionismo, las totalidades lingüísticas y conceptuales, tales como textos y teorías, deben ser analizadas para ser comprendidas correctamente. Y el análisis es, desde luego, la descomposición de una totalidad para reconocer sus constituyentes, sin cercenar, no obstante, las relaciones que los mantienen unidos. Más aún, el análisis conceptual se realiza mejor en el contexto de un sistema conceptual, preferentemente un sistema hipotético-deductivo (teoría). Por ejemplo, captar el significado del concepto técnico de «espín» en microfísica es necesario para colocar ese concepto en una teoría de partículas elementales que «rotan»,¹⁰ según la cual el espín es cualquier cosa menos una rotación. De paso, este ejemplo muestra que el análisis del lenguaje ordinario es incapaz de descubrir el significado de los términos teóricos.

El individualismo semántico también sostiene que los valores de verdad pueden ser asignados o estimados de a uno a la vez. Esto presupone que los valores de verdad son inherentes a las proposiciones. Pero esto es verdad exclusivamente para las verdades o falsedades lógicas y ello, incluso, solo dentro de un determinado cálculo lógico. El valor de verdad de las proposiciones extralógicas depende del valor de verdad de otros elementos: axiomas, en el caso de los teoremas, y pruebas empíricas en el caso de los enunciados fácticos de bajo nivel. En otras palabras, el valor de verdad de toda proposición, que no sea una fórmula lógica, depende de otros enunciados de un contexto dado. En estos casos, no se debería escribir «*p* es verdadera» sino «*p* es verdadera en (o relativamente al) contexto C».

En resumen, el individualismo semántico no funciona, porque pasa por alto la trama en la cual todo constructo y todo signo están inmersos. Con todo, su tesis de que el análisis es necesario se sostiene y es importante.

5. Epistemológicos

El holismo epistemológico es la posición según la cual, puesto que todo tiene que ver

¹⁰ *Spinning*, que en inglés designa tanto el concepto de rotación como la propiedad de poseer espín, es decir momento angular, propia de ciertas partículas subatómicas. [N. del X]

con todo, para conocer cualquier particular primero debemos conocer el universo en su totalidad. Blaise Pascal estigmatizó con razón esta perspectiva como inviable hace cuatro siglos.

Lo contrario del holismo epistemológico es el individualismo epistemológico. Este consiste en la tesis de que para conocer el mundo es necesario y suficiente conocer los hechos elementales o atómicos, de donde proviene el nombre de «atomismo lógico» que Russell y Wittgenstein dieron a esta doctrina. Todo elemento epistémico complejo sería, pues, solo una conjunción o disyunción de dos o más proposiciones atómicas, cada una de las cuales describe (o, aun, es idéntica a) un hecho atómico.

Este punto de vista puede ser válido para el conocimiento de los hechos cotidianos registrados en enunciados tales como «El gato está sobre la alfombra», uno de los favoritos de los filósofos del lenguaje. Pero fracasa con los enunciados científicos más interesantes. Estos son generalizaciones universales que no pueden ser reducidas a conjunciones, porque involucran la cuantificación en conjuntos infinitos o, incluso, no numerables. (Ejemplo: «Para todo $t \in T \nexists \text{IR} : f(t) = 0$ », donde t designa la variable tiempo, cuyos valores caen en la línea real IR y « $f(t) = 0$ » es una forma posible de un enunciado legal tal como una ecuación de cambio o ley dinámica.)

Una norma del individualismo epistemológico es que todos los problemas deben abordarse de a uno a la vez. Pero no es así como se procede realmente en la investigación. En efecto, proponer un problema cualquiera presupone conocer la solución de problemas previos desde el punto de vista lógico. A su vez, la solución a cualquier problema interesante hace surgir nuevos problemas. En resumen, los problemas se presentan en paquetes o sistemas. Lo mismo vale para los asuntos o problemas prácticos. Por ejemplo, la lucha contra la drogadicción no tendrá éxito con solo castigar a los narcotraficantes y mucho menos a los drogadictos. El problema podría resolverse únicamente atacando las raíces económicas y culturales del abuso de drogas, tales como la pobreza, el mercado de drogas competitivo, la anomia y la ignorancia. De tal modo, los problemas prácticos también se organizan en sistemas, de donde se desprende que la máxima «Una cosa a la vez» es una receta para el fracaso o, incluso, para el desastre (Hirschman, 1990). Los sistemistas prefieren la regla «Todas las cosas al mismo tiempo, si bien gradualmente».

El individualismo epistemológico, tal como su compañero ontológico, puede haber sido sugerido por el atomismo antiguo, pero no funciona en la física atómica moderna. La razón de ello es que un problema de teoría cuántica no está bien formulado a menos que se postule una condición de contorno, y ocurre que la condición de contorno en cuestión es una representación ideal del entorno del objeto bajo estudio. Y un problema mal formulado o bien no posee solución o bien no posee una única solución.

(Más precisamente, todo problema de la física cuántica se reduce a la formulación tanto de la ecuación de estado como de la condición de contorno. Esta

última especifica que la función de estado se desvanece en el contorno. Ahora bien, un cambio en el contorno puede estar acompañado de un cambio cualitativo en la solución. Por ejemplo, el estado de un electrón libre confinado a una caja se representa con una onda estacionaria; en cambio, si la caja se expande al infinito, el electrón se representa con una onda de propagación. Más aún, la forma de la solución depende críticamente de la forma de la caja: la «onda» puede ser plana, esférica, cilíndrica, etc. En resumen, habrá tantas soluciones al problema como entornos sean modelados.)

El motivo de recordar este ejemplo es que, lejos de ser analizado, el entorno idealizado por la condición de contorno (caja) es tomado como una totalidad macrofísica sin analizar. El equivalente social es la situación o institución (macrosocial), algo que no puede describirse en términos microsociológicos. Este contexto social — particularmente las restricciones y los estímulos económicos, políticos e ideológicos, así como la costumbre y el *ethos* de la comunidad epistémica — es pasado por alto demasiado a menudo por los individualistas epistemológicos, del mismo modo que es descabelladamente exagerado por su rival colectivista. Pero si la cognición es separada de su matriz social, se vuelve imposible comprender cómo logran conocer algo los investigadores, por qué el reconocimiento de los pares es una motivación tan poderosa para investigar o por qué otros miembros de la comunidad científica, y no el investigador mismo, están ansiosos por refutar sus hipótesis.

Por último, el individualismo epistemológico es defectuoso también al fijar su atención en el investigador individual aislado de su comunidad epistémica. No se trata de que esta última construya el conocimiento, como sostienen los constructivistas-relativistas: después de todo, los grupos sociales no poseen cerebro. La cognición es un proceso cerebral, pero los individuos aprenden no solo a través del pensamiento y la práctica rigurosos, sino también unos de otros. En especial, los científicos pertenecen a comunidades científicas. Y, tal como señaló Robert K. Merton (1973) hace ya mucho tiempo, están motivados por dos mecanismos de recompensa que se refuerzan mutuamente: intrínseco (la búsqueda de conocimiento) y extrínseco (el reconocimiento de los pares). Y estos mecanismos se acoplan de manera ora constructiva, ora destructiva.

Más aún, se espera que los miembros de toda comunidad científica respeten reglas sociales tales como la difusión y discusión abiertas de problemas, métodos y descubrimientos. Tan así es que, para ser reconocidos por sus pares, los investigadores pagan un elevado precio en términos de evaluación de pares. Resumiendo, la cognición es personal, pero el conocimiento es social. «Conozco X» no es lo mismo que «X es conocido [por los miembros de un grupo social dado]».

6. Metodológicos

El individualismo metodológico es, por supuesto, el compañero metodológico del individualismo epistemológico. Afirma que, puesto que todo es o bien un individuo o

bien una colección de individuos, «en último término» el estudio de todo es el estudio de los individuos. En otras palabras, el procedimiento científico correcto sería del tipo *bot- tom-up* de la parte al todo. Esta estrategia microrreduccionista es mejor conocida en los estudios sociales, pero en realidad ha sido intentada —a la vez que vehementemente condenada— como «cartesiana» en todos los campos.

Por ejemplo, las propiedades de un sólido se conocerían mediante un análisis en el cual se lo descompusiera en sus átomos o moléculas constituyentes y las de un organismo multicelular, reduciéndolo a sus células. Pero el físico del estado sólido sabe que la primera parte de la conjunción anterior es falsa. En efecto, las propiedades de un sólido no se comprenden modelándolo como un agregado de átomos, sino dividiéndolo, en el análisis, en tres componentes: los átomos ionizados, los electrones vagando alrededor de aquellos y los campos electromagnéticos que acompañan a los iones y a los electrones y que son el cemento que mantiene unidos estos componentes. De allí que la física atómica, si bien necesaria, no sea suficiente para comprender los cuerpos extensos. La desastrosa consecuencia para el reduccionismo radical debería ser obvia.

Del mismo modo, los biólogos saben que la segunda parte de la afirmación también es falsa, dado que las células pueden asociarse para formar órganos y estos últimos, sistemas mayores, cuyas funciones biológicas son bien diferentes de aquellas de sus constituyentes. De allí que la biología celular sea necesaria pero insuficiente para comprender los órganos y, a fortiori, el organismo como totalidad: también se debe investigar cómo se relacionan las células entre sí, por ejemplo, por medio de iones y hormonas.

El individualismo metodológico funciona únicamente con problemas simples de la forma: dado un individuo, junto con su(s) ley(es) y circunstancia(s), averigüese su conducta. Por ejemplo, hállese la trayectoria de una esfera rodando por una rampa bajo la acción de la gravedad o la conducta de un consumidor maximizador en un mercado dado. Pero el método falla siempre que lo fundamental sea la interacción. Por ejemplo, fracasa para una estrella binaria y, a fortiori, para un sistema de un gran número de cuerpos (o personas). En realidad, aun en el caso de un único cuerpo el método da solamente una solución aproximada, puesto que pasa por alto la reacción del cuerpo tanto sobre la restricción (por ejemplo, la rampa), como sobre el campo de fuerza. Del mismo modo, las personas tampoco son agentes pasivos: reaccionan sobre las redes mismas en las cuales se encuentran incluidas.

Si el individualismo metodológico fuese adecuado, para conocer un triángulo bastaría con conocer sus lados, sin importar sus relaciones, a saber, los ángulos interiores, lo cual no es verdad ni siquiera en el caso excepcional de los triángulos equiláteros. Del mismo modo, para conocer una familia humana, no basta con conocer a sus miembros: es necesario también algún conocimiento de las relaciones entre ellos y con

Macronivel

A → B

A → B

Top-down J, T a → b

Bottom-up T J, a ← b

Micronivel

Figura 6.1. Siempre que se deba estudiar o manipular un sistema multinivel, deben intentarse dos estrategias complementarias: *top-down* (análisis) y *bottom-up* (síntesis).

otras personas, aunque solo fuese porque, con toda seguridad, cambiarán con el tiempo. En general, los hechos sociales pueden ser comprendidos únicamente incluyendo la conducta individual en su matriz social y estudiando las interacciones entre individuos. La composición y la estructura de un sistema son tan inseparables en los asuntos sociales como en los naturales. La separación implica distinción, pero lo recíproco no es verdad.

El complemento del individualismo metodológico es el holismo metodológico o punto de vista según el cual todo análisis es erróneo porque, supuestamente, destruye la totalidad. Esta doctrina está estrechamente aliada al intuicionismo, el enemigo tanto del racionalismo como del empirismo. Y, así como los individualistas son micróreduc- cionistas, los holistas son macrorreduccionistas. Sostengo que la estrategia correcta es la de combinar los enfoques *bottom-up* (sintético) y *top-down* (analítico), los cuales relacionan el micronivel con el macronivel, en lugar de procurar reducir cualquiera de ellos al otro. Tal combinación, característica del enfoque sistémico en todos los campos de investigación, retiene las partes sólidas del individualismo y del holismo. El sistemismo provee esquemas explicativos como el de la figura 6.1, según se comience por los macrohechos (análisis *top-down*) o los microhechos (síntesis *bottom-up*).

El fracaso parcial del individualismo metodológico posee una importante consecuencia para la teoría de la explicación científica y tecnológica. Según el llamado «modelo» de cobertura legal de explicación científica, explicar un hecho es mostrar que encaja en un patrón: vale decir subsumirlo en un enunciado legaliforme. Pero esto no es lo que los científicos o los tecnólogos llaman explicación: estos investigadores desean saber cómo funcionan las cosas, o sea qué las hace funcionar. Esto da razón de su preferencia por las leyes que bosquejan algún mecanismo -causal, aleatorio o mixto—para la ocurrencia del hecho que se desea explicar.

Por ejemplo, Newton y sus seguidores no estaban satisfechos con las leyes cinemáticas descubiertas por Galileo, Kepler y Huygens: así-

mismo deseaban conocer las causas del movimiento. Tampoco Maxwell, ni Boltzmann estaban satisfechos con la termodinámica: se propusieron descubrir el mecanismo subyacente, el cual resultó ser una combinación de causalidad y azar. Una vez más, no basta con postular que los episodios recordados son primero «almacenados» en la memoria de corto plazo y luego transferidos a la memoria de largo plazo. Los psicólogos cognitivos desean averiguar cómo emergen, funcionan, se conectan y se deterioran tales recuerdos: van detrás de los mecanismos neurales del aprendizaje, la memoria y el olvido. En particular, desean saber si aprender es o no lo mismo que el fortalecimiento de la eficacia sináptica que lleva a la formación de nuevos sistemas de neuronas. No se sienten satisfechos porque se les diga que los procesos mentales son casos de «procesamiento de información» sea lo que fuere que esto quiera decir.

Ahora bien, todo mecanismo es un proceso en un sistema concreto, tal como un núcleo atómico, un cristal, una célula, un cerebro, un ecosistema o una empresa. Y el concepto mismo de sistema es ajeno al individualismo, el cual reconoce únicamente los componentes del sistema, por ejemplo, los árboles de un bosque y los miembros individuales de una organización. De allí que la explicación propiamente dicha, la cual invoca mecanismos, se encuentre más allá de las posibilidades del individualismo. En consecuencia, el individualismo metodológico opone una barrera intolerable al entendimiento científico.

Resumiendo, el individualismo metodológico no funciona. Más aún, no puede funcionar, porque el universo no es un mero agregado de hechos atómicos, sino un sistema de sistemas, y porque los agentes -en especial los investigadores- no son individuos autosuficientes, sino nodos de redes sociales. Al holismo metodológico le va aun peor habida cuenta de que, como veremos en el próximo capítulo, entraña el reemplazo de la razón por la intuición y la resignación de la libertad, especialmente la libertad de desafiar a un contexto social dado. No obstante, el aspecto práctico de la cuestión merece un capítulo aparte.

Comentarios finales

Existen tres cosmovisiones principales en lo referente a la estructura del universo y de nuestro conocimiento de él. Una es el individualismo, según el cual todo es o bien un individuo o bien una colección de individuos. En términos negativos: no habría totalidades, salvo en la ficción. El opuesto polar del individualismo es el holismo, según el cual el universo es una nebulosa indiferenciada, de modo tal que toda parte

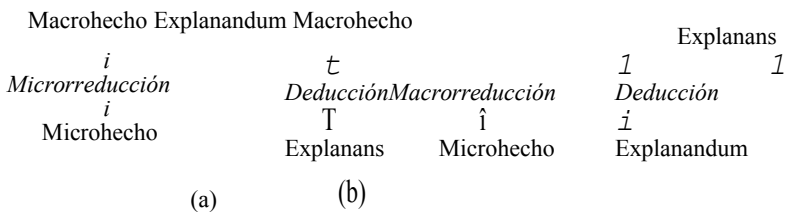


Figura 6.2. *Dos estrategias de investigación y modos de explicación que involucran un micronivel y un macronivel: (a) microrreducción, (b) macrorreducción. Son mutuamente complementarias, en lugar de ser mutuamente excluyentes.*

de él influye sobre toda otra parte de la totalidad. En términos negativos: no habría individuos, salvo como ficción. Los compañeros epistemológicos del individualismo y del holismo son, respectivamente, el racionalismo y el intuicionismo.

La alternativa, tanto frente al individualismo como frente al holismo es el sistemismo, una especie de síntesis de sus rivales. De acuerdo con él, el universo es el sistema máximo y todo es un sistema o bien un componente de un sistema. Además, los sistemas están caracterizados por propiedades emergentes. En términos negativos: no hay individuos aislados ni totalidades imposibles de descomponer. Tampoco están todas las cosas en el mismo nivel de organización; se hallan distribuidas entre diversos niveles: físico, químico, biológico, social y técnico.

Algunos de los procesos más asombrosos de la naturaleza, así como de la sociedad, se inician en un micronivel y terminan en un macronivel. Por ejemplo, una reacción en cadena nuclear, a menos que sea moderada, termina en una explosión; y una orden ejecutiva de un presidente todopoderoso puede desencadenar una guerra. De modo inverso, un macroproceso, tal como una explosión nuclear o una guerra, puede tener efectos letales, con resultados socialmente desintegradores que, a su vez, afecten la vida, y así sucesivamente. No puede esperarse que una ontología de un único nivel pueda explicar tales zigzagues.

Una ontología sistémica, particularmente una que contenga los conceptos de emergencia y nivel, sugiere una epistemología sistémica que incluya diferentes niveles de análisis, así como diferentes maneras de moverse entre ellos. En particular, el sistemismo sugerirá combinar las estrategias de investigación *top-down* y *bottom-up*, tal como se muestra en la figura 6.2.

7

Ei individualismo y el holismo: prácticos

El mundo puede ser visto como un agregado de cosas (individualismo), como un bloque sólido (holismo) o como un sistema de sistemas (sistemismo). En consecuencia, nuestras acciones sobre el entorno pueden ser vistas también de cualquiera de los tres modos: el individuo contra el mundo, el mundo contra el individuo o el individuo interactuando con su entorno. La primera perspectiva enfatiza la autonomía; la segunda, la heteronomía y la tercera, la interdependencia. De manera equivalente: el individualismo promueve la confianza en sí mismo, la independencia, los derechos y el egoísmo; el holismo enfatiza la dependencia, los deberes, la conformidad y el altruismo, y el sistemismo favorece una combinación de autonomía con heteronomía, independencia con cooperación, egoísmo con altruismo y derechos con deberes.

Los compañeros axiológicos y morales de las tres perspectivas en cuestión pueden ser sintetizados en otras tantas máximas: «Lo que es bueno para el individuo es bueno para la sociedad» (individualismo), «Lo que es bueno para la sociedad es bueno para el individuo» (holismo), y «Lo que es bueno para el individuo inquieto por lo social es bueno para la sociedad justa» (sistemismo).

Los complementos de estas doctrinas en la filosofía política deberían ser obvios. Son el libertarismo, el totalitarismo y la democracia, respectivamente. Dime qué ontología sostienes y adivinaré lo que piensas respecto del gobierno, las libertades civiles, la justicia social y,

quizás, incluso el partido por el cual votarás, siempre y cuando tu cosmovisión sea coherente. (No obstante, para bien o para mal, pocos de nosotros somos completamente coherentes en estos asuntos).

1. Teoría de los valores, teoría de la acción y ética

El individualismo y el holismo no solo aparecen en la filosofía teórica, sino también en lo que puede denominarse tecnologías filosóficas: la teoría de los valores, la teoría de la acción y la ética (véase Bunge, 1989, 1998). El individualismo axiológico (o respecto de la teoría de los valores) afirma que únicamente los individuos pueden valorar, que solo hay valores individuales y que la parte es más Valiosa que el todo, el cual de todos modos probablemente sea ficticio. El individualismo praxiológico (o respecto de la teoría de la acción) centra su atención en la acción individual y, por ello, pasa por alto tanto la inclusión social de la acción como las interacciones entre las acciones individuales. La consecuencia ética es obvia: una norma moral o legal solo está moralmente justificada en tanto beneficie al individuo.

Sostengo que solo una de estas tres afirmaciones del individualismo axiológico es verdadera, a saber, que únicamente los individuos pueden efectuar valoraciones. Y aun así, a menudo valoramos bajo la influencia de otros y, a veces, bajo coacción. Más aún, los valores son adoptados o rechazados por grupos sociales, hasta un punto tal que la posición de un individuo en el grupo depende de su aceptación de los valores de este. En resumen, la valoración, si bien es individual, está socialmente condicionada. (Consecuencia metodológica: la axiología debe mantenerse cerca de la sociología.)

La segunda tesis, que hay únicamente valores individuales —tales como el bienestar y la libertad—, deja de lado los valores sociales como la seguridad, la paz, la cohesión social y la justicia. Con todo, la mayoría de nosotros sentimos apego por estos últimos, en gran medida porque su realización es una condición necesaria para la realización de diversos valores individuales. Y ningún valor social es un agregado o combinación de valores individuales. Por ejemplo, la buena voluntad del individuo no basta para construir una buena sociedad.

La tercera tesis, que la persona es más valiosa que cualquier red social a la que pertenezca, descansa sobre la presuposición de que los individuos son separables de los sistemas en los que se encuentran insertos. Esta tesis es tan errónea como el punto de vista holista según el cual los individuos son prescindibles y deben estar subordinados al todo (Estado, Iglesia, partido, compañía o lo que fuese).

No deberíamos vernos forzados a elegir entre el individuo aislado y la totalidad supraindividual, porque ambos son ficciones. En realidad, solo existen individuos interrelacionados y los sistemas que ellos constituyen. En consecuencia, cuando evaluamos una acción individual, debemos preguntar si no resulta perjudicial para la totalidad social en cuestión, y cuando evaluamos esta última debemos preguntar si promueve el bienestar personal.

Según lo dicho, los que solo se ocupan de sí mismos y los nihilistas son tan condenables como los explotadores y los tiranos. También se sigue de ello que debemos luchar para minimizar la anomia -la discrepancia entre el logro personal y el valor o norma social- reformando tanto la conducta individual como la estructura social. Sostengo que este enfoque sistémico de la axiología carece de los defectos de sus rivales individualista y holista; y que es el que deberá ayudarnos a manejar los inevitables conflictos entre los valores individuales y sociales, en lugar de suprimir cualquiera de ellos.

Lo que es válido para la axiología vale también, *mutatis mutandis*, para la praxiología y la ética. En cada uno de estos tres campos, el individualismo pasa por alto los problemas que se originan en hechos macrosociales tales como la superpoblación, la pobreza, la discriminación sexual, la explotación, la tiranía y la guerra. Y ello a pesar de que las víctimas de cualesquiera de estas calamidades sobrepasan largamente los casos de suicidio, aborto, prostitución, eutanasia, robo y asesinato en pequeña escala, las especialidades del filósofo moral individualista. Resumiendo, los filósofos morales individualistas enfocan su atención en problemas micromorales y, de ese modo, soslayan los problemas macro-morales, que son mucho más difíciles de abordar porque requieren de la sociología, las ciencias políticas y el diseño de políticas sociales.

En cambio, el sistemista recomienda poner la atención sobre el individuo-en-sociedad, en lugar de hacerlo en el individuo o en la sociedad. Lo cual solo es un ejemplo de la tesis lógica de que las relaciones se presentan junto con sus elementos relacionados. Hay todavía una razón más: ni el individuo aislado, ni la sociedad como totalidad son el agente práctico y moral, sino que lo son las personas-en-sociedad, a la vez restringidas por algunas normas y estimuladas y empoderadas por otras.

Un ejemplo debería aclarar lo dicho. Se está extendiendo la práctica de recolectar los órganos de los prisioneros ejecutados. Con seguridad, los utilitaristas, que son individualistas, la aprobarán: ¿por qué dejar que se desperdicien órganos que podrían ayudar a los vivos? Otros se oponen a esta práctica basándose en ideas religiosas. El sistemista se opone por una razón diferente: porque sanciona la pena de muerte y promueve una industria de comercio de órganos, la cual posiblemente presionará a favor de la preservación de la pena capital.

El utilitarismo se equivoca al usar una noción confusa de felicidad (o utilidad) y al ignorar el contexto social de los problemas morales y la acción individual. También se equivoca al buscar la mayor felicidad para el mayor número, a causa de que estos desiderata son mutuamente incompatibles. (Llámesse F a la cantidad total de felicidad que se dividirá equitativamente entre n individuos y f a la tajada de felicidad asignada a cada uno de ellos. Puesto que $F = nf$, maximizar n implica minimizar f y viceversa.) Esta es la razón por la cual el utilitarismo es, en el mejor de los casos, ineficaz. Y el utilitarismo negativo («No dañarás») no basta, puesto que uno debe ayudar a los demás, si fuese necesario desafiando la costumbre o quebrantando la ley.

Dado que las fuentes de (y las soluciones para) tantos problemas prácticos y morales son en parte sociales, una filosofía práctica resulta impráctica, o incluso

peor, si no equilibra los intereses privados y públicos, abordando problemas tanto de índole macroética como microética. Tal equilibrio incluye reconocer que todo sistema de valores viable es ambivalente y, por lo tanto, potencialmente contradictorio en lugar de monovalente y, de este modo, perfectamente consistente (Merton, 1976). Así pues, admitimos, normalmente, que la libertad debe ser atemperada por la responsabilidad, la competencia en ciertos aspectos por la cooperación en otros y la valentía por la prudencia. También complementamos las normas con contranormas; la autoconservación con el interés por los demás, los derechos con los deberes, la democracia con la competencia y así sucesivamente. De este modo, en la práctica, aun los teóricos individualistas u holistas son sistemistas no declarados.

2. Individualismo histórico y político

El individualismo histórico es una filosofía de la historia, a saber, el dogma de que los individuos hacen la historia. Se presenta en dos versiones. Según una de ellas, los principales actores son héroes y villanos; según la otra, todo sujeto que toma decisiones racionales es un agente histórico. El mérito evidente del individualismo histórico en cualquiera de sus versiones es que rechaza inaccesibles potencias sobrehumanas, tales como el destino, la voluntad general y el *Volk*, la idea romántica de pueblo-raza-lengua-nación. El defecto evidente de esta doctrina es que pasa por alto el entorno natural, la tradición y las redes sociales, ninguno de los cuales es reducible a individuos.

El individualismo político es la tesis de que la libertad individual constituye el valor máximo. Es lo mismo que el libertarismo (pero no que el liberalismo clásico, el cual es consistente con el socialismo democrático). Cuando se lo une con una moralidad solidaria, el libertarismo implica que todas las instituciones políticas deben ser suprimidas: se trata del anarquismo de izquierdas clásico. Y cuando se lo une al egoísmo, el libertarismo implica que el gobierno debe ser mínimo y actuar exclusivamente al servicio de quienes poseen los medios para disfrutar de la libertad: se trata del libertarismo de derechas contemporáneo (o neoliberalismo). En otras palabras, el individualismo político predica o bien la eliminación de todo gobierno o bien su reducción a las fuerzas de la ley y el orden.

El anarquismo clásico presupone, como Rousseau, que las personas son básicamente buenas y solidarias, por lo que no necesitan restricciones externas. En contraposición, el libertarismo contemporáneo supone, como Hobbes, que somos todos malvados y egoístas, de donde se desprende la necesidad de protección contra nosotros mismos. Ninguna de estas presuposiciones es apoyada por la psicología social. Esto último confirma la sugerencia de hace un siglo de Robert Louis Stevenson: somos una combinación de bondad y maldad.

Esto puede sonar trillado y lo es, por cuanto el individualismo es erróneo, aunque fuese solamente porque en la vida real todos necesitamos y buscamos ayuda, estamos

deseosos de cooperar en algunos aspectos y nos sentimos bien al hacerlo (Rilling et al., 2002). El holismo político no es mejor, puesto que, ya sea en su moderada versión comunitarista o en su feroz versión totalitaria, ahoga la individualidad. Es verdad, en comparación, el individualismo político parece atractivo, a causa de su defensa de la libertad. Pero, así como el holismo justifica la opresión política, el individualismo es socialmente desintegrador, tal como lo señalara Tocqueville hace ya mucho tiempo. Como consecuencia, ninguno es consistente con la democracia.

Sin embargo, puesto que pocas personas son consistentes, no se debería exagerar el impacto práctico ni del individualismo, ni del holismo. Así pues, los líderes nazis predicaban el holismo a las masas mientras practicaban el individualismo más rapaz. De modo inverso, los libertarios de derechas predicaban el individualismo para sí mismos, a la vez que propician la servidumbre, o algo peor, para los liberales o para quienes no son blancos. Al juzgar un determinado movimiento político, sus hechos son más importantes que sus palabras, las cuales a menudo ocultan más que lo que revelan.

Afortunadamente, hay una alternativa a ambos extremos. Se trata del punto de vista sistémico, el cual afirma que, puesto que el individuo lucha por sobrevivir, pero no puede lograrlo sin ayuda, debe aprender a combinar la competencia con la cooperación. El corolario político es que necesitamos instituciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales, que canalicen nuestros impulsos prosociales y contengan nuestros impulsos antisociales. La democracia participativa y la poliarquía podrían ajustarse a esta necesidad. Pero esa es otra historia.

3. Primera alternativa al individualismo: el holismo

Dado que el individualismo es profundamente defectuoso en todas sus modalidades, se requiere una alternativa que lo reemplace. La primera que viene a la mente es, desde luego, el holismo (o colectivismo). Se trata de la concepción del mundo como una nebulosa amorfa: el punto de vista según el cual el todo precede a la parte, la domina, y en consecuencia es más valioso que esta última. Las filosofías de Platón, Hegel y Bergson son típicamente holistas.

El holismo ontológico sostiene la prioridad del todo y la imposibilidad de descomponerlo. Pero, por supuesto, una totalidad no es tal a menos que comprenda sus partes. De allí que parte y todo vayan de la mano. Tanto es así que un cambio en una parte puede causar un cambio cualitativo en el todo y viceversa, como cuando un individuo inicia un movimiento social y cuando este último arrastra al individuo. El holismo afirma también que todo interactúa con todo lo demás. Pero eso no es cierto, puesto que la intensidad de la mayoría de las interacciones disminuye con la distancia o, en el caso de la sociedad, con el tiempo. Esto hace posible aislar casi cualquier cosa, al menos en algunos aspectos, hasta cierto punto y por un tiempo.

Según el holismo lógico, las relaciones preceden a los elementos en relación. Por

ejemplo, Marx se propuso caracterizar la persona como el conjunto de sus relaciones sociales. Pero esto, por supuesto, es incorrecto desde el punto de vista lógico, dado que las relaciones se presentan con los elementos relacionados y estos con aquellas. De tal modo, la relación de matrimonio no existe sin los esposos, los cuales a su vez no son tales si no están relacionados por el matrimonio. (En términos abstractos: una relación no está bien definida a menos que esté acompañada por el dominio para el cual es válida, del mismo modo que este último no está completamente caracterizado a menos que se especifique su estructura, o sea las relaciones que existen entre sus miembros.) Cuando se procede de manera rigurosa, siempre se define el sistema íntegro, tal como el sistema relacionai « D junto con $<$ », o $S = <D,$
o. En resumen, el holismo lógico es tan insostenible como su opuesto, a saber, el individualismo lógico.

El siguiente es el holismo semántico. Se trata del punto de vista según el cual el significado de todo constructo (o la significación de todo signo) depende de todo el cuerpo de conocimiento (o texto). Esta tesis no ha sido formalizada y resulta difícil imaginar cómo podría serlo. En todo caso, la tesis en cuestión es falsa, tal como lo muestran los siguientes contraejemplos. El significado de la relación de implicación está exhaustivamente determinado por el cálculo de predicado y el de «fotosíntesis» por la bioquímica. En ninguno de estos casos es necesario incursionar en otros campos de conocimiento. En resumen, el holismo semántico es falso. Su mérito radica en poner el acento en que no hay constructos sueltos: el significado es contextual. Pero, para resultar manejable, el contexto debe ser restringido. Esto limita las posibilidades de convergencia.

El pariente que sigue es el holismo epistemológico. Este punto de vista puede ser comprimido en tres tesis: sobre la fuente y el sujeto del conocimiento y sobre la relación de parte a todo. La primera afirmación es que la fuente superior -o, quizás, incluso única- de conocimiento es la prístina, total e inmediata aprehensión intuitiva del todo, inalcanzable tanto para la experiencia como para la razón. Más aún, la intuición sería infalible. Este punto de vista -sostenido por Bergson y Husserl, entre otros- es tan dogmático y discrepa de forma tan evidente con todo lo que sabemos acerca de la cognición, que difícilmente valga la pena discutirlo. Por otra parte, los problemas de los tipos de intuición y sus funciones, así como sus relaciones tanto con la experiencia como con la razón, son preguntas realmente interesantes, a la vez empíricas y filosóficas (véase Bunge, 1962a). Pero su discusión requiere de herramientas analíticas que el holista rechaza.

El punto de vista holista con respecto a la fuente del conocimiento es que quien investiga es la sociedad como totalidad. Se trata de la tesis constructivista social propuesta originalmente por Marx y actualmente de moda. Tomada literalmente, esta opinión es grotesca, puesto que el órgano del conocimiento es el cerebro y la sociedad no posee cerebro alguno. Por otra parte, el constructivismo social no deja lugar al pensamiento original y, en particular, al de corte no conformista. El único mérito de esta perspectiva es que corrige la epistemología individualista, recordándonos que todo investigador es miembro de una o más redes de información.

Pero al sujetar tan estrechamente al individuo a su comunidad, no puede explicar la creación, ni la rebelión. Al fin y al cabo, el pescador sale en busca de pescado, no de redes. (Véase una crítica detallada del constructivismo-relativismo en Bunge, 1999.)

Además, el holismo alienta el relativismo cultural, vale decir el punto de vista de que cada comunidad posee sus propias creencias y sus propios valores, los cuales no son ni mejores ni peores que los de otras tribus. De más está decir que el relativismo resulta incompatible con la búsqueda de la verdad objetiva, la cual es transcultural: lleva al anarquismo epistemológico. Y, puesto que niega los cánones universales del argumento válido, el relativismo ni siquiera hace posible la discusión racional entre las personas de diferentes culturas o aun subculturas. El relativismo también es inconsistente con la idea misma de progreso moral y político. Y puesto que es localista en lugar de universalista, tampoco necesita el concepto de humanidad.

En cuanto a la perspectiva holista de la relación entre *pai te* y todo, presenta dos intensidades: radical y moderada. Según la primera, para conocer la parte es necesario conocer el todo. Puesto que ello es imposible, estamos condenados a la ignorancia. En cambio, el holismo moderado sostiene exclusivamente que el conocimiento humano es una totalidad. Esto es verdad hasta cierto punto. De hecho, el conocimiento humano es efectivamente un sistema, pero se trata de un sistema cuyos componentes no están todos vinculados con igual intensidad. Por ejemplo, los geólogos y los matemáticos pueden trabajar a la par sin interactuar de modo significativo en ningún momento y, en tanto que los biólogos usan algo de matemática, la investigación matemática no utiliza los descubrimientos biológicos.

El holismo metodológico afirma que el todo no necesita explicación —salvo, quizás, en términos de su historia- y que a su vez explica la parte. De tal modo, todo proceso biológico particular estaría explicado por una única y abrumadora fuerza vital; los procesos mentales se explicarían como movimientos del alma o de sus «facultades» o «módulos» y los hechos sociales particulares se explicarían por fuerzas sociales propias de la sociedad como totalidad, tales como el *Zeitgeist* y el aprendizaje social, los cuales son tan indefinidos como «fuerza vital» y «alma». De más está decir que todas estas ideas son vestigios de pensamiento precientífico.

El holismo afirma, también, que la confirmación o refutación de una tesis en cualquier campo de conocimiento modifica todo el sistema del conocimiento humano. Por ejemplo, si la mecánica cuántica utilizara una lógica propia (tal como algunos han sostenido), la lógica y la física deberían coevolucionar. Para bien o para mal, este ejemplo en particular es falso. De hecho, nadie ha obtenido jamás un resultado físico con el auxilio de la lógica cuántica; lo que no es sorprendente, dado que la física cuántica presupone la matemática clásica, cuyo sustrato es la lógica clásica. En síntesis, los diversos campos de investigación están, por cierto, mutuamente relacionados, pero algunos vínculos son más débiles que otros. Y el trabajo empírico no puede modificar verdades formales, puesto que estas no representan ningún hecho en particular: si lo hicieran, los teoremas matemáticos deberían ser puestos a prueba en el laboratorio. Como conclusión, el holismo metodológico no funciona.

El hoísmo axiológico sostiene que el todo es más valioso que sus partes y que estas son valiosas solamente en tanto sirvan al todo. La consecuencia praxiológica es clara: la acción individual debería ser juzgada solo en términos de su contribución al bienestar de la totalidad. A su vez, esto implica que una norma está justificada moralmente solo si orienta acciones que favorecen a la totalidad: inspira una moralidad de deberes únicamente. El hoísmo político predica la esclavización de la persona por los poderes que correspondan, a saber, el Estado, la Iglesia, el partido o la empresa. Todo lo cual se ajusta a las ideologías totalitarias, ninguna de las cuales da lugar al ámbito privado. La cohesión y el consenso social máximos resultan tan malos como sus opuestos polares. Veamos por qué.

Emile Durkheim pulsó una cuerda íntima en todos nosotros cuando afirmó que la cohesión social es el valor social máximo. En efecto, todos estamos interesados en evitar la lucha y preservar, o aun fortalecer, la cohesión social de los sistemas sociales a los cuales pertenecemos. Los motivos principales son personales y sociales. En cuanto a lo personal, todos necesitamos y deseamos seguir adelante con nuestra vida. El motivo social es que, para que un sistema funcione de manera eficiente, sus partes deben trabajar conjuntamente con una fricción mínima. Si, en contraposición, todo miembro del sistema social intenta «hacer la suya», los lazos que mantienen unido al sistema se debilitan hasta un punto tal que la existencia misma del sistema es puesta en riesgo. Esta es una de las razones por las cuales el anarquismo, ya sea de izquierdas o de derechas, no es viable.

No obstante, la cohesión no debe ser llevada demasiado lejos, hasta el extremo de dañar a los miembros del sistema sin una compensación. Cuando un matrimonio deja de funcionar, probablemente el divorcio sea lo mejor para todas las partes involucradas. Lo mismo vale, *mutatis mutandis*, para las sociedades en los negocios, los partidos políticos y las alianzas internacionales. Todo lo cual se ha sabido por siglos. Solo quedan por aprender esta lección los apóstoles de la globalización: continúan repitiendo el mantra de que el libre comercio, la privatización, la liberalización financiera y el pretendido consiguiente fortalecimiento del sistema mundial son beneficiosos para todos y, en particular, que promueven la igualdad y la democratización de las naciones y los individuos, así como su crecimiento económico. Hay dos argumentos principales contra esta opinión.

El primero es que las estadísticas económicas no apoyan la hipótesis de la relación entre crecimiento y apertura. Rodríguez y Rodrik (2001) concluyen su crítica metodológica de esta hipótesis sosteniendo que no se presenta una asociación significativa entre el crecimiento económico y las políticas de comercio. En consecuencia, «discuten [...] el punto de vista, cada vez más común, según el cual la integración en la economía mundial es una fuerza tan poderosa como para reemplazar eficazmente una estrategia de desarrollo por el crecimiento económico». En cuanto a la distribución de los ingresos, los informes anuales recientes de la Conferencia sobre Comercio y Desarrollo de las Naciones Unidas muestran que en muchos países, tanto en desarrollo como desarrollados, la globalización ha estado asociada con un aumento de la desigualdad en los ingresos (Ocampo y Taylor, 1998; Galbraith y

Berner, 2001).

Un mecanismo plausible para explicar los efectos perversos de la globalización es este. En un trato de cualquier tipo, entre partes con desigual poder, seguramente el más poderoso sacará ventaja del menos poderoso, a menos que las desventajas sean tenidas en cuenta (como en el golf) y se encargue a un árbitro neutral (como la Eurocracia de Bruselas) que controle el resultado y corrija las desigualdades. De forma más abreviada y general: la libertad de cualquier tipo funciona únicamente entre iguales, a menos que un poder neutral (tal como se suponía que era el Estado liberal antes de encadenarse a las políticas-neoliberales) pueda garantizarlo eficazmente (véase Bunge, 1998).

Otro argumento es el ofrecido nada menos que por el Fondo Monetario Internacional, un paladín del libre comercio, en su *World Economic Outlook* de 2001. Para comenzar, admite francamente que no hay una relación significativa entre la liberalización del capital y el crecimiento. Además, el Fondo confirma que actualmente les está yendo mal a todas las economías líderes, de tal modo que ninguna de ellas está en posición de sacar de apuros a ninguna otra. Más aún, admite que el mejoramiento de los vínculos comerciales y financieros ha incrementado la vulnerabilidad de la economía mundial a las sacudidas y ha elevado los riesgos de una depresión autorreforzada. Este es el motivo por el cual la India, China y Rusia -ninguno de los cuales está totalmente integrado a la economía mundial- evadieron la recesión que golpeó a Occidente en 2001.

¿No debería haber sido evidente que la capacidad de autorreparación de un sistema aumenta inicialmente hasta cierto máximo y luego decrece, a medida que su cohesión y, por lo tanto, su rigidez se incrementan? ¿Y no está igualmente claro que los economistas ortodoxos, quienes son individualistas metodológicos y, por lo tanto, sectorialistas, están mal preparados para administrar un sistema económico tan complejo como la economía mundial? Después de todo, su teoría fue elaborada en la década de 1870 e inspirada por el negocio minorista.

En conclusión, el holismo no es una alternativa viable al individualismo.

4. Los híbridos

Las desventajas del individualismo y el holismo han sugerido cruzarlos. Hay dos híbridos producto de esa cruce. Uno puede ser denominado *individvtbolismo* o individualismo con un componente holista oculto; el otro, *holoindividualismo* u holismo con un componente individualista tácito. Ambos son conspicuos en las investigaciones sociales y su filosofía. Veamos algunos ejemplos.

Los microeconomistas neoclásicos y otros teóricos de la elección racional, así como la mayor parte de los hermeneutas (o interpretativistas), se llaman a sí mismos individualistas. Y lo son, aunque no de un modo consistente, dado que a menudo inician sus análisis con macro-situaciones que no analizan en términos de acciones individuales. La llamada «lógica de la situación» es un caso de ello, ya que

toma «la situación» (el estado de la sociedad) como una totalidad sin analizar. Lo mismo es válido para los adoradores del mercado libre, en particular para la «mano invisible» colectiva, la cual no es más que otra ficción holista, como la memoria colectiva, el destino nacional y la voluntad de la comunidad internacional. También vale lo dicho para el relativismo cultural, puesto que considera la cultura como una totalidad, y para el anarquismo de izquierdas, porque este adhiere a una moralidad comunitaria.

En otras palabras, el individuholista introduce de contrabando elementos que un individualista consistente debería rechazar. De igual modo, el holoindividualismo, ejemplificado por el marxismo, es inconsistente, puesto que admite, correctamente, el papel de los líderes que toman la iniciativa y procuran movilizar a las masas o, al menos, influir en la opinión pública. Un holista consistente coloca toda la carga en totalidades supremas, pero anónimas, como la Nación, el Pueblo o la Historia.

El individualismo institucional (o contextual), tal como fue bosquejado por Popper (1945), Bourricaud (1977) y Agassi (1987), es una variedad bastante difundida de individuholismo. Este punto de vista resulta inapropiado porque subestima la interacción. Y, tal como dijo el individualista George Homans, «las interacciones repetidas entre las personas particulares son la médula misma de la vida social» (1974: 57). En particular, el individualismo institucional no explica el trabajo en equipo, ya que niega la existencia misma de los equipos como entidades reales, distintas de sus constituyentes individuales. Pero los equipos poseen propiedades (emergentes), de las cuales sus componentes carecen, por ejemplo, organización, coordinación y eficiencia. Este es el motivo por el cual nos molestamos en formarlos o en unirnos a ellos: con la expectativa de que lograrán lo que ningún individuo por sí solo podría lograr.

Puesto que la sociedad es un sistema de sistemas, se espera que los científicos sociales estudien sistemas sociales, no individuos. La mayoría de los macroeconomistas, desde François Quesnay (famoso por su *Tableau économique*) hasta John Maynard Keynes (el padre de la macroeconomía moderna) y Wassily Leontief (el inventor de las matrices de inputs-outputs), han considerado la economía como un sistema. Keynes lo dijo de forma expresa: «Estoy interesado principalmente en la conducta del sistema económico como una totalidad» (1973: xxxii). Hasta Thomas C. Schelling, si bien es un conocido entusiasta de la teoría de la elección racional, señala que «con lo que tratamos típicamente en economía, como en muchas otras ciencias sociales, es un sistema de retroalimentación. Y el “bucle” del sistema de retroalimentación es, típicamente, una de esas relaciones que se mantienen sin importar cómo se comporte la gente» (1978: 50). De igual modo, los teóricos del equilibrio general, como Gerard Debreu, consideran al mercado como una totalidad de la cual se dice que, a diferencia de las viviendas y las empresas que lo componen, está en equilibrio y se corrige y se maneja a sí misma, lo que con toda seguridad se trata de dos propiedades emergentes, si bien algo elusivas.

¿Qué hay de malo con el individuholismo y el holoindividualismo? No mucho, dado que ambos pueden proveer un análisis correcto, aunque incompleto, de algunos

hechos sociales, lo cual no es sorprendente porque son criptosistemistas en la medida que admiten totalidades con propiedades emergentes. Pero son inconsistentes con sus propias intenciones expresas. Además, si bien quizá no pecan por comisión, lo hacen por omisión. En efecto, una profunda síntesis *bottom-up* de un hecho social, desde un simple intercambio de mercancías hasta una revolución social, solo será correcta si está complementada por un análisis *top-down* del mismo hecho: recuérdese el capítulo 5. Este estudio doble es típicamente sistémico antes que individualista o bien holista.

5. La alternativa sistémica

Sostengo que ningún científico puede mantenerse fiel a las extremas filosofías del individualismo y el holismo. Esto es particularmente obvio en el caso de los estudios sociales, donde por primera vez fue reconocido el conflicto entre estas filosofías. De hecho, hasta el individualista más radical admite, al menos tácitamente, que si bien se supone que los individuos son el origen de todo lo social, probablemente estos actúen de manera diferente en situaciones o circunstancias diferentes. Además, ni siquiera se propone analizar esa situación en términos de acciones individuales. Del mismo modo, hasta el holista más radical tiene que reconocer que las acciones individuales, especialmente cuando son concertadas, pueden generar, mantener, reformar o descomponer sistemas sociales. No es sorprendente, pues, que los científicos sociales productivos combinen las estrategias *bottom-up* y *top-down* (véase la fig. 6.1).

El asunto no es, por lo tanto, proponerse una imposible *reducción* de los sistemas a meros agregados de individuos o la *reducción* opuesta, de las creencias y acciones individuales a las propiedades sistémicas. En lugar de ello, lo apropiado es *relacionar* los niveles microsocial y macrosocial, mostrando cómo se *combinan* los individuos unos con otros (en particular, cómo compiten y cooperan) y cómo, a su vez, la conducta individual está *determinada* (inhibida o estimulada) por el entorno social de la persona, en lugar de ser esta totalmente libre. Un ejemplo familiar debería resultar de utilidad para aclarar este punto.

Considérese una muchacha frente al problema de elegir una carrera. Obviamente, no es del todo libre para realizar esa elección. Aun cuando posea una preferencia definida por una carrera dada y se sienta competente para ella, puede faltarle el apoyo de la familia, puede no tener acceso a una buena escuela o puede suceder que la baja demanda de graduados en su campo preferido la desaliente a elegir esa alternativa. Por lo tanto, su elección final no será un indicador fidedigno de su preferencia, sino más bien de aquella junto con sus circunstancias. Algo semejante vale para todas las elecciones. No es que nunca tengamos alternativas, sino que nuestras preferencias son distorsionadas y están constreñidas por las circunstancias que se encuentran más allá de nuestro control. De allí que las teorías de la elección racional, que son típicamente individualistas y dan por sentada la libertad de elección, estén tan equivocadas como los puntos de vista holistas que ignoran del todo las actitudes, las preferencias y las acciones individuales. Una vez más, lo que se necesita es el

enfoque sistêmico.

Volviendo a la difícil situación de nuestra joven, supóngase que elige una profesión dada solo porque en ese momento hay mucha demanda de ella. Esta decisión individual está, pues, determinada por un factor macrosocial. Pero si muchos otros estudiantes de la generación de nuestra amiga eligen la misma alternativa, al graduarse enfrentarán una situación de tan dura competencia que puede ocurrir que muchos de ellos no encuentren empleo. La escasez se habrá tornado saturación. Vale decir, un gran número de decisiones racionales individuales paralelas, mutuamente independientes, tendrá un efecto macrosocial no deseado y, a menudo, perverso (véase Merton, 1976).

El mecanismo que subyace en la relación macro-a-macro, Demanda \rightarrow Saturación, es el que sigue:

Demanda de X en el tiempo t \rightarrow Elección difundida de X en el tiempo t . **Macro-a-micro** Elección difundida de X en el tiempo $t \rightarrow$ Saturación de X en el tiempo $t + n$. **Micro-a-macro** Saturación en el tiempo $t+n \rightarrow$ Desempleo en el tiempo $t + n$. **Macro-a-micro**

La moraleja de esta historia es que, habida cuenta de que todo individuo pertenece a algún sistema social y se comporta, al menos parcialmente como miembro de ese sistema, es erróneo pasar por alto el (o los) nivel(es) macrosocial(es). Las reflexiones microsociológicas siempre deben entrelazarse con las macrosociológicas y viceversa, porque no hay individuos, familias, empresas, ni organizaciones políticas o culturales completamente autónomos. Toda unidad social pertenece al menos a un sistema social y, actualmente, todos somos componentes del sistema mundial. En consecuencia, la tarea de los científicos sociales no es estudiar personas totalmente libres ni estudiar bloques sociales como si estos fueran impenetrables al análisis. Su tarea es la de estudiar las maneras en las que los individuos se combinan para producir hechos sociales, cómo estos, a su vez, estimulan o inhiben la acción individual y cómo interactúan los diversos sistemas sociales.

Sostengo que el sistemismo combina los componentes sólidos del individualismo y del holismo: del primero, la tesis de que únicamente hay particulares, con el énfasis holista en las peculiaridades de las totalidades. El sistemismo afirma que todo, sea concreto o sea abstracto, es un sistema o un componente de uno o más sistemas y que todo sistema posee propiedades sistêmicas o emergentes. Analiza los sistemas teniendo en cuenta su composición, entorno y estructura. Si se trata de un sistema concreto, también posee un mecanismo o *modus operandi*: los procesos que mantienen en funcionamiento al sistema (o terminan desintegrándolo).

Por lo tanto, el modelo más simple de un sistema concreto, tal como una célula o una empresa comercial, es la cuaterna composición- entorno-estructura-mecanismo (véase cap. 2, apartado 5). Los individualistas fijan su atención en el primer componente de esta cuaterna y los holistas en el tercero. Pero los individuos

desnudos son ficticios: son imaginados al destruir las redes o descomponer los sistemas. Ya sea en el mundo exterior, ya en los dominios de lo conceptual y lo semiótico, solo hay individuos interrelacionados, es decir sistemas.

El enfoque sistémico da lugar a toda una ontología (véase Bunge, 1979a). La difundida confusión entre sistemismo y holismo ha obstaculizado el reconocimiento y desarrollo de esta nueva ontología. Una de sus características distintivas es que conecta elementos que los individualistas tratan como mutuamente independientes, sin cometer el error holista de rehusarse a analizar esas totalidades y a investigar los mecanismos de su emergencia y descomposición. Una conclusión de este enfoque es la tesis según la cual la sociedad es un sistema de sistemas interconectados: los sistemas biológico, económico, político y cultural. Una consecuencia práctica de dicha tesis es que, para tener éxito, un programa de desarrollo nacional debe ser a la vez biológico, económico, político y cultural: las reformas fragmentarias tienen resultados poco duraderos en el mejor de los casos y, en el peor de ellos, efectos perversos.

Por otra parte, no hay necesidad de insistir en el sistemismo lógico, puesto que la lógica y la matemática son automáticamente sistémicas al tratar, no con individuos sueltos o bloques sólidos, sino con sistemas conceptuales: argumentos, sistemas algebraicos, sistemas numéricos, espacios, múltiplos, familias de funciones, etc. Tampoco necesitamos abundar en lo referente al sistemismo semántico, ya que generalmente se entiende que los constructos y los signos solo tienen sentido como componentes de sistemas y que la asignación de un valor de verdad a una proposición se funda exclusivamente en otras proposiciones.

Puesto que los problemas epistemológicos y metodológicos se presentan en haces, deben ser abordados de modo correspondiente, vale decir en forma sistémica. Esto exige la combinación del análisis con la síntesis, la reducción con la fusión. La coalescencia de diferentes disciplinas para formar interdisciplinas, tales como la bioquímica, la neurociencia cognitiva, la psicología social, la socioeconomía y la sociología política es un triunfo del enfoque sistémico, el cual, sin embargo, es a menudo adoptado de manera tácita.

El enfoque sistémico de la axiología o teoría de los valores, muestra que la valoración es un proceso que tiene lugar en un cerebro individual controlado por impulsos biológicos y estímulos y constreñimientos sociales. La praxiología o teoría de la acción es semejante; y también lo son la ética o filosofía moral. En estos tres casos, el enfoque sistémico admite tanto el origen individual como el contexto social de las valoraciones, las decisiones, los planes, las acciones y las normas de conducta. El individuo, en parte autofabricado y en parte moldeado por el entorno, propone e interactúa con otras personas, pero el entorno dispone. Una analogía biológica es esta: Emergencia + Selección = Evolución.

Por último, el enfoque sistémico de la política, el derecho, las ciencias políticas y las filosofías política y del derecho, descansa sobre un análisis de la sociedad que tiene en cuenta subsistemas diferentes pero interconectados, dentro de los cuales el individuo valora, decide, actúa y es objeto de acciones. El sistemismo político supera

las limitaciones del individualismo (el cual centra su atención en el mítico ciudadano libre e independiente) y del holismo (el cual atiende casi exclusivamente al mítico y abrumador poder pretendidamente imposible de analizar).

La moraleja para las llamadas ciencias de la planificación o sociotecnologías es la siguiente. Los problemas sistémicos, tales como la pobreza, la guerra y la deuda nacional, requieren de un enfoque sistémico, porque cada uno de ellos es un haz completo de dolencias sociales interrelacionadas. Por ejemplo, el individualista procura paliar la pobreza (y aliviar los aguijonazos de su conciencia) dando limosna a sus mendigos favoritos, el holista favorece el desarrollo de programas sociales para modificar el ambiente y el sistemista combina esto último con organizaciones locales donde los pobres puedan ayudarse unos a otros, no solo para sobrevivir, sino también para mejorar la forma en que viven.

Hay más todavía sobre el sistemismo, pero será tema del próximo capítulo.

Comentarios finales

La primera conclusión del estudio realizado en este capítulo y el anterior es que el individualismo no posee una sola faceta, sino muchas. Más aún, lejos de ser independientes, estas facetas forman un decágono. Pero esto ilustra la tesis epistemológica del sistemismo y, como consecuencia, hace surgir el Dilema del Individualista: si es cabal, es inconsistente, por lo que si es consistente, no es cabal. En otras palabras, el individualismo es autodestructivo. Este es el motivo por el cual no hay sistema individualista, sino solo una hidra individualista a la que le crecerá otra cabeza cada vez que pierda una.

El segundo resultado es que el individualismo fracasa en todas sus formas teóricas y prácticas. A él hemos llegado contrastando las tesis individualistas con las pruebas pertinentes. No obstante, el individualismo nunca fracasa del todo, puesto que se centra en un aspecto esencial de todo sistema: su composición. Más aún, el individualismo sirve a menudo como un riguroso correctivo para el holismo, el cual a su vez está acertado en enfatizar la realidad de ciertas totalidades y de sus propiedades emergentes.

El tercer resultado es que, puesto que el individualismo no tiene éxito, tampoco lo tiene la reducción radical o análisis *top-down* con rechazo de la estructura. En contraposición, la reducción moderada es exitosa en algunos casos, en tanto que la creación de puentes -particularmente la fusión de disciplinas- lo es en otros casos. Por ejemplo, la química descubre la composición y la estructura de los genes, pero solo la biología celular exhibe su papel o función en los seres vivos. (En consecuencia, no es verdad que la genética haya sido reducida a la química.) Del mismo modo, la fisiología y la bioquímica investigan la digestión, pero solo la ecología y la etología pueden decirnos qué alimentos y cuánto de cada uno de ellos obtiene un animal en un ambiente dado.

El cuarto resultado es que no estamos necesariamente atrapados en las garras del

dilema individualismo-holismo. En efecto, el sistemismo se presenta como la alternativa correcta a cualquier forma de individualismo, así como de holismo y de sus híbridos. Al fin y al cabo, el mundo es un sistema y también lo es el conocimiento humano. Ignórense los principales socios de un individuo —sea este cosa o construido— y no se conocerá el individuo; ignórese al individuo y no se conocerá el sistema.

La quinta conclusión, sostengo, es que frente al individualismo y al holismo hay una alternativa moralmente correcta y viable en la práctica. Se trata del punto de vista sistémico según el cual deberíamos interesarnos por el bienestar y el desarrollo personal tanto como por las instituciones que los favorecen, lo que es, con seguridad, una obviedad. Pero, además de esta perogrullada, el sistemismo incluye la tesis controvertida, pero pasible de ser puesta a prueba, de que la mejor manera de diseñar, construir, mantener o reformar instituciones es una combinación de tecnología social y democracia participativa e integral (biológica, económica, política y cultural). Sin embargo, esta afirmación aún debe ser validada empíricamente.

En síntesis, el individualismo funciona sólo marginalmente mejor que el holismo, a causa de que se rehúsa a aceptar la emergencia. Pero hace una importante contribución conceptual y práctica, a saber, el interés por los componentes individuales de los sistemas, los cuales son desdeñados por el holismo. El sistemismo retiene y elabora esta contribución, así como el énfasis holista en las peculiaridades de las totalidades. Tratándose de una suerte de síntesis, es seguro que será rechazado por los individualistas radicales, así como por los holistas, si bien será practicado por igual por individualistas y holistas moderados.

Resulta interesante que tanto la incapacidad para ver patrones mientras se es capaz de percibir los componentes subyacentes, como la incapacidad para percibir estos últimos mientras se es capaz de formar los correspondientes «panoramas generales», son casos bien estudiados de agnosia de la forma visual, causados por ciertos defectos neurológicos. El individualismo y el holismo son desórdenes aun más graves, puesto que con seguridad afectan nuestros juicios, valoraciones y decisiones. Afortunadamente, a diferencia de sus equivalentes patológicos, estos defectos epistémicos pueden ser corregidos sin dolor y en «seco», mediante la sola discusión filosófica.

8

Tres puntos de vista sobre la sociedad

Los científicos naturales abordaron y resolvieron sus principales problemas filosóficos durante el siglo XVII. Lo hicieron cuando Galileo, Kepler, Gilbert, Huygens, Boyle, Harvey, Torricelli y sus seguidores eliminaron tanto el sobrenaturalismo como el apriorismo, criticaron tanto al convencionalismo como al fenomenismo y adoptaron una filosofía radicalmente nueva de un modo más o menos explícito. Esta consistía en una ontología naturalista junto con una epistemología realista que combinaba el método experimental con la modelación matemática. Mientras que el naturalismo alienta el estudio de la realidad y desalienta la invención de mitos, el experimento pone a prueba las conjeturas y los modelos matemáticos unifican y a veces explican.

En contraposición, las ciencias sociales aún se hallan en medio de controversias ontológicas y metodológicas (véanse, por ejemplo, Bou- don, 1980; Bunge, 1996, 1998; Weissman, 2000 y Trigger, 2003a). En efecto, no hay consenso acerca de la naturaleza de la sociedad o la mejor manera de investigarla o rediseñarla. No es sorprendente, pues, que las ciencias sociales todavía estén a la zaga de las naturales. En este capítulo examinaremos el costado ontológico de este debate. El aspecto metodológico será abordado en el capítulo 10.

1. Las dos perspectivas clásicas sobre la sociedad

Habitualmente se da por sentado que solo hay dos puntos de vista posibles acerca de la sociedad: el que afirma que la sociedad es nada más que una colección de individuos (individualismo) y el que dice que se trata de una totalidad a la cual los individuos están sometidos (holismo). En tanto que el individualismo hace hincapié en la acción y subestima e incluso ignora los lazos sociales, el holismo subestima la acción individual y sobreestima los vínculos. En otras palabras, mientras que los individualistas dan por sentada la conducta individual y la consideran el origen del patrón social, los holistas dan por sentado este último y lo consideran el origen de la conducta individual. Ninguna de estas corrientes considera problemático el output-conducta o estructura según sea el caso-, ni considera la posibilidad de que sea solamente una de las caras de la moneda social.

Con todo, cada estudio de caso exige una investigación tanto en el micronivel como en el macronivel. Por ejemplo, ¿qué llevó a aquel individuo a transformarse en un terrorista suicida? Presumiblemente, su compromiso con una causa política o religiosa, en respuesta a la continua ocupación de su tierra por extranjeros o infieles. ¿Y por qué continúa esa ocupación? Porque un puñado de políticos y fanáticos religiosos desean aumentar su poder político personal; otros, llevar a cabo lo que consideran una misión sagrada o, incluso, un mandamiento divino, o para favorecer a las compañías petroleras. Elimínense los motivos y las acciones individuales y nada social quedará; déjense de lado las restricciones y los estímulos sociales y no quedará ningún interés o posibilidad individual. En otras palabras, la acción individual está inserta en uno o más sistemas sociales y, a su vez, ninguno de tales sistemas emerge, subsiste, se modifica o se desintegra sin acción individual.

Sin embargo, rara vez se reconoce que la sociedad podría ser un sistema, vale decir una cosa compleja constituida por individuos que interactúan. De hecho, cuando los científicos sociales contemporáneos que son rigurosos oyen la palabra «sistema», probablemente desenfundan sus armas intelectuales. Parecen sentirse amenazados por un retorno al holismo de Ibn Khaldún, Burke, Müller, Hegel, Comte, el Marx maduro, Durkheim, Malinowski, Gini o Parsons. Los científicos sociales tienen razón al sospechar de totalidades imaginarias tales como la Memoria Colectiva, el Espíritu Nacional, el Destino Manifiesto, la Voluntad General y la Responsabilidad de la Comunidad Internacional. Luego, se refugian en el igualmente dudoso individualismo de Hobbes, Locke, Smith, Dilthey, Weber, Pareto, Popper y los microeconomistas neoclásicos.

De seguro, los individualistas sociales —con perdón del oxímoron- no niegan que la acción individual es ora constreñida, ora estimulada por el contexto o situación social. Pero no analizan -ni pueden analizar- una situación en términos individualistas. De tal modo, con todo su discurso acerca de la supremacía del mercado y la «lógica situacional», los individualistas dejan los mercados y las situaciones como totalidades sin analizar. Y se resisten a la idea misma de que los individuos se agrupan -o son agrupados- en sistemas sociales tales como familias,

pandillas, tribus, aldeas, empresas comerciales, ejércitos, escuelas, congregaciones religiosas, ONG, partidos políticos o redes informales, todos los cuales son tan reales y concretos como sus constituyentes individuales. Los individualistas insisten en que se trata solamente de colecciones de individuos, comparables a la multitud de gente en una avenida muy concurrida. En consecuencia, ignoran las propiedades emergentes (o globales) que caracterizan a los sistemas; en particular, subestiman la estructura social o, incluso, la pasan por alto completamente.

Los individualistas, con seguridad, se perderán así uno de los más importantes y fascinantes tipos de acontecimientos en la sociedad así como en la naturaleza, a saber, la emergencia de la novedad. Más precisamente, se perderán la emergencia de cosas con propiedades sistêmicas, vale decir propiedades de las cuales sus componentes o sus precursores carecen, como la cohesión, la estabilidad, la distribución del ingreso, la división del trabajo, la estratificación social y el orden social. De igual modo, los individualistas serán incapaces de reconocer la existencia de problemas sociales sistêmicos tales como la pobreza, la superpoblación, la concentración de la riqueza, la opresión política, la superstición y el subdesarrollo. Ninguno de estos problemas puede ser resuelto haciendo una sola cosa a la vez, porque afectan simultáneamente a varios sistemas: el biológico, el económico, el cultural y el político.

2. El enfoque sistémico

Habida cuenta de la ubicuidad de los sistemas, es recomendable adoptar una cosmovisión íntegramente sistémica, tal como se desarrolló en los capítulos precedentes. Recapitemos, pues, los postulados del sistemismo:

1. todo, sea concreto o sea abstracto, es un sistema o un componente, efectivo o potencial, de un sistema;
2. los sistemas poseen características sistêmicas (emergentes) de las cuales sus componentes carecen, de donde surge que
3. todos los problemas deben ser abordados de un modo sistémico en lugar de sectorialmente,
4. todas las ideas deben integrarse en sistemas (preferentemente teorías) y
5. la puesta a prueba de cualquier cosa, sea esta una idea, un método o un artefacto, supone la validez de otros elementos, los cuales son tomados como puntos de referencia de manera provisoria.

Con todo, los individualistas sociales se resisten al enfoque sistémico. Insisten en estudiar únicamente los componentes de los sistemas sociales, vale decir los individuos, en tanto que pasan por alto su estructura o conjunto de relaciones (internas y externas). Posiblemente, se trata de una estrategia defensiva: no desean ser tomados por holistas y desconfían con razón de los autores que se llaman a sí

mismos teóricos de sistemas, aunque en realidad son holistas. Las tediosas e impenetrables expresiones de estos autores le han dado mala fama al *sistemismo*. Quizá por esto la mayoría de los científicos sociales actualmente esquivan la palabra «sistema», aun cuando estudian sistemas sociales.

Afortunadamente, pocos científicos sociales auténticos practican la filosofía que predicán. Por ejemplo, Karl Marx fue un holista en epistemología: de hecho, fue el abuelo del constructivismo social, ahora tan de moda, según el cual las ideas son construcciones sociales en lugar de procesos cerebrales. Pero cuando se trataba de asuntos políticos y económicos, Marx insistía en que la acción individual es la fuente de todo cambio social, si bien ese cambio tiene lugar en un medio social heredado. Del mismo modo, Max Weber popularizó el individualismo, el subjetivismo y el anticientificismo de Dilthey. Pero Weber no practicaba estos puntos de vista filosóficos: en lugar de ello, procedió científicamente cuando estudió sistemas tales como la sociedad de esclavos, el sistema de castas, el feudalismo, la religión organizada, la burocracia, el capitalismo industrial, los códigos legales y la «jaula de acero» en la cual el individuo se encuentra encerrado en los tiempos modernos (véase Von Schelting, 1934).

Más próximo a nosotros, el autodenominado individualista James S. Coleman afirmó que, según su propia variante del individualismo metodológico, «se considera que la interacción entre individuos tiene como resultado fenómenos emergentes en el nivel de sistema» (1990: 5). Más aún, criticó la «ficción de que la sociedad consiste en un conjunto de individuos independientes, cada uno de los cuales actúa para lograr metas a las que arriba de manera independiente, y que el funcionamiento de la sociedad consiste en la combinación de esas acciones de individuos independientes» (300). Y sostuvo que «el camino correcto para la teoría social es [...] mantener una única concepción acerca de cómo son los individuos y producir el cambiante funcionamiento sistémico no a partir de diferentes tipos de criaturas, sino a partir de diferentes estructuras de relaciones dentro de las cuales esas criaturas se hallan inmersas» (197). En otras palabras, una vez que un sistema social se ha formado, los individuos son moldeados parcialmente por la totalidad y se tornan reemplazables hasta cierto punto: sus papeles pueden ser actuados por diferentes personas.

3. De la estadística a los modelos teóricos

El holista ve la sociedad como una totalidad que no debe ser analizada. De este modo, puede captar sus propiedades sistémicas, pero no logra comprender cómo emerge. Supóngase, por ejemplo, que la estadística muestra que el producto bruto interno de cierto país es bastante elevado y se ha mantenido bastante constante durante un cierto período. En otras palabras, a la consabida «persona promedio» le ha ido bastante bien. No obstante, esta no es una medida de la prosperidad general en esa nación, dado que la persona promedio es un artefacto estadístico. Puede suceder, como ocurre a menudo en estos días, que aunque la riqueza total haya aumentado, el

rico se haya hecho más rico y el pobre más pobre. De tal modo, la tendencia ascendente de una subpoblación ha sido compensada por la tendencia descendente de las demás. Para comprender lo que sucede debemos desagregar algunos datos estadísticos, además de agregar algunos otros. He aquí el motivo por el cual los científicos sociales ortodoxos no son holistas.

Considérese, a continuación, la materia prima de la investigación social: estadísticas, en el caso de la investigación macrosocial, y relatos (encuestas, entrevistas, registros de nacimientos y defunciones, libros de asientos contables, escrituras de propiedad, cartas, etc.), en el de los estudios microsociales. Por ejemplo, el investigador interesado en la duplicación de la longevidad que tuvo lugar en la mayor parte de las poblaciones humanas, durante el transcurso del siglo XX, o bien conseguirá documentos concernientes a los miembros de una muestra representativa de la población de interés o bien leerá las tablas y gráficos pertinentes. No obstante, el microdemógrafo interesado en explicar ese incremento también formulará preguntas que incluyan variables macrosociales, tales como dónde aprendieron los sujetos sobre formas de vida más saludables, si han tenido acceso a los servicios de salud pública, si su ingreso se encontraba por encima del nivel de la pobreza, si

Tabla 8.1. Longevidad en función del entorno de enfermedades y el nivel de ingreso en la Inglaterra del siglo XVII. Los londinenses ricos no vivían más que los pobres rurales en regiones remotas y no contaminadas.

<i>Ingreso</i>	<i>Ambiente</i>		
Elevado	Elites urbanas 30-35 años	Elites de pequeñas ciudades 35-40 años	Elites rurales 40-50 años
Promedio	Áreas urbanas 25-30 años	Rurales típicas 30-35 años	Remotas 35-40 años
Bajo	Pobre urbano 20-25 años	Pobre rural 25-30 años	Remoto 30-35 años

el tiempo y las condiciones de trabajo se ajustaban a la legislación laboral del país, si practicaban la planificación familiar, y así sucesivamente. Vale decir, el investigador colocará al individuo en su contexto social: su unidad de estudio no es el individuo, sino el individuo-en-su-so- ciedad. Esto le permitirá agregar los datos individuales de diferentes maneras, ascendiendo desde el micro hasta el macronivel.

Si, en cambio, el investigador recurre a las encuestas sociales (recolectadas a partir de individuos o viviendas), procurará desagregar los datos formando subpoblaciones pertenecientes al micronivel, tales como cohortes, intervalos de ingresos, niveles de escolaridad, y así.sucesivamente. Su unidad de estudio no es la sociedad en su totalidad, sino un segmento de ella tan pequeño como sea posible. Sin embargo, también puede optar por una tercera estrategia, la de combinar datos

personales con estadísticas: esto le permitirá explicar las historias de vida con auxilio de datos macrosociales y estos últimos, en términos de las primeras.

Tal estrategia mixta probablemente produzca interesantes resultados, que ninguna de sus rivales pueda obtener. Un resultado de este tipo es el análisis de los datos de mortalidad de la Inglaterra del siglo XVII como función tanto del entorno de enfermedades como del nivel de ingreso, realizado por Johansson (2000) y resumido en la tabla 8.1.

El asunto no es, pues, optar entre los enfoques micro o macrosocial, sino combinar las investigaciones *bottom-up* con las *top-down*. De hecho, los científicos sociales realizan de manera rutinaria numerosos análisis micro-macro. Estos análisis pueden ser resumidos en lo que he denominado diagramas Boudon-Coleman (Bunge, 1996, 1998). He aquí un ejemplo autoexplicativo:

<i>Macronivel</i>	Crecimiento económico	->
	Estancamiento de la población	
	<i>i</i>	<i>T</i>
<i>Micronivel</i>	Seguridad para la tercera edad	Declinación de la fertilidad

Un holista probablemente se vea desconcertado por la información de que, en nuestros tiempos, el crecimiento económico seguramente estará acompañado por un estancamiento o incluso una disminución de la población; y el individualista deberá tomar los servicios para la tercera edad como algo dado, aun cuando dependa en parte de un macro-sistema, a saber, el gobierno. El sistemista resuelve la paradoja al vincular los niveles de sistema e individuo. Al hacerlo, revela el mecanismo que conecta las dos macrovariables.

He aquí otro ejemplo. Hay dos corrientes principales en el estudio de las ideas, la individualista o internalista y la holista o externalista. Los internalistas centran su atención en los problemas conceptuales y sus soluciones, en tanto que los externalistas lo hacen en las redes, las organizaciones formales y las relaciones económicas y políticas. Los internalistas tienden a tratar con ideas desencarnadas: ven el pez, pero no la red. En cambio, los externalistas tienden a estudiar grupos, a la vez que minimizan la importancia de las ideas: ven la red, pero no el pez. Estas corrientes no se dirigen la palabra. Y, con todo, debería resultar evidente que cada una echa luz únicamente sobre una de las caras de la moneda y que ninguna de ellas capta la complejidad de los vínculos micro-macro. Por ejemplo, los internalistas no pueden explicar por qué la ciencia nació solo una vez, en la Antigua Grecia, por qué se marchitó un par de siglos después y por qué renació a comienzos de la Era Moderna, acompañada de un resurgimiento de la fe religiosa, una feroz campaña de caza de brujas y el entusiasmo popular por la astrología, la alquimia y otras supersticiones. Los externalistas tampoco pueden explicar estos procesos, puesto que ni siquiera distinguen la ciencia de la tecnología, la magia, la religión o la filosofía, todas las cuales son pretendidas «construcciones sociales» producidas por grupos o redes (véase, por ejemplo, Collins, 1998).

En contraposición, un sistemista probablemente considere el problema de la manera siguiente. Todo pensador nace en un sistema preexistente, cargado con una tradición a la cual enriquece o contra la que se rebela. Hereda algunos descubrimientos y problemas y, si es original, inventa o descubre otros nuevos. Las soluciones que propone a los problemas que ha abordado tienen su origen en su cerebro, no en la sociedad: los grupos sociales no tienen cerebro y por lo tanto no pueden pensar. Desde luego, los grupos y las circunstancias sociales

estimulan o inhiben la creatividad. Pero su influencia no es tal que toda idea tenga un contenido social y mucho menos un propósito político, a despecho de las sentencias de Michel Foucault. Por ejemplo, ni la matemática ni la física poseen contenido social.

Obviamente, las ideas de los estudios sociales sí tienen contenido social. En consecuencia, deben ser juzgadas por su adecuación a los hechos sociales o a su eficiencia para promover el cambio social. En contraposición, la validez de las pruebas matemáticas y la verdad de las teorías físicas o biológicas, nada tienen que ver con clases sociales, poder político o crecimiento económico. Estos factores sociales son pertinentes solo en relación con la capacidad que los investigadores individuales tienen para realizar su trabajo sin presiones políticas o ideológicas que lo distorsionen. Por ejemplo, la política cultural del liberalismo clásico, la cual está fundada en el individualismo, es la del benévolo abandono. En cambio, la política cultural totalitaria, que está fundada en el holismo, es la de la censura. No obstante, el totalitarismo combinó el holismo para las masas con el individualismo para la élite. (Sobre las relaciones holismo-nazismo, véanse Kolnai, 1938; Popper, 1945 y Harrington, 1996.)

Otro buen ejemplo es la explicación, debida a Tocqueville (1998 [1856]), del atraso de la agricultura francesa en comparación con la inglesa, en el siglo XVIII. El mecanismo propuesto fue la ausencia de los terratenientes, en aquel tiempo mucho más común en Francia que en Inglaterra. Mientras que el típico aristócrata francés dejaba la administración de su tierra en manos de un mayordomo y se transformaba en un funcionario civil o en un cortesano, su equivalente inglés vivía regularmente en su propiedad y vigilaba personalmente que su tierra estuviese bien cultivada, que sus arrendatarios pagasen con puntualidad la renta y que sus vecinos observaran tanto la ley como la costumbre. (En realidad, la campaña inglesa era gobernada por un rudo hacendado antes que por un refinado aristócrata.) En resumen, mientras que el terrateniente inglés típico permanecía en el centro de su red rural, su equivalente francés se marginaba a sí mismo.

A su vez, según Tocqueville, la raíz de la antedicha diferencia es macrosocial, a saber, la organización política, que era centralista en Francia y descentralizada en Inglaterra. Un aristócrata francés obtenía mayor poder y prestigio políticos barajando papeles, socializando e intrigando en París o Versalles, que trabajando la cerámica en sus tierras, aprendiendo nuevos métodos de cultivo y actuando como magistrado y tirano local. En este caso, la decisión individual y sus consecuencias para la vida rural estaban determinadas en último término por el sistema político. Tal como afirmó Tocqueville, «la causa principal y permanente de este hecho era [...] la lenta y constante acción de las instituciones» (*ibid.*: 181).

Boudon (1998) considera que este caso confirma lo que él llama individualismo contextual y racionalidad cognitiva. Prefiero considerar a Tocqueville un sistemista *avant la lettre*, en especial porque él reconoció, además de los aspectos económicos y políticos del proceso, sus aspectos sociales y culturales. En efecto, la tesis principal de Tocqueville es que la ausencia de los terratenientes destruyó la red rural centrada

tradicionalmente en el señor de la tierra, además de empobrecer al terrateniente y al campesino por igual. Era, por tanto, un socioeconopo- litólogo. En efecto, su explicación se ajusta al siguiente diagrama Bou- don-Coleman:

Macronivel Centralización política Empobrecimiento y alienación

I

Î

Micronivel Ausencia de terratenientes -> Estancamiento de la agricultura y debilitamiento de lazos sociales

En este caso, como en otros procesos sociales, hay incontables elecciones, decisiones y acciones individuales. Pero todas ellas se encuentran constreñidas por la estructura social, suceden dentro o entre sistemas sociales y refuerzan o debilitan los vínculos que mantienen unidos estos sistemas. Acción, vínculo y contexto van juntos. Elimínese cualquiera de ellos y desaparecerá todo hecho social.

4. El supersistema ciencia-tecnología-mercado

Nuestro cuarto ejemplo será el del sistema ciencia-tecnología-mercado. Hay dos puntos de vista socioeconómicos principales acerca de la relación entre la innovación tecnológica y el mercado. Los individualistas sostienen que el inventor propone y el mercado dispone. Los holistas, en cambio, afirman que toda invención está regida por el mercado: el mercado demanda y el inventor provee. (Irónicamente, sin embargo, todos los adoradores del mercado adhieren al individualismo.) Cada posición exhibe una numerosa cantidad de ejemplos sin preocuparse por los contraejemplos. Sostengo que únicamente el punto de vista sistémico alcanza toda la verdad (véanse también Gilfillan, 1970 y Wiener, 1993).

Lo primero que se debe reconocer es que hay inventos grandes y pequeños: novedades radicales y perfeccionamientos. En tanto que las primeras son motivadas principalmente por la pura curiosidad y cierta tendencia lúdica, los perfeccionamientos también pueden estar motivados por la ganancia: a menudo son encargados al tecnólogo por su empleador, con vistas a llevar al mercado los correspondientes productos. En contraposición, algunas invenciones radicalmente nuevas han creado mercados totalmente nuevos. Por ejemplo, la industria eléctrica fue posible gracias a la ingeniería eléctrica, la cual dependió, a su vez, de los experimentos y teorías sobre electricidad y magnetismo. En particular, Michael Faraday descubrió el principio de inducción electromagnética, que Joseph Henry utilizó para diseñar el motor eléctrico y Nikola Tesla para diseñar la dinamo. La industria transmutó estos y otros trozos de ingenio científico y tecnológico en

bienestar y riqueza. Este es solo uno de los muchos sistemas de ciencia-tecnología-industria. El mercado no crea: únicamente demanda y rechaza, es decir recompensa o castiga. Más aún, habitualmente recompensa a los seguidores, en lugar de hacerlo con los pioneros. Subestimar el poder del mercado sería tan necio como considerarlo la fuente del ingenio tecnológico.

Quinto ejemplo: la combinación de la competencia y la cooperación. En tanto que los individualistas enfatizan la competencia o el conflicto, los holistas hacen hincapié en la cooperación o la solidaridad. (El marxismo es un caso especial: pone el acento en la lucha entre clases, pero a la vez enfatiza la solidaridad intracase.) En rigor, la competencia y la cooperación coexisten en todos los sistemas sociales, si bien no respecto de un mismo rasgo. En efecto, un sistema social no puede emerger, y mucho menos durar, sin un mínimo de cooperación (espontánea o coordinada) en algún aspecto. Una vez que el sistema ha emergido, con seguridad surgirá en su seno la competencia, precisamente a causa del común interés en algún recurso escaso tal como atención, afecto, tiempo, espacio, alimento, dinero, trabajo o lo que sea.

Piénsese, por ejemplo, en una comunidad científica. Algunos sociólogos de la ciencia posmertonianos, notoriamente Latour y Woolgar (1986), afirman que no existe tal comunidad: los científicos individuales se embarcan en una egoísta e inescrupulosa lucha por el poder. Pero dichos autores están poco informados acerca de este asunto, así como de otros. En efecto, tal como señalara Merton (1968), los científicos, lejos de ser observadores desapasionados, están motivados por la curiosidad y el reconocimiento de sus pares. Y, si bien los investigadores compiten por el reconocimiento de los pares, también aprenden unos de otros: la investigación científica es una empresa social, aun cuando no posea contenido social ni valor práctico alguno. Tal como sostiene Wolpert, «con el fin de promover el éxito de sus ideas, los científicos deben adoptar una estrategia de competencia y cooperación, de altruismo y egoísmo» (1992: 88). En todo caso, la afirmación de Latour «la ciencia es la política por otros medios» ha sido refutada recientemente por un estudio empírico sobre las citas (Baldi, 1998).

Otro claro ejemplo de la necesidad de combinar las partes de verdad contenidas en el individualismo con las propias del holismo es la emergencia de normas sociales. Mientras que los holistas las dan por sentadas y sostienen que el individuo simplemente se somete a ellas, los individualistas afirman que las normas son inventadas y adoptadas universalmente si se percibe que mejoran el bienestar colectivo (o, tal como dijera Hume por «un sentido general del interés común»). Hay algo de verdad en cada uno de estos puntos de vista. Pero no toda la verdad, aunque solo fuese porque, como señalaba Coleman (1990:243- 263), hay dos clases de normas: las unitivas, que favorecen a todas las personas que las adoptan y las separativas, que favorecen los intereses de algunos (habitualmente los poderosos) a expensas de otros (habitualmente los débiles). Por ejemplo, mientras que abstenerse de contaminar el ambiente innecesariamente es del interés de todos, solo alguna gente se benefició con la esclavitud, la veneración religiosa compulsiva y el castigo corporal. Pero ni los individualistas ni los holistas prestan atención a la estratificación

social. De allí que ninguna de estas escuelas explique la emergencia de las normas sociales o su desaparición en épocas de profunda crisis social, por no mencionar la existencia de contranormas tales como «Promuévase el libre comercio universal, salvo, por supuesto, cuando perjudique a los sectores que merecen subsidios estatales».

Mi último ejemplo es el que sigue. Boudon (1974), quien se auto-proclama individualista contextual -en mis términos, un individuhoiis- ta— ha mostrado que la proliferación de universidades luego de la Segunda Guerra Mundial ha tenido un efecto perverso no deseado. Se trata de la emergencia de un proletariado intelectual de dimensiones considerables y el correspondiente aumento de la desigualdad social. El mecanismo es el siguiente: a medida que el número de graduados universitarios aumenta, las filas de candidatos que esperan por trabajos calificados se hacen cada vez más largas. La moraleja práctica es obvia: hay dos modos de controlar el desempleo masivo de graduados universitarios. Una de ellas es imponer cuotas de admisión en las facultades profesionales, la otra es elevar el presupuesto destinado al trabajo en la industria y en el gobierno, vale decir influir sobre la elección desde arriba con el fin de minimizar las fallas en la base. Sin embargo, la política social merece otro apartado.

5. Consecuencias para el diseño de políticas sociales

Lo antedicho sugiere dos importantes puntos, uno teórico y otro práctico. El primero es que cualquier explicación profunda del cambio social exige descubrir los mecanismos sociales, lo cual a su vez requiere de análisis micro-macro. El motivo es que toda acción individual es, en parte, constreñida o estimulada por las circunstancias macrosociales, las cuales a su vez pueden ser afectadas en alguna medida por las acciones individuales.

El segundo punto es que las políticas sociales eficaces deben fundarse en hipótesis correctas acerca de los mecanismos sociales de interés. La razón es que se espera que una política social diseñe o rediseñe algún mecanismo social, por ejemplo, la salud pública, la redistribución de la riqueza o la resolución de conflictos. En cambio, los enfoques intuitivo y empírico para la elaboración de políticas sociales son una pérdida de tiempo y, a menudo, hasta resultan contraproducentes. Por ejemplo, a diferencia de lo que afirma la sabiduría popular, un aumento del salario mínimo no incrementa el desempleo, sino que beneficia a la economía en su totalidad porque incrementa el poder adquisitivo y, en consecuencia, la demanda (Card, 1995).

Hay una razón más para preferir las políticas sociales sistêmicas, a saber, que los problemas sociales graves, tales como la pobreza, la marginación política y el analfabetismo, son sistêmicos por definición. O sea, involucran muchas características interrelacionadas e incluso varios sistemas sociales a la vez. Por ejemplo, una política de desarrollo nacional eficaz debe incluir factores de diversos tipos: ambientales (por ejemplo, la protección de bosques y pesquerías), biológicos (por ejemplo, el cuidado de la salud y la planificación familiar), económicos (por ejemplo, la industrialización y el mejoramiento de la infraestructura), políticos

(particularmente la libertad y la participación políticas) y culturales (en especial, la educación y el impulso a las artes y las ciencias).

La necesidad de este enfoque multifactorial está motivada en que todos los factores involucrados se encuentran interrelacionados. Por ejemplo, no hay industria moderna sin mano de obra capacitada, ni capacitación con el estómago vacío y mucho menos con los intestinos llenos de parásitos. Por ello, el enfoque sectorial, que atiende solo un problema a la vez, está condenado al fracaso. Hasta un individualista tan convencido como George Soros (1998: 226), el mago de las finanzas, ha concluido que, contrariamente a la opinión de Karl R. Popper, su maestro de antaño, la ingeniería social fragmentaria no resuelve problemas sistémicos. Soros sugiere que se los debe abordar de modo radical y en toda su complejidad.

Compárese el enfoque sistémico de los problemas sociales con sus rivales. Los individualistas radicales se oponen a toda planificación social en nombre de las libertades individuales (alias privilegios). De allí que abandonen a los individuos a sus propios recursos, los cuales en una sociedad no igualitaria son magros para la vasta mayoría. En el otro extremo, los holistas tienen una fe ciega en la planificación de arriba hacia abajo. En consecuencia, aun cuando aborden las necesidades básicas de la gente común, los holistas seguramente ignorarán los derechos y aspiraciones de los individuos. En cualquier caso, el individuo sin poder, ya sea olvidado o acorralado, nada tiene para ganar. El enfoque sistémico del diseño de políticas sociales es bien diferente tanto del libertarismo como del totalitarismo: procura involucrar a las partes interesadas en el proceso de planeamiento y diseña los sistemas y procesos sociales de modo tal que probablemente mejoren el bienestar del individuo, corrigiendo los planes tan a menudo como lo exijan las cambiantes circunstancias (véase Schönwandt, 2002).

6. Los estudios sociales tratan de sistemas sociales

Considérese una vez más la Revolución Francesa de 1789, esa inextinguible fuente de pensamiento social. A pesar de que sus consecuencias sacudieron al mundo, se trató de un paseo. En efecto, el gobierno central cayó en el transcurso de una sola tarde, sin derramamiento de sangre. Tocqueville (1998 [1856]) explicó este proceso claramente y en términos sistémicos, como el resultado del reemplazo de las redes sociales feudales por cuatro castas cerradas y mutuamente hostiles: las constituidas por los campesinos, los burgueses, los aristócratas y la Corona. Estas redes tradicionales fueron despedazadas cuando en el siglo anterior, los terratenientes abandonaron sus tierras y dejaron que los habitantes se las arreglasen por sus propios medios, como consecuencia de la concentración tanto del gobierno como de la nobleza en París y Versailles. De tal modo, los «lazos de patronazgo y dependencia que anteriormente vinculaban a los grandes terratenientes con los campesinos, se habían relajado o se habían roto» (*ibid.*-. 188). El rey fue, de tal modo, una víctima de su propio arte «de dividir a las personas con el fin de gobernarlas de manera más

absoluta» (191).

Y había más: la centralización del poder político provocó un vacío político que fue llenado por intelectuales, la mayor parte de los cuales criticaba el injusto orden social. Esto explica la desproporcionada influencia de los *philosophes*, en particular de los enciclopedistas: ocuparon en Francia el lugar que en aquella época ocupaban los aristócratas en Inglaterra y en otros sitios. «Una aristocracia en pleno vigor no solamente maneja sus asuntos, también dirige la opinión, establece el tono para los escritores y da autoridad a las ideas. En el siglo XVIII, la nobleza francesa había perdido totalmente esta parte de su imperio; su autoridad moral había seguido la suerte de su poder: el lugar que había ocupado en el gobierno se hallaba vacío y los escritores pudieron ocuparlo a su gusto y llenarlo completamente» (*ibid.*: 198). No obstante, un siglo más tarde, el autor de un abultado tratado de sociología de la filosofía (Collins, 1998) dedica tan solo una página a los enciclopedistas y no explica su notoria influencia, pero dedica muchas páginas laudatorias a la Contrailustración, desde Hegel y Herder hasta Nietzsche, Husserl y Heidegger.

Saltemos, ahora, dos siglos y enfrentemos el avispero de Oriente Medio. Puede haber poca duda acerca de esto, junto con los Estados Unidos, es un sistema y, más aún, uno muy inestable. En efecto, una acción irreflexiva por parte de uno de los actores podría desestabilizar o incluso destruir el todo. Imagínese este escenario. Cualquiera de los poderes que constituyen el sistema provoca a otro, el cual toma revancha lanzando misiles a su vecino, que a su vez responde con ataques aéreos masivos o, incluso, con bombas atómicas. Como resultado, al menos tres de las naciones de Oriente Medio yacen en ruinas; y todo esto por causa de la perspectiva sectorial, la ambición y la imprudencia de los políticos que creen controlarlo todo.

El sentido de estas historias es recordarnos que, en contradicción con el dogma individualista, la sociedad no es una colección no estructurada de individuos independientes. En lugar de ello, es un sistema de individuos que interactúan, organizados en sistemas o redes de varios tipos. De hecho, es bien sabido que cada uno de nosotros pertenece a diversos «círculos» (sistemas): parentesco, redes de amistades y universitarias, empresas comerciales, escuelas, sindicatos, clubes, congregaciones religiosas, etc. Esto explica nuestra «identidad» plural.

De seguro, la emergencia, el mantenimiento, la reparación o la descomposición de cualquier sistema social solamente pueden ser explicados, en última instancia, en términos de preferencias, decisiones y acciones individuales. Pero a su vez, estos sucesos individuales están determinados en gran medida por la interacción y el contexto. Las personas cultivan sus relaciones y apoyan los sistemas que las benefician, a la vez que resisten o sabotean aquellos que las perjudican. En síntesis, la acción y la estructura son dos caras de la misma moneda.

Ahora bien, los individuos son estudiados por las ciencias naturales y la psicología, la cual es —junto con la antropología, la lingüística, la demografía y la epidemiología— una de las interciencias biosociales. Las ciencias sociales propiamente dichas, como la sociología y la economía, no estudian individuos salvo como componentes de sistemas sociales. De tal modo, los antropólogos estudian

comunidades íntegras tales como aldeas y tribus. Los sociólogos estudian sistemas sociales en todas sus dimensiones, desde la pareja sin hijos hasta el sistema mundial. Los economistas estudian los sistemas sociales involucrados en la producción, los servicios o el comercio. Los politólogos estudian las relaciones de poder en todos los sistemas, en especial en los políticos. Y los historiadores —a diferencia de los biógrafos— estudian cambios sociales (estructurales) en todas las escalas.

No es suficiente -que un científico social señale el contexto social o la circunstancia de un hecho. De él se espera que estudie hechos sociales y ocurre que estos hechos suceden en sistemas sociales -tal como en el caso de una huelga en un conflicto comercial— o entre sistemas sociales, como en el caso de un conflicto internacional. De allí que deba estudiar los *vínculos* sociales, además de los contextos sociales, ya que los vínculos son los que mantienen unidos los sistemas.

En resumidas cuentas, las ciencias sociales estudian sistemas sociales. Es cierto, algunos estudiosos, tales como Anthony Giddens, prefieren «estructura» a «sistema». Pero las estructuras son propiedades de las cosas, no cosas, en tanto que los sistemas sociales son cosas concretas. Por ejemplo, una compañía es un sistema con una estructura definida (si bien tal vez cambiante) o, lo que es lo mismo, con un conjunto de vínculos entre sus componentes y entre estos y su entorno. El socioeconomista que estudia la estructura social de una compañía no investiga la estructura de una estructura —una expresión sin sentido- sino la estructura de una cosa.

Más aún, la interconexión de los hechos sociales debe reflejarse en las investigaciones de las ciencias sociales. Es decir, las fronteras entre estas deben ser atravesadas, tal como ha señalado insistentemente Hirschman (1981), porque son artificiales. La razón de ello es que todas las ciencias sociales se refieren a una única entidad: la sociedad. En otras palabras, debemos alentar las disciplinas mestizas o interdisciplinas, tales como la socioeconomía, la sociología política, la antropología económica, la sociolingüística y la sociología biológica (que no debe confundirse con la sociobiología).

7. La ventaja competitiva del sistemismo

Para apreciar las ventajas del sistemismo respecto de sus rivales, puede ser de utilidad considerar brevemente tres ejemplos, uno en sociología, otro en administración y el tercero en ciencias políticas. Un sociólogo de la familia interesado en comprender por qué en la actualidad se desintegran tantas familias, difícilmente se contente con los lamentos acerca de la declinación de los valores familiares que siguió a la declinación de la religión. Tampoco será fácilmente convencido por el teórico de la elección racional que considera la familia como una unidad de producción que puede dejar de producir cierto número de bienes, desde comida hasta niños o porque, luego de fríos cálculos, uno de los esposos se da cuenta de que su matrimonio ha sido un error desde el principio (Becker, 1976: 244).

Ninguno de estos puntos de vista presta atención al debilitamiento de los lazos

interpersonales que, para comenzar, son los que dieron lugar al surgimiento de la familia. En la sociedad moderna, la mayoría de las personas se casan o se divorcian por causas muy diferentes de las presiones sociales o los cálculos económicos. Las personas se casan principalmente porque sienten afinidad, se enamoran y comparten intereses hasta el punto de desear compartir su vida. Y se divorcian cuando se desenamoran, sus intereses divergen, sufren estrés laboral, no ganan lo suficiente o por alguna otra causa. En estos asuntos, la interacción o su debilitamiento es sumamente importante, en tanto que el cálculo racional y el contexto institucional son secundarios.

Nuestro segundo ejemplo es el de un consultor de administración, un experto en investigación operativa o un sociólogo industrial que procuran entender cómo funciona una compañía determinada o cómo ha dejado de funcionar de manera eficiente. Presumiblemente, nuestro estudioso no quedará satisfecho con las reflexiones holistas acerca de la finalidad de la empresa o el entorno de negocios. Tampoco intentará adivinar utilidades y probabilidades subjetivas para controlar si los administradores han tenido éxito en maximizar sus utilidades esperadas o no. El consultor competente sabe que esos números son inaccesibles y, como todo lo subjetivo, a lo sumo un objeto de estudio, nunca una herramienta de análisis científico. En cambio, centrará su atención en la estructura social de la compañía y sobre los diversos mecanismos que la mantienen funcionando, o a los que se ha permitido que deterioren o tornen obsoleta la empresa. En efecto, estudiará los tres principales mecanismos: trabajo, administración e interacciones empresa-entorno. A menos que sea corregido, el mal funcionamiento de cualquiera de los tres pondrá en riesgo la supervivencia de la compañía, ya que el resultado será una disminución de la eficiencia, medida como la razón entre output e input, no la inaccesible utilidad esperada. (Acerca del papel fundamental de los mecanismos en la investigación social, véanse Hedström y Swedberg, 1998; Bunge, 1999; Pickel, 2001 y Tilly, 2001.)

Por último, un ejemplo político: ¿por qué colapso el imperio soviético? Recuérdese que nadie —en particular ni los *think-tanks*¹¹ de la Guerra Fría, ni los académicos marxistas-leninistas— predijo este importante acontecimiento. En especial, tomó por sorpresa a los futurólogos holistas, a los modeladores de la teoría de juegos y a los recolectores y cazadores de datos de las diversas oficinas de «inteligencia» estadounidenses. Sostengo que estos profetas, analistas y espías políticos fracasaron a causa de que no investigaron seriamente los diversos subsistemas de la sociedad soviética y sus interrelaciones.

En particular, esos expertos no se percataron de que la llamada dictadura del proletariado había cortado los vínculos no coercitivos que sostenían a la sociedad civil, que la economía planificada de arriba hacia abajo no proveyó suficientes bienes de consumo y funcionó en un bajo nivel tecnológico en todo, salvo la exploración del

¹¹ Literalmente «tanques de pensamiento». Grupos institucionalizados de personas seleccionadas especialmente para pensar y preparar propuestas sobre temas determinados. [N. del T.]

espacio y la fabricación de armas, y que la ideología oficial marxista-leninista había atrofiado el desarrollo cultural y dejado de merecer la lealtad popular, a causa de que finalmente era percibida como un dogma obsoleto, bueno únicamente como instrumento de control social. El resultado del mal funcionamiento de los tres subsistemas -la economía, la política y la cultura- fue una sociedad bastante atrasada y rígida compuesta por individuos poco motivados, suspicaces unos respecto de otros y gruñones. Las reformas de Gorbachov llegaron demasiado tarde, no fueron lo suficientemente radicales, no fueron implementadas y tuvieron los efectos perversos de desilusionar, relajar la disciplina en todos lados y socavar la autoridad estatal (por detalles, véase Bunge, 1998: 205-211).

En conclusión, el enfoque sistémico es superior tanto al individualismo como al holismo, ya que en lugar de estudiar o bien totalidades vacías o bien individuos que solo comparten el contexto, pone su atención en los sistemas sociales y los mecanismos que los hacen funcionar, a saber, los lazos interpersonales. La interacción -en especial la participación y la cooperación— es la argamasa de la sociedad. El contexto o marco institucional no es más que el sistema (o supersistema) social en el cual actúan los individuos y los grupos. Y la situación que invocan los individualistas metodológicos no es más que el estado momentáneo de ese sistema.

Tabla 8.2. Tres ontologías y sus epistemologías y metodologías concomitantes

<i>Ontología</i>	<i>Epistemología</i>	<i>Metodología</i>
Individualismo	Racionalismo o empirismo	Análisis: microrreducción
Holismo	Intuicionismo	Síntesis: macrorreducción
Sistemismo	Realismo científico	Análisis y síntesis

Comentarios finales

Para concluir. El lema *Divide et impera*, en un sentido metodológico, sugiere identificar los componentes de un sistema, ya sea concreto como una empresa comercial o conceptual como un argumento válido. Esto es correcto, pero no basta, porque un sistema no es un agregado sin estructura, sino una cosa estructurada que resulta de la combinación de sus componentes y que posee propiedades emergentes. En consecuencia, también necesitamos practicar el lema opuesto, *Coniuga et impera*, si hemos de descubrir la estructura y el mecanismo de cualquier sistema y si esperamos controlarlo. En resumidas cuentas, la estrategia correcta para abordar sistemas de todo tipo es *Divide et coniuga*.

Lo antedicho es particularmente importante para el estudio de la sociedad y el diseño de políticas sociales. Ninguno de los dos enfoques más influyentes en el estudio y manejo de los asuntos sociales es completamente adecuado, ni mucho menos eficiente, por las siguientes razones. El individualismo es defectuoso porque

subestima o incluso pasa por alto los lazos sociales y el holismo es inadecuado dado que subestima a los individuos. En cambio, el sistemismo incorpora a ambos. Más aún, enfatiza el papel del entorno y sugiere el estudio o la modificación de mecanismos tanto de estasis como de cambio. La consecuencia para la filosofía política y el diseño de políticas sociales es que el sistemismo tiene en cuenta los valores sociales (ignorados por los individualistas), así como los valores individuales (despreciados por los holistas). De allí que sea más adecuado para inspirar y defender políticas que combinen la competencia y la cooperación y aumenten el bienestar y la libertad individuales, a la vez que para fortalecer o reformar las instituciones indispensables.

Por último, nótese los socios epistemológicos y metodológicos de las tres doctrinas ontológicas examinadas anteriormente (tabla 8.2). En el próximo capítulo volveremos a ocuparnos del tema más detalladamente.

II

CONVERGENCIA

9

Reducción y reduccionismo

La convergencia de disciplinas puede ser o bien horizontal o bien vertical. La primera tiene lugar cuando una o dos disciplinas se fusionan en pie de igualdad, como en los casos de la neurociencia cognitiva y la socioeconomía. En contraposición, la emergencia vertical es la subordinación o reducción de una disciplina a otra, como en el caso de la reducción de la termodinámica a la mecánica estadística.

A su vez, hay dos tipos de reducción: hacia abajo y hacia arriba, o microrreducción y macrorreducción, respectivamente. En tanto que la microrreducción consiste en el análisis o la descomposición de totalidades en sus partes, la macrorreducción es la síntesis o agregación de individuos para formar totalidades. Y el reduccionismo es, desde luego, la doctrina metodológica que recomienda la reducción como el único modo de comprender.

El microrreduccionismo es el compañero metodológico del individualismo, mientras que el macrorreduccionismo lo es del holismo. En lo que sigue, nos concentraremos en la primera estrategia, puesto que se trata de la más difundida de las dos, a pesar de lo cual a menudo se la entiende erróneamente: sus practicantes exageran su potencia, a la vez que sus opositores la condenan con encono. Como es habitual, aquí tomaremos un tercer camino.

Si todo es o bien un individuo o bien una mera colección de individuos, entonces, la comprensión de una totalidad solo puede ser lograda sumergiéndose hasta el fondo mismo de las cosas, es decir identifi-

cando los (supuestos) últimos constituyentes. De este modo, los haces de luz se entenderán en términos de fotones, los átomos en términos de partículas elementales, las células en términos de orgánulos y sus componentes, los organismos multicelulares en términos de células, los grupos sociales en términos de personas, las proposiciones en términos de conceptos, los textos en términos de enunciados, y así sucesivamente. En resumidas cuentas, lo micro explicaría lo macro sin más ni más.

El sensacional éxito de la microrreducción en la ciencia moderna ha dado la impresión de que los conceptos de método científico y reducción son coextensivos: que hacer investigación científica es, básicamente, procurar reducir totalidades a sus partes. No es sorprendente que los enemigos de la ciencia -por ejemplo, los cultores de la New Age y los posmodernistas— sean vehementes antirreduccionistas.

El éxito de la microrreducción ha oscurecido el hecho de que, en la mayoría de los casos, ella ha sido parcial y no total. Hay dos razones principales para esa limitación. La primera es que un sistema, tal como un átomo, una célula o una familia, posee una estructura así como una composición. En otras palabras, un todo integrado no es solamente una colección de entidades básicas: es una entidad nueva con propiedades (emergentes) que le son peculiares (recuérdese el cap. 1).

La segunda razón de las limitaciones de la microrreducción es que la referencia al entorno de la cosa de interés es inevitable y que el entorno pertenece a un nivel de orden superior al de la cosa en cuestión. Esto es válido tanto para los átomos físicos como para los átomos sociales. En efecto, un problema bien formulado en física atómica o en física de campos incluye las condiciones de contorno, las cuales constituyen una descripción resumida del entorno macrofísico. Del mismo modo, un problema bien formulado en psicología o en ciencias sociales incluye referencias explícitas al entorno macrosocial, en particular, al sistema o supersistema en el cual están insertos los individuos. En otras palabras, lo que pasa por reducción es a menudo una operación mucho más compleja. Vayamos, pues, a su análisis.

1. Operaciones de reducción

La reducción es una clase de análisis. Puede ser ontológica o epistemológica: vale decir, puede referirse a cosas o a ideas. En ambos casos, reducir A a B es o bien *identificar* A con B o bien *incluir* A en B, o afirmar que todo A es un *agregado* o una *combinación* o un *promedio* de múltiples B o, también, una *manifestación* o una *imagen* de B. Es afirmar que, si bien A y B pueden parecer muy diferentes uno de otro, en realidad son lo mismo; o que A es una especie del género B; o que todo A resulta, de alguna manera, de múltiples B o; puesto de modo más vago, que todo A «se reduce» a B o que «en último análisis» todos los A son otros tantos B.

Las bien conocidas hipótesis que siguen son ejemplos de reducción, ya sea o no genuina. Los cuerpos celestes son cuerpos ordinarios que satisfacen las leyes de la mecánica; el calor es movimiento molecular aleatorio; los haces de luz son paquetes de ondas electromagnéticas; las reacciones químicas son combinaciones,

disociaciones o sustituciones atómicas o moleculares; los procesos vitales son combinaciones de procesos químicos; los seres humanos son animales; los procesos mentales son procesos cerebrales, y los hechos sociales resultan de acciones individuales o viceversa.

Al menos cuatro de estas hipótesis ilustran un tipo especial de reducción, a saber, la *microrreducción*. La *microrreducción* es la operación por la cual se supone que las cosas de un macronivel son o agregados o combinaciones de micro entidades, que las macropropiedades resultan o bien de la mera agregación de las micropropiedades o bien de una combinación de ellas, y que muestra que los macroprocesos son efectos de los microprocesos. En resumidas cuentas, la *microrreducción* consiste en explicar el todo por sus partes.

La operación inversa, en la cual la conducta de los individuos se explica a partir de su lugar o función en el todo, puede denominarse *macrorreducción*. Un ejemplo clásico es el intento de los marxistas, los conductistas y los psicólogos ecológicos de explicar el comportamiento humano exclusivamente en términos de características ambientales o estructurales. Se supone, por ejemplo, que los trabajadores votan por los partidos de izquierdas y que, en última instancia, todas las ideas nuevas reflejan cambios en el modo de producción.

Si bien nunca se la menciona como tal, la llamada interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica es un caso de *macrorreducción*. En efecto, postula que todo proceso microfísico es producido por un experimentador que manipula un dispositivo de medición: lo micro dependería de lo macro y no habría microprocesos salvo en el laboratorio. A pesar de su consagración en incontables textos, este supuesto es inconsistente con el axioma central de la mecánica cuántica, a saber, la ecuación de estado, la cual no incluye ninguna variable que describa dispositivos de medición y mucho menos un experimentador (Bunge, 1967b, 1973a).

En tanto que la *microrreducción* es inherente al individualismo, la *macrorreducción* es típica del holismo. De los dos tipos de reducción, el primero es mucho más común y ha logrado muchos más éxitos y prestigio, tanto, que el término «reducción» se usa habitualmente para significar «*microrreducción*».

Los que siguen son ejemplos de *microrreducción*: el campo magnético que rodea un imán resulta del alineamiento de los momentos magnéticos de los átomos componentes; el agua está constituida por moléculas que resultan de la combinación de átomos de hidrógeno y de oxígeno; las plantas y los animales son sistemas celulares; y todo hecho social está arraigado en acciones individuales.

Mientras que la *microrreducción* es una operación epistémica, el *reduccionismo* es una estrategia de investigación, a saber, el principio metodológico según el cual la (micro)reducción es, en todos los casos, tanto necesaria como suficiente para explicar las totalidades y sus propiedades. En contraposición, la *macrorreducción* se denomina habitualmente *antirreduccionismo*. El compañero ontológico del (micro)reduccionismo es el atomismo, en tanto que el del antirreduccionismo es el holismo. En años recientes, el antirreduccionismo se ha transformado en uno de los gritos de batalla de la reacción «posmoderna» contra la ciencia y la racionalidad en

general. Este movimiento rechaza la microrreducción, pero no a causa de sus limitaciones, sino porque se propone explicar.

No hay contradicción alguna en mencionar los sensacionales éxitos de la reducción en todas las ciencias, a partir de que Descartes formulara explícitamente el proyecto de reducir todo, excepto la mente, a entidades y procesos mecánicos o, tal como lo dijo él, a *figures et mouvements*. (No sorprende, pues, que Descartes sea la *bête noire* de los «posmodernos», tanto de derechas como de izquierdas.) Basta con recordar los colosales logros de la mecánica y más tarde de la física nuclear, atómica y molecular, así como los de la biología molecular, para comprender la difundida aceptación del reduccionismo entre los científicos y su renuencia a reconocer que, después de todo, la reducción puede ser limitada.

Es cierto, el mecanicismo declinó a partir del nacimiento de la física de campos y la termodinámica, a mediados del siglo XIX (véase, por ejemplo, D'Abro, 1939). En general, en nuestros días se piensa que la mecánica es solo un capítulo de la física, de donde se desprende la imposibilidad de reducir todo a la mecánica, incluso a la mecánica cuántica (la cual difícilmente pueda considerarse una mecánica, pues en ella no hay cálculos de trayectoria). Más aún, ni siquiera toda la física basta para explicar la biología, lo que no equivale a decir que el vitalismo haya resucitado. La biología evolutiva, nacida en 1859, eliminó el fisicismo al mostrar que la evolución biológica no sigue las leyes de la física, aunque tampoco viola ninguna de ellas. Lo mismo vale para las ciencias sociales. La única ley física que necesitan es la de la conservación de la energía.

No obstante, la abrupta declinación del fisicismo no ha significado el fin del reduccionismo. Muy por el contrario, la reducción continúa siendo enormemente exitosa. Obsérvese la casi finalización del Proyecto Genoma Humano en 2000, el cual consiste ni más ni menos que en el análisis de los 23 cromosomas humanos, con el fin de identificar los genes que los componen. La idea detrás del proyecto era que una vez conocido el genoma, el resto seguiría rápidamente.

Aunque ya está casi finalizado, este proyecto terminó desilusionando a los reduccionistas radicales: mostró que solo tenemos alrededor de 32.000 genes, únicamente el 30% más que el nematodo *Caenorhabditis elegans*, el cual tiene solamente un milímetro de longitud y posee 959 células, en tanto que nosotros tenemos alrededor de 100 billones [10^{14}]; y mientras que los seres humanos poseemos aproximadamente

100.0 millones [10^8] de neuronas, el diminuto gusano cuenta únicamente con 302. En comparación con el arroz nos va aun peor, puesto que un grano de arroz tiene muchos más genes que una persona y todavía no se le ha ocurrido ni la más tonta de las ideas. La moraleja es clara: no se trata de cuántos genes tienes, sino de lo que hacen, especialmente de cómo se combinan unos con otros y qué proteínas contribuyen a sintetizar, y de cómo están organizadas las células.

No obstante, la microrreducción continuará cosechando éxitos en todas las ciencias, habida cuenta de que todas las cosas reales son o bien sistemas o bien componentes de ellos (recuérdese el cap. 2). Rechazar totalmente la microrreducción

significa privarse del gozo de comprender muchas cosas y procesos y del poder que este conocimiento confiere.

Con todo, como veremos más adelante, la microrreducción no es omnipotente: tiene sus limitaciones. En general, el análisis no basta: eventualmente debe ser complementado con la síntesis. El motivo es que el mundo y nuestro conocimiento de él son sistemas en lugar de meros agregados de unidades independientes. Por ejemplo, conocer lo que hace un gen en particular es conocer cómo interactúa con otros genes y qué proteínas contribuye a sintetizar o qué función regula.

Sin embargo, el conocimiento del genoma no implica el conocimiento del proteoma. La razón es que los genes «especifican» la composición de las proteínas, pero no su configuración o forma. Esta brecha basta para dejar en ruinas al geneticismo, vale decir el proyecto de reducir todas las ciencias del hombre a la genética, por medio de la cadena propuesta por Wilson (1975) y Dawkins (1976): Genoma → Proteoma → Célula → Organismo multicelular → Sociedad.

Si ya la primera flecha es, por lo que sabemos, ficticia, ¿por qué confiar en que las flechas que siguen en la secuencia resultarán menos problemáticas?

La microrreducción, aun cuando sea factible, rara vez es suficiente para explicar y mucho menos para controlar. Para desarrollar o aplicar conocimiento es a menudo necesario combinar dos o más teorías, o aun campos de investigación íntegros, antes que reducir unos a otros. Obsérvese la existencia misma de la fisicoquímica, la bioquímica, la psicología fisiológica y social, la bioeconomía, la sociología económica y cientos de otras interdisciplinas.

En lo que sigue, comenzaremos procurando identificar las raíces ontológicas de las limitaciones de la operación de microrreducción. Subsiguientemente, examinaremos la microrreducción en funcionamiento en la física, la química, la biología, la psicología y las ciencias sociales. Este estudio debería mostrar los límites de la microrreducción, así como su poder.

2. Microniveles, macroniveles y sus relaciones

Pueden distinguirse al menos dos niveles en los sistemas de cualquier clase: el macronivel y el micronivel. El *macronivel* es la clase misma, o sea la colección de todos los sistemas que comparten ciertas propiedades peculiares. El *micronivel* correspondiente es la colección de todos los componentes de los sistemas en cuestión. (En un momento se verá que puede haber más de un micronivel.) Por ejemplo, el nivel atómico es el conjunto de átomos, en tanto que el nivel molecular es el conjunto de moléculas. (El hecho de que el nivel molecular esté compuesto por diversos subniveles está más allá de esta discusión.) En general, un sistema de enésimo nivel está compuesto por cosas del nivel $n-1$.

Un ejemplo clásico de distinción micro-macro es el de los tratamientos de un sistema macrofísico por la mecánica estadística y la termodinámica. La primera explica o reduce a la segunda. Por ejemplo, la temperatura es analizada como la

energía cinética promedio de los componentes. Un ejemplo de las ciencias sociales es este: un abrupto aumento o declinación de la bolsa puede estar causado por un simple rumor acerca de ciertas ganancias poco frecuentes, fusiones, bancarrotas, mala praxis contable o pronósticos macroeconómicos. Aquí, el temor o la codicia de un gran número de individuos desencadena un acontecimiento macrosocial.

La distinción entre niveles no tiene por qué ser arbitraria, ni un asunto de mero detalle en la descripción: a menudo posee una correspondencia real en las diferencias cualitativas entre los sistemas y sus componentes. Por ejemplo, si bien un huracán está hecho de moléculas, su forma en espiral no está contenida en sus componentes moleculares. Con todo, los niveles son colecciones de cosas y, en consecuencia, conceptos, no cosas concretas. Por lo tanto, los niveles no pueden actuar unos sobre otros. En particular debe tomarse la expresión «interacción micro-macro» como una elipsis. En efecto, no denota una interacción entre niveles micro y macro, sino una interacción entre entidades pertenecientes a un micronivel y cosas pertenecientes a un macronivel.

En rigor, solo la física de partículas puede arreglárselas con un único micronivel, en tanto el entorno de la partícula sea tratado como una totalidad sin analizar. Todas las demás ciencias estudian sistemas o incluso supersistemas compuestos por sistemas, de tal modo que involucran la distinción entre varios microniveles. En otras palabras, la mayoría de las ciencias aborda sistemas anidados («jerarquías»). Piénsese, por ejemplo, en el cerebro humano, con sus múltiples subsistemas, tales como el tálamo, el hipocampo y la corteza visual primaria, cada uno de los cuales está compuesto por más sistemas, a saber, neuronas y células de la glía. La complejidad de los sistemas reales estudiados por la mayoría de las ciencias nos obliga a analizar el concepto de composición respecto de tantos niveles como sea necesario (recuérdese el cap. 2, apartado 5).

Todas las ciencias fácticas enfrentan brechas micro/macro, porque todas ellas estudian sistemas de uno u otro tipo y todos los sistemas poseen componentes (el aspecto micro), así como macropropiedades que les son peculiares (el aspecto macro). En muchos casos, uno sabe cómo resolver problemas concernientes al micronivel o macronivel en cuestión, pero no sabe cómo relacionarlos. En especial, rara vez se sabe cómo explicar las macrocaracterísticas en términos de microentidades y de sus propiedades y sus cambios. En consecuencia, los microespecialistas (por ejemplo, los físicos atómicos y los microeconomistas) y los macroespecialistas (por ejemplo, los expertos en dinámica de fluidos y macroeconomistas) sobrepasan en número a los expertos en tender puentes sobre las brechas.

Todo problema acerca de una relación micro-macro es intrínsecamente difícil. Tal dificultad está constituida por la escasez de análisis filosóficos cuidadosos de las relaciones macro-micro. Procederemos a bosquejar un análisis de este tipo. La primera tarea que debemos realizar es la de distinguir dos tipos básicos de relaciones micro-macro: *de re* u ontológicas y *de dicto* o epistemológicas. Las relaciones micro-macro ontológicas son un caso particular de la relación entre parte y todo, en tanto que las relaciones micro-macro epistemológicas conceptúan las relaciones entre

microniveles y macroniveles. Permítaseme explicar.

El ensamblado de dos o más átomos (o moléculas o células o animales) para formar una entidad de un nivel superior es un caso de relación micro-a-macro ontológica. De igual modo, el proceso inverso de descomposición ilustra una relación macro-micro ontológica. El efecto de condensación de agua de una molécula de sal de mesa, el efecto de las células marcapasos sobre el corazón y del líder de una organización sobre esta son otros tantos ejemplos de relaciones micro-a-macro ontológicas. Cuando se corta un miembro, sus células mueren; cuando «el sol se esconde», disminuye la energía cinética promedio de las moléculas de aire, y, cuando se prohíbe una organización, todos sus miembros son afectados. Todos estos son ejemplos de la relación macro-a-micro ontológica. En todos los casos, se establecen, se mantienen, se modifican o se cortan lazos (o vínculos o uniones) entre cosas o procesos micro y cosas o procesos macro.

Ninguna de estas relaciones de vinculación se encuentra involucrada en las relaciones entre niveles de organización, dado que -tal como se ha señalado anteriormente— los niveles son conjuntos y, por lo tanto, conceptos, no cosas o procesos concretos. Un ejemplo de ello es la famosa fórmula de la entropía S de un sistema termodinámico en un macroestado dado, en términos del número W de estados o configuraciones atómicos o moleculares compatibles con el macroestado dado. En efecto, esta fórmula, « $\phi = k \ln W$ », es una relación micro-a-macro del tipo epistemológico. También lo son las fórmulas del calor específico, de la conductividad y del índice de refracción de un cuerpo en términos de propiedades de sus componentes atómicos. Lo mismo vale para la teoría del aprendizaje de Hebb en términos del refuerzo de las conexiones interneuronales: en este caso el macronivel está compuesto por subsistemas cerebrales capaces de realizar funciones mentales y el micronivel por neuronas. No hay acciones de las neuronas sobre el cerebro o sobre la mente: solo hay una relación conceptual entre dos niveles de organización.

3- Relaciones intranivel y relaciones internivel

Combinando la distinción micro-macro con la distinción ontológico- epistemológico, obtenemos un total de ocho relaciones internivel:

1. *Micro-micro (mm)*

- a) *Ontológicas*, por ejemplo, las colisiones atómicas; el vínculo amoroso.
- b) *Epistemológicas*, por ejemplo, las teorías cuánticas acercare los átomos; las teorías psicológicas sobre las relaciones interpersonales.

1. *Micro-macro (mM) o Bottom-Up*

- a) *Ontológicas*, por ejemplo, la interacción entre un electrón y un átomo como totalidad; un movimiento social iniciado por un líder carismático.
- b) *Epistemológicas*, por ejemplo, la mecánica estadística; una teoría sobre la conducta animal desencadenada por microestímulos tales como un puñado de fotones impactando en la retina.

1. *Macro-Micro (Mm) o Top-Down*

- a) *Ontológicas*, por ejemplo, la acción de una inundación o un terremoto sobre un animal; el efecto de los gobiernos sobre los individuos.
- b) *Epistemológicas*, por ejemplo, una teoría acerca de una medición que modifica una entidad microfísica; un modelo del curso de una embarcación a la deriva en una corriente oceánica.

1. *Macro-Macro (MM)*

- a) *Ontológicas*, por ejemplo, la interacción Sol-Tierra; una teoría sobre la rivalidad entre grupos de animales (por ejemplo, familias).
- b) *Epistemológicas*, por ejemplo, la teoría de tectónica de placas; los modelos de relaciones internacionales.

Estas distinciones son pertinentes para las teorías de la definición y la explicación. También lo son para la vieja disputa entre reduccionistas y antirreduccionistas, una controversia filosófica que aparece en todas las ciencias. Por ejemplo, los biólogos moleculares debaten con los biólogos orgánicos y los teóricos de la elección racional lo hacen con los colectivistas. En tanto que los reduccionistas sostienen que solo las relaciones de tipo *mm* y *mM* tienen poder explicativo, sus rivales afirman que únicamente las relaciones de tipo *Mm* y *MM* pueden explicar.

Desde nuestro punto de vista, ambos contendientes tienen parte de razón y están, por ello, parcialmente equivocados: puesto que las cuatro relaciones existen, todas ellas plantean problemas. En particular, necesitamos investigar cómo interactúan los individuos de todo tipo (*:mm*) y cómo se ensamblan para formar nuevos sistemas (*mM*). También necesitamos saber cómo afecta al individuo el ser parte de un sistema (*Mm*) y cómo un sistema afecta a otro (*MM*). La necesidad de este proyecto de investigación más amplio muestra que los reduccionistas radicales están tan equivocados como los antirreduccionistas radicales. De allí que sea mejor adoptar el enfoque sistémico, que abarca las cuatro relaciones y, cuando es necesario, aun más.

Evidentemente, toda vez que distinguimos más de dos niveles nos encontramos con las diversas relaciones correspondientes. Por ejemplo, al interpolar un mesonivel entre un micro y un macronivel y al añadir un meganivel sobre este último, obtenemos 4 relaciones intra- nivel, más 3 relaciones internivel y, por lo tanto, un total de 7 sin saltar por sobre niveles. En rigor, son 14 si introducimos la distinción entre ontológico y epistemológico. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se investigan las relaciones entre genoma, célula, organismo y ecosistema. Otra conocida distinción de más niveles es la que se da entre agente individual (nanonivel), compañía (micronivel), grupo de empresas (mesonivel), economía nacional (macronivel) y economía mundial (meganivel).

4. Hipótesis interaivel y explicaciones

Reformulemos lo antedicho en términos de los tipos de proposiciones que pueden ser construidas cuando se distinguen solamente dos niveles, un micronivel (*m*) y un macronivel (*M*). Al combinar los conceptos correspondientes podemos formar proposiciones de cuatro tipos diferentes, dos intranivel y dos internivel:

1. *mm*, por ejemplo, las hipótesis respecto de fuerzas nucleares específicas, conexiones interneuronales y relaciones personales cara a cara.
2. *mM*, por ejemplo, las fórmulas de la mecánica estadística, las relaciones genotipo-fenotipo y los resultados macrosociales de las acciones individuales como la votación.
3. *Mm*, por ejemplo, la fórmula de Lorentz de la fuerza ejercida por un campo magnético externo sobre un electrón y las hipótesis acerca de la influencia de la estructura social sobre la conducta individual.
4. *MM*, por ejemplo, la ley de gravedad de Newton, las ecuaciones de cambio de la cinética química, las relaciones ecológicas entre biodiversidad y productividad de biomasa y los datos sobre conflictos internacionales.

Lo que vale para las proposiciones, vale también para las explicaciones. O sea, en principio, una explicación puede contener premisas explicativas o conclusiones intranivel o internivel (Bunge, 1967a). Más aún, son necesarias explicaciones de los cuatro tipos, puesto que el nuestro es un mundo de sistemas y los sistemas deben ser comprendidos en su propio nivel y, asimismo, como resultantes del ensamblado de unidades más pequeñas y como un constreñimiento para el comportamiento de sus componentes.

En otras palabras, la ontología debe ser realista y guiar a la epistemología si es que esta ha de tener alguna utilidad para la investigación. (Este punto de vista acerca de la dependencia de la epistemología respecto de la ontología difiere notoriamente de la tesis positivista de que la «lógica de la ciencia» y, en particular, el análisis de la reducción, no debe contener supuestos ontológicos: véase, por ejemplo, Carnap, 1938.) Las ontologías unilaterales, tales como el individualismo (atomismo) y el colectivismo (holismo) dejan afuera, los tipos de explicación de la otra y así cercenan el poder de la ciencia y la tecnología. Solo una ontología sistémica alienta la búsqueda de explicaciones de los cuatro tipos.

En lo que sigue examinaremos unos pocos ejemplos tomados de cinco ramas de la ciencia contemporánea: la física, la química, la biología, la psicología y la sociología.

5. De la física a la química

Los primeros casos de reducción en física fueron los de la astronomía a la física y la estática a la dinámica. El primero es más interesante desde el punto de vista

filosófico, porque eliminó la distinción teológica entre los cuerpos terrestres y celestiales. No nos detendremos en él porque es bien conocido. En cambio, echaremos un vistazo a la relación entre la dinámica y la estática, porque se trata de un ejemplo bastante sorprendente y nunca ha sido analizado correctamente en la literatura filosófica.

A primera vista, la estática es el caso particular (o degenerado) de la dinámica, cuando todas las velocidades desaparecen a causa de que las fuerzas en juego se equilibran unas a otras. Sin embargo, lo inverso no es verdad: los componentes de un sistema mecánico pueden estar en movimiento y, con todo, en equilibrio interno unos con otros y, por lo tanto, en equilibrio como totalidad. Este es el motivo por el cual la dinámica puede ser reducida formalmente a la estática.

D'Alembert logró esta reducción formal reinterpretando la segunda ley del movimiento de Newton, « $F = ma$ ». Consideró que « $I = -ma$ » es la fuerza (inercial) creada por el movimiento y que equilibra la fuerza aplicada F . De este modo, la segunda ley del movimiento de Newton puede ser reformulada como la condición de equilibrio $F + I = 0$. Desde luego, la reducción así obtenida es meramente formal (matemática), puesto que en realidad el sistema puede estar en movimiento relativamente a algún marco de referencia. Con todo, la moraleja de esta historia es que la reducción no es lo mismo que la deducción. (La reducción implica la deducción, pero la implicación recíproca no es válida, la reducción no es equivalente a la deducción.)

Nuestro segundo ejemplo proviene de la mecánica cuántica. Esta teoría es considerada habitualmente como el núcleo de la microfísica y, más aún, la clave de la reducción de las cosas y procesos macrofísicos a las cosas y procesos microfísicos. Este punto de vista es correcto en términos generales, aunque con algunas precisiones. La primera precisión es que, hasta el momento, solo la mecánica de partículas clásica ha sido reducida a la mecánica cuántica; la teoría dinámica de medios continuos, en particular líquidos, todavía está vigente, a pesar de las décadas de esfuerzos para explicar los líquidos en términos de la mecánica cuántica. No obstante, este proyecto de investigación también se halla vigente.

En segundo lugar, y de modo más fundamental, la teoría de los cuantos contiene varios conceptos tomados de la macrofísica, tales como los de espacio, tiempo, masa, carga eléctrica, momento lineal clásico y energía clásica. (De tal modo, cuatro de estos conceptos, a saber x , t , p y E , están presentes en la más elemental de todas las funciones de estado, a saber, la «onda» plana $\psi = A \exp [i(px - Et)/\hbar]$.) Además, las condiciones de contorno, que son parte de la formulación de todo problema de teoría cuántica, constituyen una representación macrofísica esquemática del entorno. (Ejemplo: la condición de que la función de estado se desvanezca en la superficie del recipiente, siempre y cuando este sea lo suficientemente grueso como para no ser atravesado.)

El tercer ejemplo: en toda medición, el aparato de medición es tratado como un sistema macrofísico descrito en términos clásicos o, a lo sumo, semiclásicos. Uno de los motivos es que, como enfatizó Bohr (1958), un instrumento de medición nuclear,

atómica o molecular debe contener un amplificador, puesto que solo los sucesos macrofísicos son observables.

El cuarto y todavía más dramático y difundido caso es el de la inseparabilidad: los sistemas cuánticos mantienen su condición de sistema aun cuando sus componentes estén separados en el espacio. Se dice que los componentes del sistema y sus correspondientes estados están *entrelazados*. (Los componentes del sistema están acoplados con tanta intensidad que el sistema no puede ser descrito como el producto de los estados de los componentes.)

Lo que vale para la física cuántica vale, a fortiori, para la química cuántica. Esta disciplina no solo contiene los conceptos macrofísicos anteriormente mencionados, sino también ciertos conceptos macroquímicos. Así pues, uno de los logros de la química cuántica es el cálculo ab initio de las constantes de equilibrio de las reacciones químicas. En la química clásica estas constantes se tratan como parámetros empíricos. En la química cuántica son parte de la teoría de las reacciones químicas interpretadas como procesos de dispersión no elásticos (de colisión). No obstante, esta teoría presupone las tasas de cambio de la cinética química, una parte de la química clásica.

En efecto, considérese el problema de calcular la constante de cambio (o de equilibrio) de una reacción química del tipo « $A + B \rightarrow C$ ». La ecuación fenomenológica (macroquímica) de la tasa de formación del producto de reacción C no es deducida, sino que es postulada cuando la constante de cambio es calculada en términos de la teoría cuántica. De allí que la química cuántica no se siga, sin más ni más, de la mecánica cuántica. En otras palabras, la química no ha sido totalmente reducida a la física. La reducción epistemológica es solo parcial, aun cuando la reducción ontológica es total. (Por detalles véanse Lévy, 1979 y Bunge, 1982.)

6. La biología, la ecología y la psicología

Sin lugar a dudas, los avances más espectaculares de la biología contemporánea han estado inspirados en la tesis de que los organismos son nada más que sacos de sustancias químicas, de donde surge que la biología no es otra cosa que química extremadamente compleja (véase, por ejemplo, Bernard, 1952 [1865]). Pero esta tesis, si bien posee un enorme poder heurístico, es solo parcialmente verdadera. Eso mostraremos a continuación, en el caso de la genética y en el de la definición misma del concepto de vida.

A primera vista, el descubrimiento de que el material genético está compuesto por moléculas de ADN prueba que la genética ha sido reducida a la química (véase, por ejemplo, Schaffner, 1969). Sin embargo, la química explica únicamente la química del ADN: nada nos dice acerca de las funciones biológicas del ADN, por ejemplo que controla la morfogénesis y la síntesis de proteínas. En otras palabras, el ADN no realiza esas funciones cuando se encuentra fuera de una célula, del mismo modo que un tornillo suelto no mantiene unida cosa alguna. (Además, el ADN nada

hace de por sí: está a merced de las enzimas y los ARN que determinan cuáles genes se expresarán o se silenciarán. En otras palabras, el código genético no es el primer motor como se creyó alguna vez. De esto, justamente, se trata la epigénesis.)

El motivo de la insuficiencia de la bioquímica para explicar la vida es, desde luego, que el concepto mismo de célula viva es ajeno a la química. Es cierto, los componentes celulares son entidades físicas o químicas, pero en una célula están organizadas de maneras característicamente biológicas (recuérdese el cap. 3, apartado 4). También es cierto que todas las propiedades conocidas de una célula, salvo la de estar viva, son compartidas por otros sistemas físicos o químicos. Pero solo las células vivientes poseen la totalidad de la docena de propiedades que caracterizan a los organismos, entre ellas las de metabolismo y autorreparación. En consecuencia, la biología, si bien está fundada en la física y en la química, no es totalmente reducible a esta última. Por ejemplo, todo sistema de clasificación biológica basado exclusivamente en el grado de semejanza del ADN -como, por ejemplo, entre nosotros y los chimpancés- está condenado al fracaso, puesto que pasa por alto las características supramoleculares de los organismos.

Lo que es válido para la biología celular es válido, a fortiori, para la biología organismica. En efecto, todos los órganos de un organismo multicelular deben funcionar, tanto individualmente como en forma concertada, para que ese organismo se halle en buen estado. Y un organismo saludable lleva a cabo procesos integrales como el metabolismo, el movimiento, la interacción con otros organismos y la reproducción. Un reduccionista radical no puede explicar estos procesos de nivel superior y un holista niega la necesidad de tal explicación. Únicamente un sistemista emprenderá la tarea de explicar el todo por sus partes y sus interacciones. Es lo que hace el médico, por ejemplo, al diagnosticar una anemia de cierto tipo como resultado de una deficiencia de hierro y una hemocromatosis como consecuencia del exceso de este mismo metal.

Los reduccionistas se oponen tozudamente a la emergencia y a los niveles. Para ellos, toda propiedad lo es de un componente básico o es, a lo sumo, un promedio estadístico; y el único nivel que interesa es el más básico. Con todo, hasta los reduccionistas valoran más los organismos que sus componentes elementales. Y todos sabemos que, por lo común, las partes son menos costosas que las totalidades. Por ejemplo, el valor total de los átomos de un cuerpo humano es de alrededor de un dólar; el de los tejidos aprovechables (con excepción de los órganos) es de más de 200.000 dólares y el de un trabajador joven sin capacitar de más de un millón.

También la ecología es escenario de vehementes discusiones entre reduccionistas y holistas (véase, por ejemplo, Saarinen, 1980; Looijen, 2000). Los reduccionistas radicales como Daniel Simberloff afirman que los ecosistemas son solo colecciones accidentales de poblaciones y fijan su atención en relaciones binarias de competencia, entre ellas las famosas ecuaciones de Lotka-Yolterra. Se resisten a reconocer que las comunidades y los ecosistemas están caracterizados por emergentes tales como el nicho, la red trófica, la diversidad de especies, el equilibrio, la productividad y la sustentabilidad.

Los holistas (o «ecólogos funcionales»), tales como Eugene Odum, sacan provecho de esta debilidad del bando reduccionista; estudian propiedades y procesos de los sistemas como totalidad y consideran que los ecosistemas son sistemas autorregulados, cuya finalidad es la estabilidad. Un resultado crítico de este enfoque es la hipótesis de que los ecosistemas con mayor diversidad son los más estables. Pero un experimento reciente ha refutado dicha hipótesis al mostrar que la diversidad óptima de bioespecies no es la máxima (Pfisterer y Schmid, 2002). Este y otros resultados han reivindicado el método analítico.

La ecología ortodoxa es sistemista antes que holista o individualista, puesto que adopta «un enfoque moderado o mixto, en el cual se reconoce que las comunidades y los ecosistemas son entidades discretas de nivel superior, con propiedades emergentes que les son peculiares, pero que busca explicar estas propiedades especialmente a través de las interacciones de las especies [poblaciones] componentes» (Looijen, 2000:153).

¿Y qué ocurre con la psicología? ¿Es reducible a la biología? Supóngase, a los fines del planteo, que todo proceso mental es un proceso cerebral (reducción ontológica). ¿Ello implica que la psicología es una rama de la biología y, en particular, de la neurociencia (reducción epistemológica)? De ningún modo; y ello por las siguientes razones. Primero, porque los procesos cerebrales son influidos por estímulos sociales, tales como palabras y encuentros con amigos o enemigos. Ahora bien, tales procesos psicosociales son estudiados por la psicología social, la cual utiliza categorías sociológicas tales como las de grupo social y ocupación, que no son reducibles a la neurociencia. La segunda razón es que la psicología utiliza conceptos que le son propios, como los de emoción, conciencia y personalidad, así como técnicas peculiares, tales como la interrogación y la sugestión, que van más allá de la biología.

Concluimos, pues, que si bien la hipótesis de la identidad psiconeu- ral representa un claro caso de reducción ontológica-uno que, además, ha sido espectacularmente fértil- la psicología no es reducible a la neurociencia, aun cuando tienen una gran zona de superposición (por detalles, véase Bunge, 1990). En síntesis: la reducción ontológica no implica la reducción epistemológica. Este problema reaparecerá en el capítulo 11, con referencia a la neurociencia cognitiva.

7. De la biología a las ciencias sociales: la sociobiología humana y la discusión sobre el CI

La sociobiología humana es el intento de «biologizar» las ciencias sociales y, en particular, de reducirlas a la genética (Wilson, 1975; Dawkins, 1976). Sus dogmas fundamentales son: a) «el organismo es solamente el modo del ADN para fabricar más ADN»; b) estamos genéticamente programados para comportarnos tal como lo hacemos; c) todos los elementos sociales han sido diseñados por la selección natural para aumentar la adaptación; y, como consecuencia, d) las ciencias sociales deben ser

reconstruidas como una rama de la biología.

El núcleo de la sociobiología humana es la hipótesis de selección por parentesco, según la cual estamos «diseñados» por la selección natural para comportarnos de manera altruista hacia aquellos con los que compartimos genes, o sea nuestros parientes, en particular, hijos, padres o hermanos. Paradójicamente, esta conducta altruista es considerada egoísta, puesto que tiende a perpetuar nuestros genes. Luego, somos altruistas en la medida que somos egoístas. Esta tesis no solo es paradójica, por no decir autocontradictoria (Stove, 1995). También discrepa con las pruebas empíricas. En efecto, los varones jóvenes tienden a comportarse de manera más generosa en relación con sus novias, con quienes habitualmente no se encuentran emparentados genéticamente, que con sus padres; la actual reina de Inglaterra, se dice, se siente más cerca de sus perros y caballos que de su familia; y una mascota, por cierto, puede dejar una profunda huella en su dueña.

A pesar de su amplio éxito popular, la sociobiología no es viable, principalmente por tres razones. Primero, porque, en tanto que la adaptación biológica, cuando ocurre, resulta de un proceso de prueba y error muy lento y bastante errático, la adaptación social -cuando es beneficiosa- puede ser muy rápida gracias a la enorme plasticidad del cerebro humano y la resultante plasticidad conductual. Segundo, a menudo nos embarcamos en actividades antiadaptativas, tales como tomar drogas, apostar, apoyar a tiranos, adoptar ideologías que restringen el desarrollo individual o social, o suicidarnos. Tercero, la mayoría de las personas realizan muchas actividades que no tienen motivaciones o consecuencias principalmente biológicas, tales como «chatear», jugar, mirar **TV**, venerar, leer poesía, escuchar música, diseñar experimentos, reconstruir el pasado, demostrar teoremas y filosofar.

Hay todavía una razón más por la cual las ciencias sociales no pueden ser «biologizadas». Consiste en que toda sociedad humana, sin importar cuán prístina sea, no solo está gobernada por leyes de la naturaleza, sino también por costumbres, normas, convenciones e instituciones que, lejos de ser naturales, son invenciones sociales, tales como las lenguas, la monogamia, los hospitales, las escuelas, los códigos morales y legales y los «ataques aéreos quirúrgicos». Si bien estos elementos sociales son, por cierto, compatibles con las leyes de la naturaleza, no siempre resultan beneficiosos desde el punto de vista biológico. Y, sobre todo, son hechos y deshechos por el hombre, vale decir no naturales. Piénsese en los rápidos y profundos cambios de la industria, el comercio, el armamento, el derecho, la tecnología, la ciencia y las artes, desde los tiempos de la Revolución Estadounidense o la Revolución Francesa. ¿Puede realmente decirse que alguno de estos cambios sea resultado de impulsos puramente biológicos —por no mencionar mutaciones genéticas- o de un largo proceso de selección natural?

Además, la mayoría de los impulsos biológicos son satisfechos o frustrados por medio de mecanismos sociales, tales como la comunicación, la ayuda mutua, el trabajo, el comercio, la coerción moral y legal y la violencia. También es verdad que, puesto que todo hecho social es producto de acciones de seres vivos, la estructura social puede o bien favorecer o bien obstaculizar las funciones biológicas. Por

ejemplo, un orden económico dado puede contribuir a la satisfacción de las necesidades básicas biológicas o impedirla; y la costumbre y la ley pueden o bien controlar o bien tolerar la conducta antisocial producida por el exceso de testosterona.

Pero esta canalización social de los procesos biológicos habla exclusivamente a favor de la biosociología, la cual no debe ser confundida con la sociobiología. Por ejemplo, el exceso de testosterona podría contribuir a explicar por qué la mayoría de los asesinos en todo el mundo son varones, pero no explica por qué las tasas de asesinato de los Estados Unidos son varias veces mayores que las de Suecia, Turquía, la India o Japón. Seguramente, tales diferencias requieren de explicaciones sociológicas e históricas; por ejemplo, en términos de desigualdades sociales, desempleo, anomia, solidaridad, derecho penal y tradición (más sobre esto en el cap. 13).

En resumidas cuentas, la sociobiología humana y sus herederos -la psicología evolutiva, la medicina darwiniana y la ética biológica- son pura fantasía. Del mismo modo se podría argumentar a favor de la supervivencia del más rudo, perspicaz, competitivo, temerario o bello, dado que la rudeza elimina rivales, la perspicacia permite elegir los medios más apropiados, la competitividad sirve para llegar primero, las ganancias involucran cierta temeridad y todos desearían tener la pareja más bella. No obstante, también podría argumentarse de manera persuasiva a favor del más dócil, torpe, servicial, prudente y feo, puesto que todo el mundo protege a quienes son dóciles, los torpes no son una amenaza para el fuerte, quien coopera recibe ayuda a cambio, quien es prudente corre menos riesgos y los feos probablemente no se muestren mucho en público. Vale decir, el más rudo, perspicaz, competitivo, valiente y bello ganaría las batallas de la lucha por la existencia; pero el más gentil, torpe, servicial, cauto y feo ganaría la guerra por la existencia, puesto que se evitaría los rigores de la batalla.

Aunque son mutuamente incompatibles, estas historias sonarán igualmente plausibles a diferentes personas. Pero, desde luego, ninguna de ellas disfruta del apoyo de pruebas empíricas: simplemente no sabemos cuáles de estos rasgos están positivamente correlacionados con el tamaño de la progenie en diferentes ambientes naturales y sociales. Todo lo que sabemos es que las convenciones y los gustos sociales han cambiado a lo largo de la historia. Por ejemplo, actualmente la Venus de Willemsdorf sería tratada por obesidad; se desaprueba la gran fertilidad; los pacifistas son golpeados a menudo por la policía; el investigador moderno trata con desprecio a los académicos que temen a la novedad y así sucesivamente. (Véanse Kitcher, 1985; Stove, 1995; Lewontin, 2000; Dover, 2000 y Dubrovsky, 2002 por críticas acerca del excesivamente ambicioso proyecto de explicar todo lo mental y todo lo social en términos exclusivamente biológicos y, en particular, de genes y selección natural.)

Además de ser científicamente desacertado, el reduccionismo biológico —en especial su versión genéticamente determinista— ha sido mal utilizado para otorgar un aspecto de justificación científica a la superstición, la violación, la guerra y la «limpieza étnica»; para tratar a las mujeres como deficientes mentales y a los criminales como seres incorregibles; y para oponerse a la educación pública sobre el

supuesto de que el CI es principalmente hereditario. Echemos un vistazo a esto último.

La afirmación de que las capacidades mentales son principalmente heredadas está fundada en cuatro suposiciones principales: a) el genotipo por sí solo determina el fenotipo; b) el concepto de inteligencia está bien definido; c) el CI es una medida fiable de la inteligencia; y d) el análisis estadístico de la varianza (o cuadrado del desvío estándar promedio) de la distribución del CI en una población puede decimos cuánto CI es heredado y cuánto es adquirido. Todas estas suposiciones son falsas, tal como se mostrará a continuación.

El primer supuesto es falso, porque a) hasta los clones de las moscas de la fruta pueden presentar algunas diferencias morfológicas generales entre sí; b) el genoma humano, que consta de alrededor de 32.000 genes, no basta para determinar («especificar») las aproximadamente 100 billones (10^{14}) de sinapsis cerebrales; y c) un gen puede funcionar de maneras diferentes en ambientes diferentes, lo cual constituye el motivo por el que los gemelos idénticos se comportan de distinto modo si se los ha criado en familias diferentes (véase, por ejemplo, Collins et al., 2000).

La segunda hipótesis también es falsa, puesto que no disponemos de una teoría general de la inteligencia (véase, por ejemplo, Sternberg, 1985). De allí que la tercera suposición también sea infundada: si no sabemos lo que es X, tampoco podemos saber si alguna otra variable es un indicador confiable de X. Y el cuarto supuesto es falso por las razones señaladas por Kempthorne (1978) en un artículo clásico que los in-natistas parecen desconocer.

Kempthorne enfatizó con razón que la varianza mide la diversidad, no la variación o cambio y mucho menos un cambio controlado, la única manera de establecer causalidad. (Recuérdese que se puede decir que x y y están relacionadas causalmente si y solo si a) existe una relación funcional entre x e y , y b) existe un mecanismo por el cual a un incremento o disminución de x siga un cambio de y .) En particular, únicamente la manipulación genética podría establecer la hipótesis de que el reemplazo de un conjunto de genes por otro está seguido de un cambio de ciertas capacidades mentales (bien definidas y medidas de manera fiable).

8. Clases de reducción y sus límites

En el apartado 1 hemos examinado los conceptos ontológicos de reducción. Ahora abordaremos sus complementos epistemológicos. Una reducción epistemológica puede referirse a conceptos, proposiciones, explicaciones o sistemas hipotético-deductivos. Reducir un concepto A a un concepto B es definir A en términos de B, donde B se refiere a una cosa, propiedad o proceso en el mismo nivel o bien en un nivel diferente (inferior o superior) del que corresponde al referente (o los referentes) de A. Llamaremos a esta convención *definición reductora*. (En la literatura filosófica las definiciones reductoras suelen denominarse «hipótesis puente», presumiblemente porque, a menudo, son propuestas originalmente como hipótesis. La historia sin

análisis puede resultar engañosa.)

Una definición reductora de arriba hacia abajo (o sea, microrreductora) también puede ser denominada definición *top-down*. Ejemplo: «Calor =_{jr} Movimiento atómico o molecular aleatorio». En contraste, las definiciones reductoras de abajo hacia arriba (vale decir, macrorreductoras) pueden ser llamadas definiciones *bottom-up*. Ejemplo: «Conformismo =_{df} Sometimiento de un individuo a las costumbres o normas imperantes». Pero también hay definiciones *intranivel*, tales como «La luz es radiación electromagnética».

La reducción de una *proposición* resulta de reemplazar al menos uno de los predicados que aparecen en ella por el *definiens* de una definición reductora. Por ejemplo, la proposición psicológica «X estaba formando una expresión lingüística» puede reducirse a la proposición neurofisiológica «El área de Wernicke de X estaba activa», en virtud de la definición reductora «Formación de expresiones lingüísticas =_{df} Actividad específica del área de Wernicke». (Nótese que este enunciado nació como hipótesis. Se transforma en una definición en una teoría neurolingüística: nació como puente y ahora es cemento. Más sobre ello en el cap. 17.)

Puede decirse que una *explicación* es reductora si y solo si al menos una de sus premisas *explanans* es una definición reductora o una proposición reducida. Por ejemplo, la explicación de la existencia de un sistema concreto en términos de los vínculos entre sus partes es del tipo microrreductor (o *bottom-up'*). En cambio, la explicación del comportamiento de un componente en términos de su lugar o función en un sistema es del tipo macrorreductor (o *top-down*). El trabajo en Una línea de ensamblado de automóviles (o en el origen de la vida) induce explicaciones del primer tipo, en tanto que el mecánico de automóviles (y el médico) recurren habitualmente al segundo tipo de explicación.

El análisis de la reducción de teorías es algo más complejo. Llamemos T_1 y T_2 a dos teorías (sistemas hipotético-deductivos) que comparten algunos referentes; además, llamemos R al conjunto de definiciones reductoras y S a un conjunto de hipótesis subsidiarias que no están contenidas ni en T_1 ni en T_2 . (No obstante, estas hipótesis deben estar formuladas en un lenguaje resultante de la unión de los lenguajes de T_1 y T_2 si han de unirse con esta última.) Establecemos las siguientes convenciones:

- a) T_1 es *completamente* (o *fuertemente*) reducible a T_2 — $\mathcal{I}T_1$ se sigue lógicamente de la unión de T_1 y R ;
- b) T_1 es *parcialmente* (o *débilmente*) reducible a T_2 — $\sim \mathcal{I}T_1$ se sigue lógicamente de la unión de T_1 , R y S .

La óptica de *rayos* es fuertemente reducible a la óptica de ondas por medio de la definición reductora «Rayo =_{jr} Normal al frente de onda». A su vez, la óptica de ondas es fuertemente reducible al electromagnetismo, en virtud de la definición reductora de «luz» como radiación electromagnética de longitudes de onda comprendidas dentro de cierto intervalo. En cambio, la teoría cinética de los gases es solo

débilmente reducible a la mecánica de partículas, porque además de las definiciones microrreductoras de los conceptos de presión y temperatura, esta teoría incluye la hipótesis subsidiaria del caos molecular (o distribución inicial aleatoria de posiciones y velocidades).

Del mismo modo, como vimos anteriormente, la química cuántica, la biología celular, la psicología y las ciencias sociales son solo débilmente (parcialmente) reducibles a las respectivas disciplinas del nivel inferior. También vimos que hasta la teoría cuántica contiene algunos conceptos clásicos; así como hipótesis subsidiarias; por ejemplo, acerca de contornos macrofísicos, de modo tal que no realiza una reducción completa a conceptos microfísicos. (Más acerca de los diversos tipos y aspectos de reducción en Bunge, 1977b, 1983b, 1989.)

9. Reduccionismo y materialismo

Todo éxito de la microrreducción científica puede considerarse como una victoria del materialismo, en tanto que cada limitación de esta estrategia es a veces considerada una derrota de aquel (véase, por ejemplo, Popper, 1970). Sin embargo, estas ontologías rivales rara vez son caracterizadas cuidadosamente. En particular, el materialismo se confunde a menudo con el fisicismo o tesis de que todo es físico o reducible a elementos físicos, y la valoración del papel de las ideas en la vida social es caracterizada como idealista.

Estas son confusiones. Las historias de la filosofía habituales son culpables, en parte, a causa de su casi uniforme desinterés por el materialismo, aunque este es tan antiguo como el idealismo y, por cierto, más influyente que este último en la ciencia moderna. (La única historia del materialismo bien conocida es la de Friedrich Lange [1903]. Pero esta obra ha quedado muy anticuada y está seriamente sesgada, ya que Lange era un neokantiano y uno de los primeros ficcionistas, hostiles al materialismo.) Para evitar confusiones y soslayar dificultades, propongamos las siguientes diferencias entre tres grandes tipos de materialismo. El materialismo contemporáneo es una familia con tres miembros principales: el fisicismo o materialismo vulgar, el materialismo dialéctico o filosofía marxista y el materialismo emergentista (o moderno).

El fisicismo (o materialismo vulgar) es radicalmente reduccionista. En efecto, sostiene que todo es físico. En consecuencia, afirma que, si bien puede haber diferentes niveles de análisis o descripción, estos no se corresponden con la realidad. Los atomismos de la Antigua Grecia y la India, así como la cosmovisión mecanicista que predominó en las ciencias naturales entre 1600 y 1900 aproximadamente, han sido hitos del fisicismo.

El materialismo dialéctico, elaborado por Engels, Lenin y diversos filósofos soviéticos, es una suerte de síntesis del materialismo del siglo XVIII (fiscista, en su mayor parte) y la dialéctica de Hegel. Contiene, por ende, los méritos del primero y los desvarios de la segunda. La principal tesis falsa de la dialéctica es que todo es una

unidad de opuestos y que todo cambio social deriva de tales «contradicciones» o «luchas de opuestos». La sola existencia de partículas elementales, como los electrones, y de la cooperación en todos los niveles -desde la autoorganización y el agrupamiento celular, hasta la cooperación social— refuta dicha tesis. Estos casos también señalan al materialismo dialéctico como una filosofía a priori, ansiosa por encontrar ejemplos pero renuente a la hora de admitir contraejemplos. (Por una crítica detallada, véase Bunge, 1981a.) Sin embargo, el materialismo dialéctico tiene el mérito de enfatizar la novedad cualitativa o emergencia.

El materialismo emergentista (o moderno) evita las excesivas simplificaciones del fisicismo y las oscuridades y sofismas de la dialéctica (véanse Novikoff, 1945; Sellars, McGill y Farber, 1949; Warren, 1970; Bunge, 1977a, 1977b, 1979a, 1980, 1981a y Blitz, 1992). Afirma que, si bien todo existente real es material, las cosas materiales se dividen en al menos cinco niveles de integración cualitativamente diferentes: físico, químico, biológico, social y técnico. Las cosas de cada nivel están compuestas por cosas de niveles inferiores y poseen propiedades emergentes, de las cuales sus componentes carecen. Por ejemplo, un subsistema cerebral capaz de tener experiencias mentales de algún tipo está compuesto por neuronas, células gliales y otros tipos de células, ninguna de las cuales es capaz de tener pensamientos; del mismo modo, una empresa comercial, aunque está compuesta por personas, ofrece productos que ningún individuo podría producir.

A causa de que combina el materialismo con el emergentismo, el materialismo emergentista evita simplificaciones exageradas, tales como el materialismo eliminativo (la negación de la existencia de procesos mentales) y la sociobiología (la negación de que haya categorías específicamente sociales, irreducibles a las biológicas). Por el lado positivo, el materialismo emergentista alienta la investigación de los mecanismos de emergencia y promueve las fusiones interdisciplinarias necesarias para explicar la emergencia.

Comentarios finales

Ahora nos aventuraremos y generalizaremos las conclusiones precedentes afirmando que, en tanto que la microrreducción parcial a menudo tiene éxito, la microrreducción total rara vez es exitosa. Lo que frecuentemente funciona es relacionar dos o más niveles sin procurar reducir uno al otro, tal como lo sugiere el sencillo caso que sigue.

Es bien sabido que cuando las tasas de interés se elevan por encima de determinado nivel, la industria de la construcción declina. En símbolos, $R \Rightarrow -i C$. Esta relación entre dos variables macroeconómicas puede explicarse así: si las tasas de interés se elevan por encima de un determinado nivel, la gente pobre no puede comprar o construir casa (B), a consecuencia de lo cual la industria de la construcción declina. En símbolos:

$R = \$ -i B$	<i>Macro-micro</i>
$-i B - i C$	<i>Micro-macro</i>
$\therefore R \Rightarrow {}^1 C$	<i>Macro-macro</i>

Los fracasos de la microrreducción total pueden explicarse por la hipótesis de que toda cosa real, salvo el universo como totalidad, está inserta en uno u otro sistema de nivel superior. En consecuencia, toda relación mM está acompañada de alguna relación Mm y, a menudo, ambas tienen concomitantes mm o MM . Por esta razón, las definiciones y explicaciones intranivel deben ser complementadas con definiciones y explicaciones internivel (en particular, *bottom-up* y *top-down*). Lo que viene a mostrar que, para ser de alguna utilidad en ciencia y tecnología, la epistemología debe ajustarse a la ontología. Más precisamente, una epistemología realista debe estar acoplada a una ontología sistémica.

En resumidas cuentas, si bien la reducción debe ser aprovechada tanto como sea posible, debemos reconocer sus límites: debemos quedarnos con la reducción parcial (o débil) toda vez que la reducción total (o fuerte) sea imposible de alcanzar. Esta máxima metodológica distingue al reduccionismo moderado de su pariente radical. El primero constituye una estrategia de investigación más realista que el segundo y cualquiera de ellos es más potente que el antirreduccionismo. Además, la reducción, cuyo resultado es la integración vertical o inter-nivel, tiene que ser complementada con la fusión o integración horizontal (intranivel). Esta doble estrategia de investigación debe funcionar porque, tal como se ha argumentado precedentemente, ocurre que el mundo es un sistema de sistemas, antes que un cúmulo de elementos sueltos (el punto de vista individualista) o un bloque imposible de analizar (el dogma holista). Sin embargo, antes de estudiar la integración, será conveniente examinar algunos casos famosos de reducción fallida.

10

Una muestra de proyectos reduccionistas fallidos

Hasta aquí hemos examinado la reducción y el reduccionismo en términos generales. Hemos hallado que la reducción, si bien a menudo tiene éxito, está limitada necesariamente por la aparición de la emergencia al formarse los sistemas y de la extinción al desintegrarse estos. En consecuencia, se sugirió que la versión moderada del reduccionismo es superior a la versión radical. En este capítulo se argumentará que algunos proyectos reduccionistas en boga no solo están limitados, sino que constituyen un completo fracaso.

1. El fisicismo

El reduccionismo ha estado muy difundido desde el siglo XVII. Actualmente, se lo encuentra entre los creyentes en la «teoría del todo» (si no es la teoría cuántica, tal vez sea la próxima versión de la teoría de la su- percuerta); entre quienes sostienen que el genoma secuenciado es el Libro de la Vida; entre los sociobiólogos que afirman que la psicología humana y las ciencias sociales son reducibles a la biología evolutiva o incluso a la genética; entre los expertos en informática que aseveran que todos los procesos, desde el movimiento planetario hasta el metabolismo y desde la evolución hasta los sentimientos y el pensamiento, son cálculos; y entre los autodenominados imperialistas económicos, quienes se proponen explicar todo hecho social en términos de la hipó-

tesis de que todos los seres humanos procuran siempre maximizar sus utilidades esperadas, a toda costa y en cualquier circunstancia. El reduccionismo es popular porque se cree que es el mejor camino hacia la explicación final de la realidad y, sobre todo, que unifica las ciencias. Desafiaré estas creencias, sin por ello rendirme al holismo o caer en el intuicionismo.

El fisicismo es, desde luego, el más antiguo y exitoso de los proyectos reduccionistas. Sin lugar a dudas, ha sido muy fructífero, puesto que engendró la fisicoquímica, la biofísica y la bioingeniería. Pero es impracticable, porque conceptos clave como el de sexo, inmunidad, red trófica, competencia, salud y plaga no son aplicables a cosas físicas, salvo de manera metafórica: designan emergentes suprafísicos. El fisicismo es aun más impotente en las ciencias sociales: piénsese, por ejemplo, en el concepto de cohesión de un sistema, la cual puede medirse a través de la energía de enlace en el nivel atómico y de la frecuencia de las interacciones interpersonales de cooperación en el nivel social.

Si bien ya ha muerto en la biología y las ciencias sociales, el fisicismo todavía es defendido por muchos físicos, que piensan que la teoría cuántica o la teoría de la cuerda es la «teoría del todo» o ciencia universal. No obstante, esta estrategia todavía tiene que conquistar toda la física. Por ejemplo, nadie ha derivado, aún, la ley central de la dinámica de fluidos -la ecuación, de dos siglos de edad, de Navier-Stokes- de la mecánica cuántica. Es verdad, algunas cosas macrofísicas son cuantones: las condensaciones de Bose-Einstein, los anillos superconductores, los cuerpos de helio líquido y, posiblemente, los agujeros negros, los cuásares y también otros sistemas macrofísicos. Sin embargo, la mecánica cuántica no tiene papel alguno en la explicación de procesos macrofísicos ordinarios, tales como la evaporación o el congelamiento, el viento o la lluvia. Se habla, por cierto, de «la función de onda del universo» con todo e instrumentos de medición y observadores. Pero nadie tiene la más mínima idea de cómo es esa función: todo lo que se nos dice es que su símbolo es Ψ , un caso de ademanes vacíos en lugar de ciencia en serio.

De manera nada sorprendente, la estrategia de cuantización universal no ha funcionado en biología. En efecto, la física nada sabe de la vida, la enfermedad o la muerte. Tanto es así que nadie tiene la menor idea de cómo escribir una ecuación de estado (o de Schrodinger) para la más humilde de las bacterias. Si la física cuántica no puede componérselas con las bacterias, ¿por qué habría de ser capaz de explicar las personas y los sistemas sociales constituidos por ellas? Y si la teoría cuántica no puede abordar el metabolismo, la enfermedad, la percepción o el autoengaño, ¿por qué abrigar la esperanza de que pueda explicar la cooperación y la lucha humanas, la adopción y el rechazo de convenciones sociales o el surgimiento y la caída de los imperios? ¿Por qué deberíamos esperar de la física -que consiste en un sistema de enunciados legales— que explique las convenciones sociales y los accidentes históricos? Las observaciones promisorias no pueden reemplazar los proyectos de investigación serios, y nadie abrigaría esperanza alguna en relación con una sociología cuántica. Suficiente con respecto al fisicismo.

2. El computacionismo

Actualmente, el más popular de todos los proyectos reduccionistas es el informacionismo, alias computacionismo.¹ Según este, las cosas son haces de información y todos los procesos son cálculos. Por ejemplo, los bioquímicos Adam Arkin y John Ross (1994) afirmaron que la glicólisis es un cálculo, no solo que puede ser simulada en un ordenador. El filósofo Daniel Dennett (1995) equiparó la evolución con una familia de algoritmos «neutrales respecto del sustrato», algoritmos que no se preocupó por definir. El experto en medios Nicholas Negroponte (1996) nos asegura que los átomos no tienen importancia: que únicamente su organización o información la tiene. Y el físico John A. Wheeler, quien solía pensar que los ladrillos con los que está construido el universo son proposiciones, ha afirmado recientemente que no hay materia: todas las cosas son bits o derivan de ellos. Por ejemplo, una hamburguesa estaría constituida por cierto número de megabytes. ¡Ojalá se pudiese convencer a las vacas de que el carnicero no va tras su carne, sino solo tras la información que hay en ellas!

Claramente, si la materia no tiene importancia, si solamente la tiene la forma o estructura, entonces todas las cosas son manojos de bits y todos los procesos son cálculos de acuerdo con programas informáticos o algoritmos. Y si ello es así, entonces todas las ciencias son reducibles, en última instancia, a la informática. Este es, en efecto, el postulado tácito de la psicología del procesamiento de la información, así como de muchos proyectos de AI y AL (de inteligencia y vida artificial, respectivamente).

El computacionismo también ha sido adoptado de manera entusiasta por muchos filósofos de la mente (véanse, por ejemplo, Dennett, 1991 y Churchland y Sejnowski, 1993). Irónicamente, si bien algunos de estos filósofos creen ser materialistas de la variedad fisicista, en realidad, se trata de dualistas y hasta de platónicos, puesto que escriben acerca de

¹ O «computacionalismo». [N. del X] cerebros que almacenan y procesan símbolos y programas informáticos que están «ejemplificados» (encarnados) en cerebros o en robots.

Imagínese por un momento, tal como Kary y Mahner (2002) nos piden en broma, que luego de jugar durante algún tiempo en su garaje, alguien inventa un artefacto a base de silicio que parece estar vivo o, incluso, que parece pensar. ¿Cómo podría saber, si se trata efectivamente de un organismo y, más aún, de uno pensante? El funcionalista diría: «Observemos lo que hace. Las cosas son lo que hacen, sin importar la materia en la cual están “ejemplificados”». Pero el ingeniero aeronáutico no estaría de acuerdo: podría señalar que, aunque los planeadores, los aviones de hélice y los aviones de reacción vuelan, lo hacen por medio de diferentes mecanismos. El planeador es transportado por corrientes de aire, el avión de hélice exige complejas ecuaciones que representan el movimiento del vórtice y el jet

aprovecha la conservación del momento (o igualdad de la acción y la reacción).

Tampoco sería fácil persuadir a los psicólogos biológicos: exigirían observar células vivas o incluso grandes sistemas de neuronas interconectadas disparando simultáneamente, no únicamente chips, cables y otras cosas semejantes. Más aún, podrían desear realizar pruebas electrofisiológicas y bioquímicas para descubrir más que las meras analogías superficiales entre el mencionado artefacto y una cosa realmente viva y pensante. Desde luego, para el programador de ordenadores las pruebas de sangre y orina, y otras parecidas, no son de utilidad. Puede decir que su aparato está vivo o que piensa si aparecen ciertos numerales en la pantalla de un computador al cual ha sido conectado. Es justo: está en su derecho de restringir su atención a cualesquiera semejanzas que pueda distinguir. Pero entonces no puede sostener que ha realizado un descubrimiento biológico o psicológico, porque los biólogos estudian organismos y los psicólogos estudian algunos de los procesos que ocurren en los cerebros de ciertos animales. En otras palabras, las cosas no son lo mismo que sus simulacros artificiales. En especial, una simulación por ordenador de un proceso físico, químico, biológico o social no es equivalente al proceso original: a lo sumo, es semejante en algunos aspectos. (Por un análisis de la analogía y la simulación véase Bunge, 1973b. Sobre las limitaciones de los ordenadores véanse Bunge, 1956 y Kary y Mahner, 2002.)

Ningún astrónomo afirmaría que los planetas calculan sus órbitas al moverse alrededor del Sol. Y, con todo, los computacionistas nos piden que creamos algo parecido: que las sustancias químicas calculan al reaccionar unas con otras y que los cerebros computan al percibir, sentir o pensar (a consecuencia de lo cual y de manera similar a ciertos robots programados se les debe atribuir conciencia, sentimientos y, tal vez, hasta una conciencia moral). El computacionista confunde la semejanza parcial con la identidad.

3. El imperialismo lingüístico

Examinemos brevemente dos ingenuas propuestas reduccionistas más antiguas cuyo objetivo es unificar todas las ciencias. Una de ellas fue enunciada por el sociólogo y filósofo Otto Neurath (1931, 1944) y consistía en adoptar un lenguaje único en todas las ciencias, a saber, el propio de la (macro)física, particularmente el utilizado para escribir protocolos de laboratorio. Este proyecto, adoptado en un tiempo por el Círculo de Viena, fue impulsado por el amor por la ciencia y el temor a la metafísica. De modo nada sorprendente, fue desatendido en la biología, la psicología y las ciencias sociales. Lo más cerca que estas disciplinas llegaron a estar de utilizar el lenguaje de la física fue en biofísica y psicofísica. Sin embargo, estas son interdisciplinas, no casos de reducción fisicista. Además, ningún físico, biólogo o sociólogo teórico puede restringir su vocabulario al pequeño subconjunto utilizado en la escritura de los protocolos de laboratorio. El motivo es que todas las teorías científicas contienen predicados que se refieren a entidades y procesos

inobservables, tales como «energía de enlace», «anomia» y «economía nacional».

Carnap (1938) fue más explícito: sostuvo que lo que él llamaba «enunciados de reducción» posmiaban relaciones entre lo observable y lo inobservable, tales como «Si hay una corriente eléctrica en este cable, entonces, si se coloca una brújula cerca de él, se observará que la aguja de la brújula se mueve y viceversa». Pero por supuesto, estos enunciados son lo que Bridgman denominó «definiciones operacionales» y yo llamo «hipótesis indicadoras». Estas hipótesis no aparecen en las teorías, sino en la interfaz entre teoría y laboratorio (o campo). Por ejemplo, el hecho de que la inflación sea causa de ansiedad y estrés no permite reducir la psiquiatría a la economía o a la inversa: solamente muestra que los psiquiatras no deben desatender el entorno socioeconómico de sus pacientes. Los filósofos no habrían prestado la menor atención a la propuesta de Carnap si hubiesen estudiado la naturaleza de los indicadores y su crucial papel en la puesta a prueba de teorías. (El primer estudio de ello está en Bunge, 1967a.)

Un punto de vista reciente, afín y más popular es que la investigación científica se reduce a realizar inscripciones, «chatear», involucrarse en astutas negociaciones, intrigar y luchar (Latour y Woolgar, 1986). Esta extravagante opinión parece haber sido motivada tanto por la pasión por el simbolismo como por el temor al método científico. En todo caso, mega la razón de ser misma de la investigación científica, a saber, la búsqueda de la verdad. En consecuencia, no puede siquiera distinguir la medición o el cálculo, por un lado, de los chismorreos en el pasillo o el «chateo» en la red con alguien más.

Ambos reduccionismos son versiones de lo que puede denominarse *imperialismo lingüístico*, el primero aliado al positivismo y el segundo a la hermenéutica. Ninguno de ellos servirá, dado que lo que está en juego en la ciencia son hechos e ideas, no solo símbolos, a menos, claro, que se perpetre la hermenéutica filosófica, según la cual los hechos sociales son «textos o como textos». Por ejemplo, algunos hermeneutas consideran que las naciones son narraciones y que las ciencias políticas son análisis del discurso (véase Bhabha, 1990). Pero, desde luego, las naciones, a diferencia de las narraciones, tienen territorios y recursos materiales, están pobladas y poseen instituciones, etc. Además, si la política fuese discurso, ¿qué sería el discurso político y cómo debería estudiarse: como crítica literaria? (Más sobre la hermenéutica en el cap. 13.)

Con respecto a los símbolos que aparecen en la ciencia y la tecnología, solo tienen sentido en la medida que representan ideas, cosas o procesos. Este es el motivo por el cual las formalizaciones matemáticas adquieren contenido o significado no matemático únicamente cuando son complementadas con supuestos semánticos, tales como « $P(t)$ representa la población del territorio dado en el tiempo t ». La finalidad última de las ciencias básicas, salvo la lingüística y la arqueología, nada tiene que ver con descubrir el significado de signo alguno, sino que consiste en averiguar cómo funcionan las cosas, o sea en descubrir sus mecanismos. En esta empresa los signos son auxiliares reemplazables, dado que representan elementos

no simbólicos.

Los lenguajes universales a la vez viables y útiles son los de la lógica y la matemática. Pero, por supuesto, la interpretación de sus símbolos cambiará necesariamente con el campo de investigación. Así pues, la función lineal puede aparecer en la economía para describir el incremento de las ganancias con la productividad y puede aparecer en la criminología para describir el aumento de la tasa delictiva con el consumo de alcohol y cocaína.

Lo dicho basta en relación con tres ambiciosas, aunque insalvablemente ingenuas, ilusiones reduccionistas. Pasemos a examinar otros pocos proyectos reduccionistas populares que han fracasado: el bio- logismo, el psicologismo, el politicismo, el economismo y el cultura- lismo.

4. El biologismo I: la sociobiología

El biologismo es, desde luego, el reduccionismo biológico. Los primeros ejemplos de biologismo fueron el racismo y la tesis de que todos los tipos humanos, desde los esclavos hasta los criminales y los genios, son innatos. Por ejemplo, Aristóteles creía que había «esclavos naturales» y «hombres libres naturales». El darwinismo social, muy difundido alrededor de 1900, es un heredero moderno de aquella doctrina. Y la antigua, pero aún popular frase «la sangre habla» dice mucho. Un famoso defensor de esta tesis fue el antropólogo italiano Cesare Lombroso, quien sostenía que criminal se nace, no se hace, y que la criminalidad puede leerse en la cara: frente estrecha, cara asimétrica, orejas prominentes, nariz torcida, etc. Este es el modo en que los asesinos son frecuentemente retratados en las tiras cómicas, aún hoy. El biologismo estaba tan incorporado a la cultura de fines del siglo XIX que nadie le pidió a Lombroso pruebas empíricas y fue honrado por muchas sociedades ilustradas.

Los principales ejemplos contemporáneos de reduccionismo biológico son la sociobiología humana y su retoño, la psicología evolutiva. La sociobiología ha realizado impresionantes arremetidas en los estudios sociales, desde que fuera propuesta a mediados de la década de 1960. La razón de esta expansión es que afirma que puede explicar todo lo social en términos de la más exitosa de todas las teorías biológicas, a saber, la teoría neodarwiniana de la evolución, una síntesis del darwinismo y la genética. Más aún, en las propias palabras de Wilson (1975), la sociobiología fue la «nueva síntesis»: la de la biología con la sociología. Sin embargo, en realidad intentó dos reducciones a la vez: la de las ciencias sociales a la biología y la de la biología a la genética, como consecuencia de lo cual todo hecho social sería explicable, en última instancia, en términos de ADN. (Véase Van der Dennen, Smillie y Wilson, 1999.)

En particular, la sociobiología se propuso resolver lo que se considera habitualmente el principal desafío teórico de la biología evolutiva: ¿Cómo podría evolucionar por selección natural el altruismo, que «evidentemente» reduce el *fitness* [ajuste al medio] individual? Se han propuesto varias respuestas sociobiológicas a esta pregunta, la más difundida de las cuales parece ser la

hipótesis de selección por parentesco (Hamilton, 1964; Sober y Wilson, 1998). Esta sostiene que el ayudar a los demás es algo que sucede principalmente o aun exclusivamente entre parientes, puesto que los individuos que ayudan a otros comprometen su capacidad reproductiva y, de tal modo, disminuyen su *fitness* darwiniano (tamaño de la camada). A esta hipótesis se le pueden oponer las siguientes objeciones.

Los sociobiólogos suponen que la biología puede explicar el altruismo, real o aparente, en todas las especies animales, desde las abejas hasta el hombre. Esta pretensión de universalidad discrepa con el bien conocido hecho de que la evolución humana es social -y por lo tanto parcialmente artificial- tanto como biológica. En particular, las costumbres y las normas morales y legales son hechas y rehechas por el hombre, no innatas. Más aún, no todas ellas promueven la supervivencia: piénsese en las normas que han favorecido a guerreros, parásitos, tiranos y oscurantistas. ¿Cómo podrían ponerse en tela de juicio las normas injustas si estuviesen insertas en nuestros genes? ¿Cómo podría explicar la genética la relativamente reciente abolición de la esclavitud y de la pena de muerte o el cambio de la idea de justicia como venganza a la de justicia como equidad? La sociogenómica puede funcionar para los insectos eusociales, pero no para los seres humanos, porque la sociedad humana, a diferencia del hormiguero, es artificial, no natural.

Además, no hay prueba empírica alguna que apoye la hipótesis en cuestión, propuesta de modo especulativo 25 años antes de que el análisis de ADN hiciese posible conocer el parentesco en los animales no humanos. Ha sido solo gracias a las técnicas aparecidas en 1989 que se ha podido saber que en varias especies -incluida la nuestra— hay cooperación entre individuos no emparentados, a la vez que competencia entre parientes (véanse, por ejemplo, Cockburn, 1998; Clutton-Brock, 2002 y West, Pen y Griffin, 2002). La cooperación es particularmente notoria entre los grandes antropoides, quizá porque estos, a diferencia de los restantes monos, son capaces de sentir empatía (Waal, 1996).

Más aún, recientes estudios sobre el cerebro mediante técnicas de imágenes (Rilling et al. 2002) realizados en personas mientras participaban en juegos basados en el Dilema del Prisionero, han mostrado que los seres humanos nos sentimos bien cuando nos comportamos de modo cooperativo con extraños. Incluso, se han localizado las precisas áreas del cerebro que producen este sentimiento. Esto no implica decir que el mutuo altruismo está en nuestros genes: los psicólogos sociales han descubierto que los sentimientos morales se desarrollan junto con la vida social (Moessinger, 1988). También necesitamos compañía para aprender a hablar y a trabajar y a jugar.

En toda sociedad humana sustentable, la cooperación es recompensada a largo plazo —al menos en forma de reconocimiento público- en tanto que el egoísmo no lo es. En efecto, despreciamos a los que únicamente se interesan por sí mismos y los castigamos de una manera u otra, aun si la persona que suministra el castigo corre

algún riesgo por ello, tal como lo han mostrado experimentos recientes (Fehr y Gächter, 2000). Uno puede comportarse de modo agresivo con personas que no pertenecen al grupo en que se mueve habitualmente, pero para mantener la buena consideración en el círculo social propio se necesita un mínimo de tolerancia y solidaridad intragrupal. Puesto que los seres humanos se encuentran indefensos al nacer y son sociables desde ese mismo momento, no debería sorprendernos descubrir que son naturalmente cooperativos en ciertos aspectos, a la vez que competitivos en relación con otros. En consecuencia, el problema real no es tanto explicar el altruismo, sino explicar el egoísmo consistente. La única tribu conocida de personas completamente egoístas, los ik, del norte de Uganda, por poco se extinguen a causa de que eran incapaces de coexistir (Turnbull, 1972).

Tercero, el altruismo humano es objeto de estudio de la psicología y la sociología, no de la biología evolutiva de café. Tal como se ha señalado, un buen modo de investigar este fenómeno de forma objetiva es observar los cerebros de las personas mientras realizan acciones que involucren la posibilidad o bien de cooperación o bien de abandono. Otra manera es estudiar cómo se las arregla el indigente para sobrevivir. Lomnitz (1977) hizo esto último y mostró que los habitantes de las villas de emergencia mexicanas sobreviven gracias a la práctica del altruismo recíproco (*quidpro quo*). Un tercer modo es investigar las asociaciones voluntarias (ONG) que la gente apoya, principalmente con motivos altruistas, aun cuando declaren que se trata de «egoísmo ilustrado». Este estudio sociopsicológico muestra notorias diferencias entre las sociedades, dependiendo de la intensidad de factores no biológicos, tales como desarrollo económico, organización política y heterogeneidad religiosa (Curtis, Baer y Grab, 2001). La genética no puede explicar estas diferencias regionales en el altruismo. En particular, mientras que la desconfianza ante la otredad puede ser instintiva, el racismo es un artefacto ideológico con raíces y usos económicos y políticos (véase Fredrickson, 2002).

Un cuarto punto es el que sigue. A causa de su confianza en la adaptación, los sociobiólogos tienden a exagerar la armonía social a expensas del conflicto social. En efecto, afirman que las normas sociales, en lugar de ser inventos sociales —y, como tales, perniciosas casi tan a menudo como beneficiosas— han emergido de forma espontánea «para hacer que los grupos humanos funcionen como unidades adaptativas» (Sober y Wilson, 1998: 173). Este punto de vista, propuesto originalmente por Hume y luego adoptado por Hayek y otros ideólogos conservadores, presupone que todos los grupos (sistemas) humanos crecen naturalmente y son adaptativos. Pero, con toda seguridad, la mayoría de los sistemas e instituciones humanos son invenciones sociales, aunque no siempre están cuidadosamente diseñados. Obsérvense los gobiernos, los ejércitos, las escuelas, los hospitales, las iglesias, las asociaciones profesionales y las compañías.

Lo que vale para los sistemas sociales vale asimismo para los valores y las normas sociales: también estos son construcciones sociales en lugar de metas o restricciones biológicas. Una prueba de ello es que en todo sistema social, desde la

familia y los negocios a la comunidad científica, la congregación religiosa y el gobierno, se desarrollan valores y normas mutuamente contradictorios (véase Merton, 1976). Por ejemplo, la honestidad es la mejor política comercial, siempre y cuando no sea muy costosa. El acto de votar debe ser libre, pero no debe ahorrarse esfuerzo o triquiñuela para ganar una elección. Los científicos deben compartir sus descubrimientos, pero no antes de asegurar sus demandas de prioridad. La flexibilidad de las normas sociales discrepa notoriamente de la inflexibilidad de las leyes biológicas.

Más aún, en lugar de propiciarlas, algunas normas sociales obstaculizan la satisfacción de necesidades biológicas. Piénsese en el ascetismo y en los obstáculos legales para la planificación familiar o en la discriminación por género y por etnia; el parasitismo social y el sistema de castas; la competencia comercial ruinosa y las igualmente ruinosas fusiones de empresas; la corrupción empresarial y política; la guerra y el colonialismo y otros ejemplos de conductas sociales mal adaptativas o desintegradoras. ¿O debemos creer que la injusticia social y las consiguientes desigualdades socioeconómicas, que día a día aumentan en el mundo actual, son el resultado inevitable y hasta adaptativo de la selección natural?

5. El biologismo II: la psicología evolutiva

Charles Darwin fue el padre de la psicología evolutiva. Se percató de que su propia teoría de la evolución, más la hipótesis de la identidad psiconeural, implicaba la conjetura de que la conducta, la emoción y la ideación evolucionan con las características anatómicas y fisiológicas (véase Bunge, 1979b). Es por ello que Karl Lashley (1949: 32) ha afirmado que «la evolución de la mente es la evolución de los mecanismos nerviosos». No obstante, el tejido nervioso no se fosiliza, por lo que los investigadores de la psicología animal están limitados a hacer psicología comparada, ciencia en la que Darwin fue pionero (1871) y que fue oficialmente fundada en 1894 por Conwy Lloyd Morgan quien, dicho sea de paso, fue uno de los primeros emergentistas (1923).

La psicología comparada ha producido muchas anécdotas y especulaciones y una pequeña pero importante y creciente colección de descubrimientos científicos bastante sólidos. Uno de ellos es que la emoción probablemente haya emergido con los reptiles, hace alrededor de 200 millones de años (Cabanac, 1999). Esta conjetura está basada en el hallazgo de que la temperatura de los lagartos y los mamíferos modernos —pero no de las ranas y los peces— se eleva cuando son tratados con suavidad. (Advertencia: este y otros indicadores fisiológicos, como el aumento del ritmo cardíaco, son toscos y ambiguos. En efecto, pueden indicar placer, temor o excitación neutral.)

En el caso de nuestros ancestros humanos remotos, podemos hacer conjeturas fundadas sobre su vida mental basándonos en sus utensilios, herramientas, armas, pinturas, hogares, residuos y otros artefactos que dejaron. De esto se trata,

justamente, la arqueología cognitiva (véanse Donald, 1991; Renfrew y Zubrow, 1994 y Trigger, 2003).

Todo este trabajo es difícil e incierto. Un enfoque de los problemas evolutivos mucho más simple y, por lo tanto, mucho más popular es especular libremente del modo en que lo hacen Leda Cosmides, John Tooby, David M. Buss y otros, con la aprobación de ciertas estrellas de los medios como Richard Dawkins, Steven Pinker y Daniel Dennett (véanse, por ejemplo, Cosmides y Tooby, 1987; Barkow, Cosmides y Tooby, 1992 y Buss et al. 1998). Este tipo de psicología evolutiva, un descendiente de la sociobiología humana, combina seis hipótesis: re-productivismo, computacionismo, innatismo, adaptacionismo, desconexión entre cognición y emoción y la «teoría computacional del intercambio social». Sostendré que todas estas suposiciones son falsas.

Llamo «reproductivismo» a la tesis de que la reproducción tiene preponderancia por sobre toda otra función biológica, tesis sugerida por la definición de selección natural como éxito reproductivo diferencial. (Este imaginativo concepto técnico no sustituye la noción clásica de selección como preservar-y-desechar: véase Gould, 2002: 659.) Sostengo que, si bien el sexo es un motor poderoso, entre los vertebrados, la autoconservación lo es aun más. En efecto, los etólogos saben que un animal perseguido o hambriento da prioridad a la seguridad o a la comida, respectivamente, por sobre la búsqueda de pareja. Y los historiadores saben que las guerras son motivadas por el deseo de conservar o robar recursos naturales, mercados o rutas comerciales antes que compañeros sexuales. Esta es la razón por la cual la primatología no puede reemplazar a las ciencias sociales.

Paradójicamente, la segunda hipótesis, a saber, que el cerebro (o la mente) es un ordenador, no es biológica. En efecto, niega la importancia del «sustrato» material de la mente y, por lo tanto, también la de la neurociencia. Además, este supuesto pasa por alto todos los procesos mentales no algorítmicos, tales como cambiar de humor, tener sentimientos y emociones, evaluar y criticar, hallar problemas y formar nuevos conceptos, descubrir presuposiciones y tomar iniciativas. Ninguno de estos procesos es programable, porque ninguno de ellos es predecible.

La tercera hipótesis de la psicología evolutiva es que los programas o algoritmos cognitivos que supuestamente motivan la conducta son innatos. Ningún padre o maestro puede aceptar esta suposición. En efecto, es conocimiento ordinario que a controlar los esfínteres, a caminar, a nadar y a hablar se aprende, por no mencionar tareas como la fabricación de herramientas, la caza, el cultivo, llevarse bien con otras personas, el respeto (y crítica) de las normas sociales, el cortejo, la veneración, la discusión, la planificación, hacer política, contar, ahorrar y usar algoritmos. Además, aun si toda nuestra vida subjetiva (mental) estuviese totalmente programada, seguramente algunos programas nos permitirían realizar procesos generados internamente, en lugar de conformarnos con el dogma con-

ductista del estímulo y la respuesta. Y, con todo, Cosmides y Tooby (1987) adhieren precisamente a ese dogma, al aseverar que sus supuestos programas «mapean el input informacional en el output conductual».

La cuarta suposición de la psicología evolutiva es que esos programas cognitivos fueron «diseñados» (conservados y perfeccionados por la selección natural) para la supervivencia: serían adaptaciones. Vale decir, serían perfectos o casi perfectos: funcionales, eficientes, fiables, precisos y económicos (Williams, 1966). Más aún, supuestamente, aquellos programas fueron diseñados para enfrentar «el ambiente del Pleistoceno». Todo esto es muy bonito, pero fantasioso. Para comenzar, no sabemos cómo era exactamente aquel ambiente, salvo que no puede haber sido uniforme a lo largo de un período que se extiende desde alrededor

1.600.000 a 10.000 años antes del presente e incluyó enormes oscilaciones climáticas, así como la inversión de los polos magnéticos. Más aún, no se sabe exactamente dónde y cómo emergió el *Homo erectus*; en particular, no se sabe si sus miembros se difundieron desde África oriental o, por el contrario, viajaron desde Eurasia a África (Asfaw et al., 2002). Además, resulta difícil entender cómo pudo haber ocurrido un rápido progreso en los pasados 100.000 años, aproximadamente, si los seres humanos estaban programados para sobrevivir en el pasado, en lugar de poseer el potencial para enfrentar el presente y construir su propio futuro.

Darwin, por lo menos, supo que la clave para la supervivencia no es la adaptación sino la adaptabilidad o la capacidad de cambiar en respuesta a los cambios ambientales. Los psicólogos, los antropólogos y los historiadores han confirmado esta intuición: nos dicen que lo distintivo de los seres humanos no es la rigidez programada, sino la versatilidad y creatividad. Somos enciclopedistas antes que especialistas y adaptadores tanto como adaptables. También somos a menudo espontáneos, improvisadores y creativos, en lugar de pacientes atados al estímulo. Más aún, la improvisación —la capacidad de alterar el «proyecto» genético para enfrentar emergencias ambientales, como en el caso de la inmunidad adquirida— puede ser una característica de todos los organismos (Koshland, 2002).

Además, la creatividad humana se opone tanto a la conducta rígidamente cableada como a la ciega selección natural. Más aún, algunas invenciones, tales como la vivienda, la salud pública, la vacunación, el seguro de vida, las cooperativas y el Estado benefactor nos han ayudado a contrarrestar la selección natural. La evolución social puede, de tal modo, imponerse ocasionalmente a la evolución biológica. Por último, tal como señalaron Stephen Jay Gould y Richard Lewontin (1979) en su famosa demolición del adaptacionismo, solo algunos rasgos heredables son adaptaciones. Otros son «exaptaciones», vale decir, características adquiridas de manera oportunista para realizar funciones de aumento *del fitness* diferentes de las originales; y aun otras son como los tímpanos de los arcos de la Catedral de San Marcos, o sea rasgos sin función adaptativa original.

Se trata de algo demasiado difícil y es demasiado pronto como para distinguir

cuáles de los rasgos actuales de la mente humana son adaptaciones, cuáles exaptaciones, cuáles productos colaterales y cuáles desventajas. Por ejemplo, ¿el olvido y la distracción son ventajas, desventajas o ello depende de las circunstancias? (Véase Schacter, 2001.) En cualquier caso, todo esto es tema para la investigación científica, no para las fantasías periodísticas. Y la investigación en cuestión no puede ser exclusivamente biológica, porque los seres humanos están sometidos a la selección artificial (social), la cual interfiere (ora destructiva, ora constructivamente) con la selección natural. Por ejemplo, la agudeza olfativa es adaptativa en un entorno rural, pero es un estorbo en un ambiente urbano; y la docilidad es ventajosa en una dictadura, pero no en una sociedad democrática.

La quinta hipótesis, según la cual la cognición es separable de la emoción, es necesaria para apoyar la segunda, la que afirma que todos los procesos mentales son cálculos. Damasio (1994) la ha llamado «el error de Descartes», puesto que es bien sabido que el órgano de la cognición (el neocórtex) está anatómicamente conectado al de la emoción (el sistema límbico) y que tal conexión es bidireccional (véase, por ejemplo, Barbas, 1995). Más aún, las vías que van del último al primero son más numerosas que las que van en dirección inversa. Esto explica por qué la emoción puede ora estimular la cognición, ora bloquearla. El mismo hecho anatómico también contribuye a explicar por qué los científicos sociales deben ir más allá de la teoría de la elección racional si desean explicar cómo emergen las redes sociales, cómo modifican nuestras preferencias naturales los expertos en mercadeo, cómo los corredores de bolsa se aprovechan del temor y la codicia o cómo los políticos transmutan aprehensiones y esperanzas en votos (véase Massey, 2002).

La sexta hipótesis de la psicología evolutiva, a saber, la «teoría computacional del intercambio social», afirma que nacemos con un algoritmo para evaluar los costos y beneficios de nuestras acciones. Este sería un *kit* de supervivencia para todo propósito (o ítem-independiente) producido por la selección natural. Más precisamente, los costos y beneficios no serían objetivos, sino percibidos. Esta aclaración es razonable teniendo en cuenta el llamado «teorema» de Thomas, según el cual no reaccionamos a estímulos, sino al modo en que los percibimos (Merton, 1968). Pero nuestras percepciones sociales a menudo son erróneas, como cuando la mayoría de los alemanes apoyó al nazismo creyendo que les traería prosperidad y gloria en lugar de miseria y vergüenza. Y las percepciones sociales erradas probablemente lleven a acciones ineficaces y hasta a algunas que reduzcan el *fitness*. Solo las percepciones sociales correctas y sus respectivas evaluaciones objetivas de costos y beneficios, pueden mejorar la supervivencia y el *fitness* darwiniano. Por lo tanto, aun si estuviéramos provistos de un algoritmo para estimar la relación costo-beneficio desde el nacimiento (una suposición implausible), no estaría relacionado con la evolución, ya que únicamente proveería costos y beneficios subjetivos (Lloyd, 1999: 227).

Suficiente con respecto a las seis hipótesis generales de la psicología evolutiva.

¿Qué hay de las pruebas para sus conjeturas específicas? A primera vista, la prueba empírica para tales fantasías es abrumadora, puesto que estas parecen explicar toda conducta observada, desde el egoísmo hasta el altruismo, desde la búsqueda de pareja hasta la devoción religiosa. Sin embargo, la calidad de esa prueba empírica es dudosa, aunque solo fuese porque los supuestos programas cognitivos no están especificados. Afirmar que hay un algoritmo para la conducta X es tan preciso, informativo y contrastable como decir que X es el destino. En segundo lugar e igualmente importante: los algoritmos propiamente dichos son reglas explícitas y precisas que solamente pueden ser elaboradas y utilizadas por expertos. Atribuirles a los bebés la posesión de algoritmos heredados es tan plausible como atribuirles la habilidad de identificar gramáticas o resolver ecuaciones.

A la psiquiatría evolutiva no le va mejor, porque postula que todos los desórdenes mentales son adaptaciones, vale decir rasgos que favorecen la supervivencia del individuo (Nesse y Williams, 1994). De tal modo, los depresivos y los esquizofrénicos, al igual que los paranoicos y los autistas, deberían considerarse afortunados, porque sus sufrimientos son por su propio bien o el de su prole. Hay al menos cuatro objeciones respecto de este postulado. Una es que contradice todo lo que se sabe en la psiquiatría clínica: los desórdenes mentales son seriamente no adaptativos, puesto que impiden a sus víctimas funcionar normalmente, les traen infelicidad a ellas y a su prójimo y disminuyen su fertilidad. La segunda objeción es que, a diferencia de la biología evolutiva, supone que la adaptación es la fuerza motriz de la evolución antes que un azaroso resultado de ella. La tercera consiste en que «sus autores no preguntan *si acaso* toda enfermedad posee causas evolutivas, sino que lo *dan por supuesto* con el fin de explicar todas las enfermedades en esos términos» (Dubrovsky, 2002: 9). Si la enfermedad es tan adaptativa como la salud, ¿no deberíamos eliminar totalmente el juramento hipocrático? Más aún, ¿cómo explicaríamos la emergencia del cuidado de la salud y la medicina y por qué nos preocupamos por ellos? ¿Y este tácito rechazo de la medicina evolutiva puede ser explicado en términos evolutivos?

De manera nada sorprendente, los intentos de explicar la emergencia de patrones de comportamiento y sistemas sociales realizados por los psicólogos evolutivos han fracasado. Por ejemplo, la mayoría de ellos afirma que -junto con sus predecesores sociobiológicos— los machos humanos son naturalmente promiscuos (o hasta poligínicos) puesto que desean maximizar el número de sus hijos. Si bien es cierto que casi todos los primates son promiscuos, es falso que lo sean por la razón apuntada. De hecho, los hombres promiscuos típicamente no se preocupan por el bienestar de su prole: solo quieren maximizar su propio placer sexual y prestigio social sin importar cuáles sean las consecuencias para sus descendientes.

El fracaso de la psicología evolutiva para explicar la emergencia de sistemas sociales y costumbres y normas sociales, es aun más desconsolador. Por ejemplo, ni siquiera procura explicar el origen de la propiedad privada, el Estado, el feudalismo, el capitalismo, la religión organizada, las asociaciones voluntarias o los

movimientos políticos. No explica la variabilidad de las instituciones ni tampoco la variedad de costumbres sexuales y sistemas de parentesco. Jamás podría hacerlo, porque pasa por alto a) la plasticidad conductual que resulta de la conjunción de la plasticidad neural con los cambios ambientales y b) las tradiciones y circunstancias sociales que promueven o impiden los cambios sociales.

Es verdad, no todos los psicólogos evolutivos son igualmente doctrinarios. Por ejemplo, unos pocos entre ellos saben que los constreñimientos sociales y las circunstancias particulares tienen un papel en la emergencia de normas sociales tales como las reglas de matrimonio. Así pues, Kanazawa y Still (2001) admiten que las normas matrimoniales de una sociedad dependen de modo crítico de la distribución de los recursos económicos entre los varones: en tanto que la desigualdad económica favorece la poliginia, la igualdad está positivamente correlacionada con la

monogamia. Con todo, estos autores suponen que las mujeres son libres de elegir a sus maridos y que sus preferencias están guiadas por consideraciones económicas: siempre preferirían a los hombres más ricos, ya que de ellos se espera que maximicen el bienestar de la descendencia.

En resumidas cuentas, según Kanazawa y Still, las normas de casamiento serían el resultado espontáneo de las libres elecciones realizadas por mujeres motivadas exclusivamente por su deseo de asegurarles buenos proveedores a sus hijos. Pero este supuesto se cae a pedazos frente a los bien conocidos hechos de que en la mayoría de las sociedades son pocas las mujeres que disfrutan de tal libertad; que la vida de una concubina esclavizada por la primera esposa está lejos de ser envidiable y que un granjero acosado por las deudas no puede darse el lujo de asignar dotes a sus hijas, pero puede sentirse impulsado a vendérselas a su terrateniente o a un burdel. Y en las sociedades más avanzadas, en las que las mujeres sí tienen voto en la elección de su pareja, la equivalencia social, la afinidad, la atracción sexual y el amor probablemente sean más importantes que la preocupación por el bienestar de los hijos (especialmente en las sociedades modernas, en las cuales un porcentaje cada vez mayor de mujeres se mantienen solteras, sin hijos o ambas cosas a la vez).

Para concluir, la psicología evolutiva en su estado actual no es una ciencia sino, en el mejor de los casos, una ciencia emergente y, en el peor de ellos, una pieza de ciencia ficción. También es un desafío para formular un proyecto de investigación auténticamente científico, es decir que sea compatible con la biología, la neurociencia cognitiva, la antropología y la sociología, así como pasible de ser puesto a prueba, al menos en principio, contrastándolo con el registro arqueológico y la investigación sociológica. Los psicólogos evolutivos del futuro tendrán que aprender también de los psicólogos sociales acerca de los modos en que los niños adquieren normas morales, tales como las de reciprocidad, en la casa, el juego y la escuela. Y tendrán que recordar que ya en 1893, Thomas Henry Huxley escribió que «el progreso ético de la sociedad no depende de imitar el proceso [evolutivo] cósmico, mucho menos de escapar de él, sino de combatirlo» (Huxley y Huxley, 1947: 82).

Suficiente con respecto al biologismo. Pasemos ahora a analizar a su pariente cercano.

6. El psicologismo

El psicologismo consiste, desde luego, en la tesis de que todo lo social es, en última instancia, psicológico, de donde se desprende que todas las ciencias sociales son, en principio, reducibles a la psicología. Esta tesis fue desarrollada por académicos que, por otra parte, eran tan diferentes como el empirista John Stuart Mill (1952), el idealista Wilhelm Dilthey (1959) y el conductista George C. Homans (1974), entre otros. De acuerdo con ellos, todo hecho social es el producto de las acciones individuales gobernadas por las creencias, los valores, las metas y las intenciones de los actores. Según esta

perspectiva, ni la naturaleza ni el entorno social tendrían papel alguno, salvo como constreñimientos de la acción individual: todos los individuos serían fundamentalmente agentes libres que persiguen sus intereses privados.

La simplicidad y el aparente poder unificador del proyecto psicologista lo hacen, a primera vista, muy atractivo. Pero sus resultados son escasos. Para comenzar, se refieren únicamente a la conducta individual, que esta variedad de reduccionismo psicologista pretende explicar en términos de un único principio, el de la maximización de los beneficios esperados. Ninguno de ellos concierne a hechos macrosociales tales como la concentración de la riqueza, el desempleo, los ciclos económicos, la degradación ambiental y el conflicto internacional, que a todos nos afectan y no pueden ser explicados exclusivamente como productos de elecciones individuales. Por el contrario, estos y otros rasgos macrosociales explican gran parte de la conducta individual. Por ejemplo, las personas tienden a consumir menos durante las depresiones económicas y las guerras, los desempleados quebrantarán la ley mucho más probablemente que quienes tienen empleo y la mayoría de la gente adopta los valores y creencias de la clase gobernante.

Tómese, por ejemplo, la formación de actitudes hacia los otros, tales como la confianza, la tendencia a la cooperación, el conformismo y sus contrarios. Si bien las actitudes son rasgos psicológicos, no emergen en un vacío social, sino que son moldeadas por la estructura social. Lo cual no podría ser de otro modo, ya que lejos de ser propiedades intrínsecas (conceptuadas como atributos unarios), las actitudes sociales son relacionales. En efecto, un enunciado acerca de la confianza tiene la forma «A confía en B con respecto a [o para hacer] C» (Coleman, 1990; Cook y Hardin, 2001). Más aún, la confianza emerge (y se extingue) con el tiempo, en el transcurso de repetidas interacciones. Este desarrollo es parte del proceso de aprendizaje social. En resumidas cuentas, a diferencia de la agudeza visual, la habilidad musical y la depresión, la confianza no es un rasgo individual ni, consecuentemente, materia de la psicología individual. La confianza solo puede ser estudiada adecuadamente por la psicología social, la fusión de dos ciencias.

Una fusión relacionada, que resulta pertinente para nuestra discusión, es la de la psicología social con la neurociencia para constituir la

neurociencia cognitiva social. Esta disciplina, que tiende un puente entre el cerebro y la sociedad, investiga en profundidad fenómenos psicossociales tan comunes como las actitudes y la percepción del comportamiento de otras personas (véanse, por ejemplo, Cacioppo y Petty, 1983; Ochsner y Lieberman, 2001). Regresemos, no obstante, al psicologismo.

El psicoanálisis es, por supuesto, la versión más popular y divertida del psicologismo. Freud sostenía, en particular, que la conducta social es tempranamente determinada por el entrenamiento para ir al tocador y por el amor a los padres. Sin embargo, en el transcurso de un siglo, los psicoanalistas no han aportado siquiera una única pieza de prueba experimental en relación con sus fantasías. Prosperan gracias a la práctica privada y a la prensa popular, no al laboratorio. En efecto, solo una vez en todo un siglo procuró el psicoanálisis realizar un experimento (Vaughan et al., 2000). No obstante, no se trató de un experimento propiamente dicho, habida cuenta de que no incluyó un grupo de control. En contraposición, los psicólogos científicos han aportado multitudes de pruebas contra las fantasías psicoanalíticas que son contrastables (véanse, por ejemplo, Crews, 1998; Torrey, 1992; Wolf, 1995). Una de las últimas bajas es la hipótesis de la catarsis: experimentos recientes han confirmado, una vez más y para disgusto de la industria televisiva, que ver violencia por televisión induce comportamientos agresivos (Johnson et al., 2002).

El psicologismo fue también el motivo subyacente en el nombre de «ciencias de la conducta» dado a la psicología y a las ciencias sociales aproximadamente entre 1939 y 1970. Este apelativo casi ha desaparecido actualmente junto con la psicología (o, más bien, no psicología) conductista que lo inspiró. Esta desaparición del nombre tal vez se deba a la esterilidad del proyecto psicologista. Por ejemplo, difícilmente alguien crea en nuestros días que la infancia es el destino, por no mencionar que las guerras estén causadas por el mítico complejo de Edipo o el deseo de seducir, violar o robar tantas mujeres como sea posible. Hemos aprendido que hay diferentes clases de guerras: ideológicas y por tierras, petróleo, diamantes, agua, mercados o partidarios políticos. El psicologismo ha sobrevivido únicamente en la escuela de la elección racional, de la cual diremos más en el próximo apartado.

En resumen, parafraseando lo que el biofísico A. V. Hill (1956) dijo de los físicos de su época, quienes se habían subido al carro triunfal de la biología sin haberse molestado primero por aprender algo sobre los organismos: un estudioso de la sociedad que considera las ciencias sociales simplemente como una rama de la biología o la psicología no tiene futuro en las ciencias sociales. Toda vez que un proceso atraviesa dos o más niveles de organización, su estudio debe involucrar diversos

niveles de análisis, ninguno de los cuales es necesariamente más importante que los demás.

7. El sociologismo, el eco no mismo, el politicismo y el culturalismo

Podemos llamar «sociologismo» a la tesis de que todo lo humano debe ser explicado en términos sociológicos. Vygotsky (1978) fue un prominente miembro de esta escuela. Se propuso deliberadamente «liberar la psicología de su prisión biológica», transformando los símbolos y las acciones en el centro de la investigación psicológica, por ser «la esencia misma del comportamiento humano complejo». Al corregir un desequilibrio —la negación de los estímulos sociales— reforzó otro: la negación de que quien inventa los símbolos y controla las acciones es el cerebro. No obstante, se acercó a la meta cuando afirmó que «el momento más importante en el curso del desarrollo intelectual que da origen a las formas puramente humanas de inteligencia práctica y abstracta, tiene lugar cuando convergen el habla y la actividad práctica, dos líneas de desarrollo antes completamente independientes» (1978: 24). Las contribuciones válidas de Vygotsky a la psicología social deberían, por lo tanto, distinguirse de su manifiesto metateórico.

El economismo, autodenominado «imperialismo económico», es actualmente el proyecto reduccionista más difundido entre los estudiosos de la sociedad, particularmente entre aquellos de inclinación racionalista. Se presenta en dos variedades: colectivista (u holista) e individualista. El ejemplo más acabado del economismo colectivista es el marxismo, el cual fija su atención en las fuerzas económicas impersonales que originan la lucha de clases. El economismo marxista es macrorreduccionista o del tipo *top-down*: vale decir, procura explicar la parte por el todo, el cual permanece, a su vez, sin explicar. Por ejemplo, da razón de la simpatía política en términos de la posición en la estructura de clases, de la encarcelación como eliminación del excedente de mano de obra y de la innovación tecnológica en términos de la demanda del mercado.

En contraposición, la teoría de la elección racional —tal como la que practican, por ejemplo, Gary S. Becker, Mancur Olson, Thomas C. Schelling y James S. Coleman— es microrreduccionista o del tipo *bot-tom-up*: procura explicar el todo por sus partes. En efecto, centra su atención en la elección y la acción individuales orientadas exclusivamente por el interés propio, si bien constreñidas por las instituciones. En cualquiera de sus versiones, el economismo sostiene que todos los hechos sociales son, en último término, económicos: que las personas

actúan siempre en función de incrementar su beneficio propio. (Véanse, por ejemplo, Becker, 1976; Hogarth y Reder, 1987; Moser, 1990 y la publicación periódica *Rationality and Society*.)

El economismo individualista, o sea la teoría de la elección racional, hoy está de moda, presumiblemente porque parece científico, además de pretender explicar mucho con poco, produciendo de tal modo la ilusión de que unifica todas las ciencias sociales en torno a un único postulado. No obstante, puede mostrarse que la teoría de la elección racional es conceptualmente imprecisa, que carece de fundamento empírico o ambos extremos a la vez (Bunge, 1996, 1998, 1999 y el cap. 13). En efecto, cuándo en un modelo de elección racional las funciones de utilidad no están especificadas, como por lo general ocurre, a la imprecisión se añade la imposibilidad de puesta a prueba empírica. Y cuando están matemáticamente bien definidas, la elección entre ellas es arbitraria, puesto que ningún dato experimental le presta apoyo. Además, la economía experimental ha mostrado que tendemos a evitar los riesgos antes que a maximizar los beneficios (Kahneman, Slovic y Tversky, 1982).

Si bien es cierto que subestimar el interés económico o el cálculo racional sería necio, también lo es que el economismo abarca tanto que no explica nada en particular. Por ejemplo, no explica por qué algunas personas permanecen solteras en tanto que otras se casan; por qué la mayoría de las personas prefieren poseer casas y autos en lugar de hacer lo racional, que es rentarlos; por qué el famoso banquero Alan Greenspan dijo que cerca del año 2000 la bolsa de valores estaba caracterizada por una «exuberancia irracional»; por qué la globalización incluye únicamente la mercancía y beneficia exclusivamente a los poderosos; por qué sigue aumentando en todo el mundo la desigualdad del ingreso a pesar de los espectaculares incrementos de la productividad; por qué la prosperidad económica está acompañada a veces por un elevado desempleo; o por qué los fundamentalismos religiosos siguen creciendo en casi todas partes, en lo que supuestamente es la era de la ciencia y la tecnología. Con toda seguridad, se necesita más que racionalidad y economía, ya sea ortodoxa o heterodoxa, para explicar estas y otras patologías económicas, como las ha llamado Corrado Gini (1952).

Pasemos ahora a un vecino y rival del economismo, a saber, el politicismo. Este es el punto de vista, muy difundido a finales de la década de 1960, según el cual toda empresa humana es política o, al menos, está teñida por la política. Uno de los primeros en proponer este punto de vista fue Antonio Gramsci, el neomarxista que reaccionó contra el determinismo económico de Marx. Gramsci escribió acerca del poder hegemónico del Estado, negó la existencia de sujetos políticamente

neutrales y enfatizó la necesidad de la acción política. (Irónicamente, sus carceleros fascistas coincidían.) Según el estructuralista francés Michel Foucault, hasta el arte sería un medio de búsqueda de poder. El sociólogo de la ciencia Bruno Latour ha afirmado que la investigación científica es «la continuación de la política por otros medios». La pista para comprender cualquier actividad cultural sería: *cherchez le pouvoir* [buscad el poder]. Y, desde luego, el politicismo se halla en el núcleo del feminismo académico, en particular de la filosofía feminista. Según su corriente radical y tal como lo afirmó Harding (1986), todo el sexo sería violación, la lógica sería «falocéntrica» y las ecuaciones de movimiento de Newton constituirían un «manual para la violación».

No hay ni pizca de prueba a favor de este radical punto de vista. Más aún, convierte en una farsa todas las actividades no políticas, desde ganarse el sustento hasta la búsqueda de la verdad y la creación y el disfrute de la belleza. E involucra una ignorancia egregia respecto de la vida familiar, el trabajo en una granja, la educación, el trabajo voluntario, la observación de las estrellas, la demostración de teoremas, la navegación por la Red, los deportes y otras actividades en las cuales la lucha por el poder tiene, a lo sumo, un papel subordinado. Lo cual no equivale a negar que la vida social posea un costado político, ya que incluye la competencia por recursos escasos, desde los buenos trabajos y el dinero, hasta el amor y la lealtad política. Suficiente con respecto al politicismo.

Examinemos, por último, el culturalismo, particularmente del modo en que es practicado por los historiadores de las ideas de corte inter-nalista y tal como fuera propuesto por el filósofo idealista Wilhelm Dilthey (1959), los semióticos franceses y el antropólogo Clifford Geertz (1973). Según el culturalismo (o idealismo o hermeneuticismo), todos los hechos sociales (o sus fuentes, por lo menos) son culturales o simbólicos y, más particularmente, espirituales. En otras palabras, los hechos sociales serían «textos o como textos», que requieren «interpretación» antes que explicación. Las ideologías, los ritos y las ceremonias serían primordiales, en tanto que los recursos naturales, el trabajo y la lucha serían accidentales. No importaría cómo se ganan la vida las personas: si lo hacen cultivando una granja o fabricando, organizando o enseñando, robando u oprimiendo. Tampoco importarían el amor, el odio y el miedo. Solo contarían las ideas -en particular, los mitos- y los modos en que son expresadas y transmitidas. Por ejemplo, un estudioso del racismo que a la vez fuese culturalista fijaría su atención en las ideologías racistas, evadiendo toda reflexión sobre prácticas racistas, tales como las leyes Jim Crow en el sur de los Estados Unidos y los pogromos judíos. En consecuencia, no podría comprender por qué el ra-

cismo ha sido tan ampliamente practicado, a pesar de ser flagrantemente falso e inmoral (la respuesta es que se trata de una actividad tan provechosa, desde el punto de vista económico, como la discriminación por género y clase social).

La consecuencia metodológica del culturalismo es obvia: los estudios sociales serían *Geisteswissenschaften* (ciencias del espíritu) o, en francés, *sciences morales*. Sería erróneo, por lo tanto, procurar hacerlas científicas (intento que Hilary Putnam ha calificado de «bárbaro»). Sostengo que este punto de vista, que deriva de Kant, ha impedido el desarrollo de la investigación social, así como su utilización en el abordaje eficaz de los problemas sociales. Esto no quiere decir que el culturalismo no contenga una pizca de verdad. Por el contrario, todo hecho social importante posee un componente cultural, tal como se argumentará en el próximo capítulo. Pero a causa de que pasa por alto los impulsos biológicos, así como la producción y la lucha por el poder, el culturalismo no puede explicar hechos macrosociales tan conspicuos como los cambios demográficos, las migraciones masivas, los ciclos económicos, las revoluciones sociales o el uso de la moral y la religión como instrumentos de control social. (Véase Trigger, 2003 por críticas detalladas al respecto.)

Sostengo que todas las antedichas estrategias reduccionistas han fracasado en la resolución de cualquier problema social. De modo nada sorprendente, no han contribuido a diseñar políticas sociales viables y moralmente aceptables. También han fracasado con respecto a la unificación de las ciencias sociales. En efecto, cada uno de estos imperialismos -biológico, psicológico, lingüístico, económico, etc.- carece de imperio. En el mejor de los casos, son proyectos de investigación fallidos y en el peor de ellos ideologías. (Por más críticas véase Kincaid, 1997.) Es necesario, por lo tanto, buscar una alternativa viable, libre del sencillo mito de que la vida social y el cambio social tienen un único origen.

Comentarios finales

La reducción es una estrategia para enfrentar la abrumadora diversidad de la realidad y la consecuente diversidad de las ciencias que la estudian. Pero, para bien o para mal, los fracasos de la reducción han sido más frecuentes que sus éxitos, en gran medida porque ha negado la emergencia. Pasemos entonces al intento, más modesto pero también más provechoso, de averiguar qué tienen en común las diversas ciencias sociales, además de la lógica y el método científico. Encontraremos que su integración es más fértil que cualquier intento de reducción.

11

Por qué tiene éxito la integración en los estudios sociales

Los estudios sociales están notoriamente fragmentados. Por ejemplo, el economista típico no presta atención a los demógrafos; el politólogo rara vez se interesa por los estudios culturales y la mayoría de los investigadores en el campo de los estudios culturales no presta atención a la economía. Peor todavía, cada disciplina se halla dividida en subdisciplinas que están igualmente aisladas. Por ejemplo, la sociología de la educación se estudia, por lo común, independientemente de la economía y la política; y el estudio de las desigualdades sociales, la discriminación por género y el racismo está, de ordinario, separado de las ciencias políticas y la sociología de la religión. Sostengo que tal fragmentación es artificial y constituye un obstáculo para el desarrollo del conocimiento.

Es artificial porque lo que se espera de todos los estudios sociales es que describan y expliquen hechos sociales, y todo hecho social probablemente tenga múltiples aspectos (biológicos, económicos, políticos y culturales). Por ejemplo, allí donde la tierra es escasa, el crecimiento poblacional empeora esa escasez y este acontecimiento, probablemente, desencadene la violencia, con sus consecuencias biológicas, políticas y culturales. Dada la naturaleza polifacética de los sucesos sociales, las barreras interdisciplinarias parecen provenir, en el mejor de los casos, de diferencias de énfasis y, en el peor de ellos, de la visión en túnel o la protección del espacio profesional.

Las fronteras en cuestión no solo son artificiales, también son lamentables, porque dividen problemas sistémicos, tales como el de la

excesiva concentración de la riqueza y el poder. También obstaculizan el flujo de ideas, de datos y métodos que podrían ser utilizados en más de una disciplina. Por ejemplo, desalientan la investigación de características socioeconómicas, como la distribución del ingreso; de lazos biosociales, como la asociación entre la morbilidad y el ingreso; y de vínculos económico-político-culturales, como las relaciones entre los negocios y la política y entre la religión y la política. Al fin y al cabo, como dijo Braudel (1969: 85), todas las ciencias sociales están interesadas en el mismo tema: las acciones pasadas, presentes y futuras de las personas.

Los diseñadores de políticas, los legisladores y los funcionarios públicos que soslayan esos vínculos entre los diferentes aspectos de la vida social difícilmente contribuyan a resolver cualquier problema social de envergadura. Por ejemplo, una de las principales causas del subdesarrollo es la extrema concentración del poder político y económico; un sistema de salud deficiente mantiene una elevada morbilidad, la cual es perjudicial tanto para el aprendizaje como para la productividad; y tanto el fundamentalismo religioso como el terrorismo con seguridad florecerán en las regiones económicamente deprimidas y políticamente oprimidas. Habida cuenta de la multiplicidad de las causas del subdesarrollo, todo enfoque sectorial de este problema está condenado al fracaso. Para generalizar: la fragmentación lleva a la superficialidad teórica, la cual a su vez obstaculiza el progreso social.

Si la fragmentación de las ciencias y las tecnologías sociales es a la vez artificial y perjudicial, entonces debe ser superada. ¿Pero cómo? O sea, ¿cómo pueden unificarse las ciencias sociales sin pérdida de profundidad, diversidad y rigor? La reducción no puede ser la respuesta, puesto que ya se la ha intentado sin mucho éxito. En efecto, en el capítulo anterior vimos que las diversas estrategias reduccionistas que se han probado en los estudios sociales —en particular el biologismo, el psicologismo, el economismo, el politicismo y el culturalismo— han fracasado. Si esta afirmación es verdadera, debemos averiguar por qué. Y la respuesta a esta pregunta debería sugerir, como en efecto lo hace, una estrategia alternativa. La alternativa en cuestión es la transdisciplinariedad.

Es cierto, la transdisciplinariedad ha sido recomendada durante varias décadas (véanse, por ejemplo, Handy y Kurtz, 1964; Shérif y Shérif, 1969; Bunge, 1983b y Boudon, 2003.) Tan así es que los formularios para solicitar subsidios de muchas agencias de financiamiento de la investigación tienen un lugar específico para la pertinencia transdisciplinaria. Sin embargo, la genuina investigación transdisciplinaria aún es escasa en las ciencias sociales. Ni siquiera está del todo claro qué signi-

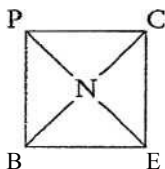
fica “transdisciplinariedad” o cómo difiere del diletantismo. Por lo tanto, todavía hay sitio para un alegato más a favor de las dos variedades de transdisciplinariedad —a saber, la multidisciplinariedad y la interdisciplinariedad- en los estudios sociales.

La tesis que se sugerirá en este capítulo es, de manera abreviada, que los estudios sociales deben ser transdisciplinarios porque todos los hechos sociales, en particular los macrosociales, son multidimensionales. Más precisamente, estos hechos poseen a la vez aspectos biopsicológicos, económicos, políticos y culturales, así como causas y efectos ambientales. Si esto es verdad, entonces la estrategia de investigación correcta es la integración o transdisciplinariedad, en lugar de la reducción. En términos metafóricos, para explicar un hecho social no solo debemos mirar debajo de él y sobre él, sino también en torno a él. Y tal contextualización requiere de la intervención de otras disciplinas. Más brevemente: la emergencia exige convergencia.

1. El cuadrado B-E-P-C

Doy por sentado que las ciencias sociales propiamente dichas estudian hechos sociales en lugar de hechos individuales. No obstante, cuestiono la tesis de Durkheim de que todo hecho social se origina en otro hecho social. Y objeto de manera igualmente rotunda el individualismo radical, que o bien niega la existencia de hechos sociales o bien afirma que todo hecho social tiene su origen en una decisión individual, antes que en las interacciones entre individuos. Hasta un individualista radical como Homans (1974) ha hecho hincapié en que la interacción es el eje de la vida social. Piénsese en la caza en grupo o en el comercio, la construcción de un edificio público o la charla, curar o enseñar.

Sostengo, más aún, que todo hecho social posee cinco aspectos diferentes, pero estrechamente vinculados: ambiental (A), biopsicológico (B), económico (E), político (P) y cultural (C). También sugiero que un cambio social puede tener cualquiera de estos orígenes, de tal modo que no hay un único o primer motor, ni siquiera «en último análisis». De manera gráfica, la conjunción de estas dos tesis se ve así:



Los bordes de este diagrama representan acciones y flujos de varios tipos, desde la energía y la transferencia de información, hasta acciones y señales sociales más o menos sutiles, desde pestañear y anunciar, hasta saludar y dar empujones. Esta figura sugiere también la tesis de multicausalidad, que afirma que en la sociedad no hay primer motor, puesto que los factores A, B, E, P y C pueden ordenarse de $5! = 120$ formas diferentes.

Este punto de vista, luego, es uno de múltiple y frecuente causalidad recíproca: en cualquier momento dado, toda persona y todo sistema social es el receptor y el efector de un gran número de estímulos de diferentes clases e intensidades. No obstante, a menudo, cuando se los estudia de manera sincrónica, uno de los aspectos puede ser más conspicuo que los restantes, en cuyo caso estos últimos pueden ser legítimamente soslayados en una primera aproximación, de tal modo que la unidisciplinariedad tendría éxito. Sin embargo, cuando la atención pasa de los acontecimientos puntuales a los procesos de largo plazo, a menudo se observa que resultan pertinentes variables de todo tipo y que estas alternan entre sí (Braudel, 1969). Cuando ocurre esto, la unidisciplinaria fracasa y es necesaria la transdisciplina.

Este punto de vista es ilustrado por la siguiente muestra de algunas de las mencionadas 120 permutaciones.

Ejemplo de $A \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow P \rightarrow C$. Es probable que las civilizaciones sumeria y maya declinaran como resultado de sequías intensas y prolongadas que desecaron los canales de irrigación, lo cual a su vez arruinó la agricultura, lo que causó hambrunas, las cuales a su vez pueden haber causado desasosiego político y decadencia cultural.

Ejemplo de $B \rightarrow \pounds \rightarrow P \rightarrow C$. Una letal plaga (B) concentra la riqueza en manos de unas pocas familias (\pounds), lo cual aumenta su poder político (P) y las pone a la cabeza de un movimiento cultural (C). Este fue uno de los mecanismos principales del Renacimiento florentino, lo que no entraña negar que fue obra de unos pocos centenares de intelectuales, artistas, artesanos y políticos excepcionalmente capaces. El entorno natural (A) fue afectado por la urbanización causada por la prosperidad de los artesanos y los mercaderes, así como por el incremento de la agricultura estimulado por el aumento de la población.

Ejemplo de $E \rightarrow B \rightarrow P \rightarrow C$. La primera Revolución Industrial (E) agravó las privaciones económicas de los artesanos y obreros, lo cual a su vez hizo declinar su bienestar biológico (B), lo que radicalizó sus políticas (P), un hecho que influyó en la cultura (C). El ambiente (A) fue afectado tanto por la contaminación industrial, como por la expansión de las áreas dedicadas a la cría de ganado orientada a la producción de lana para las fábricas textiles.

Ejemplo de $P \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C$. La política neoliberal de un gobierno (P) causa el deterioro de la salud pública (B), lo que hace decrecer la productividad de la fuerza laboral (E), que a su vez hace disminuir la asistencia en las escuelas públicas (C). El entorno (A) es afectado por la decadencia de las ciudades del interior, la expansión de las villas de emergencia y la derogación de la legislación de protección del ambiente.

Ejemplo de $C \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow P$. Una vigorosa campaña médica (C) mejora la salud de un gran grupo (B), lo cual tiene un impacto económico beneficioso (E) y fortalece la influencia política del grupo (P). La calidad del suelo y el aire mejoran a causa de la disminución del número de personas enfermas.

Obviamente, en principio podrían citarse hechos puramente económicos, puramente políticos o puramente culturales. (Estoy presuponiendo que hay hechos biológicos y psicológicos tales como la división celular y oler, que carecen de inputs sociales apreciables.) Invito al lector a intentar descubrir esos contraejemplos. Sostengo que mis ejemplos sugieren que el punto de vista presentado es a la vez plausible y sugestivo, por lo que su estudio merece ser investigado.

Sostengo, también, que la interdependencia de los cinco aspectos en cuestión es la base material del enfoque transdisciplinario en la investigación de los problemas sociales, así como en el diseño de políticas sociales sistémicas (por oposición a las sectoriales o fragmentarias). Este enfoque se presenta en dos variantes: multidisciplinariedad, la suma de campos de investigación, e interdisciplinariedad, su intersección. Echemos un vistazo a unos pocos ejemplos de cada una de ellas. La lógica, la semántica y la metodología de la transdisciplinariedad serán estudiadas en el capítulo 17.

2. Multidisciplinariedad social

Uno de los primeros ejemplos de ciencias sociales multidisciplinarias es el monumental *Muqaddimah* (1377?), de Ibn Khaldūn. Esta obra fue, de hecho, un compendio de geografía, sociología (rural y urbana), politología, economía y culturología. Al parecer, no hubo algo semejante en Occidente hasta la aparición de los dos principales libros de Alexis de Tocqueville (1835, 1856), de *Wirtschaft und Gesellschaft* [Economía y Sociedad] (1922) de Max Weber, de *La Méditerranée* (1949) de Fernand Braudel y *Sources of Social Power* [Orígenes del poder social] (1986, 1993) de Michael Mann. Ninguno de estos autores enfatizó las fronteras entre las ciencias sociales. Sin embargo, tam-

poco ofrecieron principios unificadores. (Weber los propuso en sus ensayos metodológicos, pero únicamente para olvidarlos en su obra fundamental.)

En realidad, tal como lo ha señalado Boudon (1998), todos los sociólogos clásicos fueron transgresores. Ni siquiera Pareto, el paladín de la estricta separación de la economía (supuestamente, la ciencia de la libre conducta racional) y la sociología (la ciencia del comportamiento determinado no racional) respetó esta división. En efecto, Pareto fue un pionero de la modelación matemática de la distribución del ingreso, un problema típicamente socioeconómico. El hecho de que su «ley» no sea verdadera es otro asunto. El punto es que Pareto predicó la divergencia pero practicó la convergencia. Y el problema de la distribución del ingreso es central en la socioeconomía, una fusión de la sociología y la economía (véanse, por ejemplo, Swedberg, 1990 y el *Journal of Socio-Economics*).

A continuación, consideraremos brevemente unos pocos ejemplos de multidisciplinariedad contemporáneos: las investigaciones sobre las normas sociales, la ciencia, la evolución humana reciente, el desarrollo nacional y la reconstrucción de los países de la ex Unión Soviética. La emergencia, el mantenimiento y la violación de las normas sociales han atraído la curiosidad de científicos sociales, juristas, filósofos y otros. Sin embargo, los compiladores de una reciente antología sobre la materia (Hechter y Opp, 2001: xviii) admiten que «para bien o para mal, la literatura sobre las normas sociales consiste en una vaga colección de proposiciones mayormente independientes, que se encuentran dispersas en las literaturas de diversas disciplinas». No solo no existe una teoría adecuada acerca de la emergencia de tales normas: ni siquiera hay una definición del concepto en cuestión que sea aceptada de modo general. En efecto, en tanto que para algunos autores una norma social posee un contenido moral, para otros solo especifica el modo de actuar acostumbrado o conveniente. No sorprende, pues, que el campo sea multidisciplinario y, por lo tanto, potencialmente dispersivo, antes que interdisciplinario y, por consiguiente, potencialmente cohesivo.

Nuestro próximo ejemplo es el estudio de la ciencia, un tema para la filosofía, la antropología, la psicología, la sociología, la politología y la historia. Si bien se admite a veces que estos estudios se complementan entre sí, la buena investigación multidisciplinaria en las ciencias que se ocupan de la ciencia es poco común. En particular, así como el inter-nalismo fue el enfoque predominante en el pasado, actualmente los estudios sociales de la ciencia ponen su atención con demasiada frecuencia en las circunstancias externas e ignoran, de este modo, los problemas, teorías y métodos científicos; vale decir, pasan por alto lo que

motiva al científico (véase Bunge, 1999). En consecuencia, los externalistas no explican satisfactoriamente por qué los científicos cooperan en algunos aspectos a la vez que compiten en otros.

Grosso modo, se espera de un filósofo que nos diga qué es la ciencia, en contraposición con las otras ramas de la cultura, tales como la tecnología, el arte y la ideología. (A propósito, el énfasis posmodernista en el texto, el discurso, la metáfora, la retórica, la convención social y la lucha por el poder, es incapaz de distinguir la ciencia de la no ciencia, en particular de la pseudociencia, la religión y la política.) Los psicólogos de la ciencia investigan lo que motiva a los científicos, en tanto que los antropólogos, sociólogos y politólogos de la ciencia estudian las comunidades científicas y exponen los estímulos y restricciones sociales que actúan sobre los científicos. Y, por supuesto, de los historiadores de la ciencia se espera que muestren cómo y por qué la ciencia ha evolucionado del modo en que lo ha hecho y no de otro; por ejemplo, por qué la lógica y la física nacieron en la Antigua Grecia y no en Sumen a.

Los diversos estudios de la ciencia no solo son complementarios unos de otros: se alimentan entre sí y se controlan unos a otros. Por ejemplo, el filósofo debería considerar la historia de la ciencia no como una disciplina paralela, sino como una fuente de ejemplos y contraejemplos y, de tal modo, como una suerte de laboratorio para poner a prueba hipótesis filosóficas sobre la ciencia. Otro buen ejemplo es el estudio del interjuego entre las dos motivaciones principales (o mecanismos de recompensa) de la investigación básica, a saber, la curiosidad desinteresada y el reconocimiento de los pares. Roben K. Merton (1973) fue el primero en señalar que estos dos estímulos, el intrínseco y el extrínseco, son lo que mueve a los científicos: investigan porque quieren saber y desean que su obra sea conocida y apreciada por sus pares o aun por la sociedad en su totalidad. Merton fue también el primer académico que cultivó a la vez la psicología, la sociología y la historia de la ciencia; y todas ellas con un trasfondo epistemológico realista.

Merton también señaló que, aunque estos dos motivos—la curiosidad y la ambición— se refuerzan entre sí, en ocasiones uno de ellos puede atravesarse en el camino del otro. Por ejemplo, la presión de «publicar o perecer» lleva a los investigadores sin un cargo estable a emprender exclusivamente proyectos de corto plazo. El motivo práctico es que, si se embarcan en ambiciosos proyectos de largo plazo, corren grandes riesgos y pueden pasar prolongados períodos sin publicar y, por ello, sin recibir apoyo externo. Y si pasan demasiado tiempo procurando ese apoyo para sus proyectos, pueden terminar como burócratas. En este caso, tenderán a hacer investigación por intermedia-

rios, en lugar de hacerla ellos mismos. Como consecuencia, es probable que se vuelvan obsoletos, por lo cual deberán confiar en estudiantes de posgrado y posdoctorales. Peor todavía, una confianza excesiva en estudiantes de posgrado y posdoctorales sin supervisión puede tener como resultado trabajos de baja calidad e incluso el fraude. (Los efectos perversos del mecanismo del reconocimiento por los pares y el sistema de revisión por pares que conlleva han sido el tema de las novelas de Cari Djerassi.) En resumidas cuentas, para comprender por qué trabajan los científicos, debemos investigar sus dos motores, la búsqueda de conocimiento y la búsqueda de fama; y debemos mostrar cómo interfieren entre sí, ora constructiva, ora destructivamente.

Otro buen ejemplo de investigación multidisciplinaria es el estudio de la evolución humana reciente, llevado a cabo por Lúea Cavalli-Sforza y sus colaboradores (1994). Este equipo ha rastreado las migraciones de grupos que poseían destrezas agrícolas, desde la Medialuna Fértil hasta Europa occidental, a lo largo de 10 milenios, a partir de la revolución del Neolítico. Para hacerlo, combinaron la genética, la arqueología, la antropología y la lingüística. Ninguna de estas disciplinas por sí misma hubiese tenido éxito en el intento, debido precisamente a que el biologismo (en particular el geneticismo) es tan unilateral como el culturalismo (o el sociologismo). Después de todo, antes de la invención de la escritura y el correo, las habilidades y las ideas solo podían viajar dentro de cerebros.

Nuestro cuarto caso para mostrar cuán necesaria es la multidisciplinaria es el problema del desarrollo nacional. Respecto de este problema, la mayoría de los gobiernos de los países subdesarrollados («en desarrollo»), así como el Fondo Monetario Internacional, piden opinión únicamente a los economistas de los países desarrollados. Estos supuestos expertos elaboraron el llamado Consenso de Washington, una única receta para todos los países, sin importar sus historias, capacidades, necesidades, aspiraciones y posibilidades. Esta pretendida panacea consiste en los siguientes mandamientos: privatizar, adherirse al libre comercio, alentar la inversión extranjera, domesticar la inflación y equilibrar el presupuesto cortando el gasto social. Su única preocupación es llegar a un artículo mortis al rescate de los gobiernos ineptos y proteger los intereses de los prestamistas. Si esta receta realmente mejora el bienestar no tiene interés para ellos: son aprioristas -no realistas— y, por lo tanto, dogmáticos, no críticos. En consecuencia, no asumen la responsabilidad de los fracasos de sus mezquinos proyectos, como los de Indonesia y la Argentina.

Diversos estudios han mostrado que la estrategia del Consenso de Washington tiende a aumentar la desigualdad (por ejemplo, Ocampo y

Taylor, 1998; Galbraith y Berner, 2001) y la pobreza (Stiglitz, 2001), así como a debilitar la cohesión social (Deblock y Brunelle, 2000). Otros estudios han mostrado que, en el largo plazo, la inversión extranjera tiene un efecto negativo sobre el empleo y otras variables (véase Dixon y Boswell, 1996). Los casos recientes del desaparecido imperio soviético y la Argentina (que fuera por una década el discípulo estrella del FMI) son obvios contraejemplos de los dogmas en cuestión.

Más aún, no es así como los países europeos, los Estados Unidos o Japón se convirtieron en naciones modernas. De hecho, desarrollaron al mismo tiempo sus economías, sus políticas y sus culturas bajo gobiernos proteccionistas. Vale decir, practicaron el desarrollo integral, aunque de modo tácito. Sugiero que el éxito de esta política de desarrollo se debió al hecho de que, como he señalado en otro sitio (Bunge, 1979,1997a [1980]), toda sociedad moderadamente compleja puede ser considerada como un supersistema compuesto por un sistema natural, el biológico (que incluye al sistema de parentesco) y tres sistemas artificiales: la economía, la política y la cultura. Estos sistemas interactúan intensamente. Por ejemplo, el desarrollo industrial no solamente requiere de capital, sino también de una fuerza de trabajo saludable e instruida, tecnólogos ingeniosos, así como de una política adecuada y un marco político y legal estable, estabilidad que se logra mejor por medio de la democracia política. Así pues, una sociedad que progresa puede ser comparada con un automóvil con tracción en las cuatro ruedas.

En resumen, aunque no necesariamente rápido, el desarrollo nacional sostenido es integral antes que unilateral. En consecuencia, un estudio apropiado del crecimiento incorporará demógrafos, epidemiólogos, sociólogos, politólogos y culturólogos, además de economistas. De modo interesante, Kuznets (1955) había propuesto una tesis similar en su artículo fundacional, si bien infundado desde el punto de vista estadístico, acerca de la relación entre el crecimiento económico y la desigualdad del ingreso. Medio siglo más tarde, Ignacy Sachs (2000) y James K. Galbraith (2001) tomaron en serio la obra de Kuznets y encontraron que el desarrollo económico no depende únicamente de variables microeconómicas (o del mercado), sino también de variables políticas tales como las políticas macroeconómicas y la lucha por el poder político.

Los científicos sociales no son los únicos expertos necesarios para el estudio y diseño del desarrollo nacional. Estos problemas deben ser abordados por juristas y expertos en salud y educación públicas, así como por filósofos preparados para recordarle al especialista que la visión en túnel equivale a la ceguera casi total. La ingeniería social sistémica puede tener éxito allí donde la ingeniería social fragmentaria ha

fracasado. Lo cual debería resultar evidente, puesto que los problemas sistêmicos — o sea, aquellos en los cuales están entrelazadas variables de muchos tipos diferentes — exigen soluciones sistêmicas. Hasta George Soros (1998), individualista y antiguo alumno de Popper, coincide.

La falta de adecuación teórica y práctica del enfoque unidisciplinario del desarrollo puede ser constatada en tragedias de fines del siglo xx tan extremas como la de los genocidios ruandeses en la década de 1990 y los dolores de parto de las sociedades poscomunistas. Los primeros pueden entenderse como ejemplo de un proceso $C \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow P$, fuertemente condicionado por un severo constreñimiento natural (A), a saber, el territorio montañoso. El desencadenante C fue la idea de que la gente debía reproducirse libremente, un evangelio predicado por los misioneros católicos. Esta práctica (B) contribuyó a la superpoblación, la cual llevó a una grave escasez de tierra (E), lo cual, a su vez, causó una lucha política asesina (P).

Nuestro quinto y último ejemplo será la transformación de las sociedades pseudosocialistas, particularmente las que formaron parte de la ex Unión Soviética, en sociedades pseudocapitalistas. Esta transformación puede ser explicada de manera esquemática como un proceso del tipo $P \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow C$. En efecto, el cambio de la *nomenklatura* (P) llevó a una debacle económica (E), la cual hizo declinar de un día para otro el estándar de vida (B), lo cual, a su vez, precipitó la declinación cultural (C). El ambiente (A) contribuyó con un tiempo anormalmente frío y el colapso de las fábricas (E) empeoró la explotación imprudente de los recursos naturales (A). Dadas las múltiples facetas de esta transformación, ningún estudio unidisciplinario podría tener como resultado su comprensión o un consejo útil (véase Pickel, 2001). En particular, el economismo fracasa porque los intercambios reales están socialmente insertos, no ocurren en un mercado abstracto.

En síntesis, la multidisciplinariedad está recomendada particularmente en las investigaciones sociales de campo, porque sucede que estas estudian organismos incluidos en redes sociales e involucrados en actividades económicas, políticas y culturales, todas las cuales interactúan con la naturaleza.

3. Interdisciplinariedad social

Echemos un vistazo ahora a la importante investigación interdisciplinaria informada por Robert Fogel en su conferencia al recibir el Premio Nobel en 1994: «El crecimiento económico, la teoría de las poblaciones y la fisiología: la importancia de los procesos de largo plazo

en la planificación económica». Nótese las cinco disciplinas incluidas en este trabajo: fisiología, demografía, historia, economía descriptiva (o positiva) y planificación económica. Entre otras cosas, Fogel muestra dos fuertes correlaciones que ha seguido a lo largo de dos siglos: que la morbilidad y la longevidad dependen del índice de masa corporal (peso/cuadrado de la altura) y que la productividad depende de la salud.

Un enfoque puramente económico o puramente demográfico no hubiera producido ninguno de los descubrimientos de Fogel, ni sus pronósticos y recomendaciones acerca de las demandas por el cuidado de la salud pública y las políticas de pensiones. Algo semejante vale para el enfoque económico-político del estudio de la salud pública adoptado por Vicente Navarro (2002) y sus coautores en el *International Journal of Health Services* [Revista Internacional de Servicios de la Salud]. Únicamente este enfoque interdisciplinario puede intentar habérselas a la vez con los efectos de las desigualdades sociales sobre la salud y la calidad de vida y con los intereses económicos subyacentes en las políticas de salud implementadas por ciertos gobiernos.

Los hechos sociales son polifacéticos porque, contrariamente al dogma individualista, la sociedad no es una colección desestructurada de individuos independientes, sino un supersistema de individuos que interactúan, organizados en sistemas o redes de diversos tipos y diferentes intensidades de cohesión, desde la familia, la escuela y la congregación religiosa hasta la cadena de supermercados y la nación.

Y puesto que los hechos sociales son polifacéticos, el mejor modo de abordar los problemas sociales es o bien en forma multidisciplinaria, o bien en forma interdisciplinaria. Este es el motivo por el cual en 1996 la *National Science Foundation* [Fundación Nacional para la Ciencia] de Estados Unidos estableció el multidisciplinario *National Consortium on Violence Research* [Consorcio Nacional para la Investigación de la Violencia]. Su tarea es descubrir las múltiples raíces de la violencia y diseñar políticas para controlarla, fundadas en la investigación, en lugar de improvisarlas en función de motivos ideológicos o electorales. En resumidas cuentas, la idea era reemplazar la ingeniería política oportunista por una ingeniería social fundada en la ciencia. Si este proyecto sobrevivirá a la ola actual de desprecio por la inteligencia y el bienestar público, es incierto.

La transdisciplinariedad es, pues, la respuesta a la acusación holista de que la ciencia no puede resolver los problemas sociales por sí sola, porque sería esencialmente sectorial (véase, por ejemplo, Van den Berg, 2001). Nada hay de científico en la división del trabajo intelectual: su adopción es solo cuestión de conveniencia, no de principio. Cuando

esa división falla, los científicos a menudo atraviesan las fronteras disciplinarias (véase Hirschman, 1981). Diversas empresas científicas, tales como el estudio de los materiales, el tiempo, la mente y la desigualdad social se han transformado en campos transdisciplinarios que han mostrado ser muy fructíferos.

Como conclusión, el fracaso de las ciencias particulares en el abordaje de problemas multidimensionales solamente prueba el fracaso del enfoque sectorial. Toda vez que ese fracaso tenga lugar, debe intentarse el enfoque sistémico antes de apresurarse a concluir que la ciencia tiene límites insuperables. Es artículo de fe científica que los únicos límites de la ciencia son los que se autoimponen los investigadores individuales o quienes los financian.

Comentarios finales

Podría resultar conveniente, aunque tal vez no muy divertido, que al menos las ciencias sociales fueran todas reducibles a una sola. Pero esto no sucederá, a causa de que cada una de ellas explica solo algunos de los rasgos de la sociedad, lo cual sugiere que la integración —y no la reducción radical— es la solución. De hecho, incluso el más simple de los sistemas sociales modernos, la familia, debe ser explicado en términos biológicos, psicológicos, económicos, políticos y culturales a la vez. Piénsese en el nacimiento de gemelos, considerado como un augurio de buena fortuna por algunas tribus y como signo de catástrofe por otras. O en la planificación familiar sin infanticidio, un logro del siglo xx hecho posible por una combinación de investigación bioquímica, industria farmacéutica, pensiones para la tercera edad y cambios en la moral, el estatus de las mujeres y la legislación.

La complejidad no disminuye al subir la escala de los subniveles sociales. Por ejemplo, solo una conjunción de circunstancias tecnológicas, políticas, económicas y psicológicas puede explicar la repentina emergencia y difusión del comercio electrónico, así como su catastrófica reducción subsiguiente. Del mismo modo, solo una combinación de razones económicas, políticas, ideológicas y psicosociales puede explicar el resurgimiento periódico del fundamentalismo religioso en las tres Américas, cuando la mayoría de sus padres fundadores fueron libres masones o agnósticos; la persistencia de enormes gastos militares una década después de la finalización de la Guerra Fría; la lentitud de la recuperación de Rusia tras el colapso del socialismo de Estado o la adopción de políticas sociales conservadoras, incluso por gobiernos nominalmente socialistas, en todo el mundo.

La complejidad de los sistemas sociales hace de la reducción radical algo ilusorio e invita a la integración de las diversas ciencias sociales. Lo mismo vale, *mutatis mutandis*, para las tecnologías sociales, desde la administración de la ciencia y la macroeconomía normativa hasta la educación y el derecho. El fracaso de onerosos programas sociales unilaterales —tales como las campañas de alfabetización entre los hambrientos, las «guerras contra la pobreza» entre los analfabetos y la «guerra contra la droga» en contra de los campesinos que cultivan coca o amapolas— debería habernos enseñado que las diversas características de la totalidad social, si bien distinguibles, no deben separarse unas de otras. Lo que resulta sorprendente es que lleve tanto tiempo reconocer la necesidad de fusionar las ciencias sociales y las tecnologías sociales, si hemos de comprender la vida social y curar sus males. ¿Es posible que la inercia filosófica tenga algo que ver con la ceguera respecto del sistema, la emergencia y la convergencia?

En síntesis, la reducción, que tiene como resultado la integración vertical o internivel, debe complementarse con la fusión o integración horizontal (intranivel). Esta estrategia de investigación doble debe funcionar porque sucede que el mundo es un sistema de sistemas, antes que un agregado de elementos sueltos (el dogma individualista) o un sólido bloque imposible de analizar (el dogma holista).

Convergencia funcional: el caso de las funciones mentales

Todo el mundo sabe que un automóvil es un sistema complejo, compuesto por numerosos módulos, tales como bujías, ruedas y medidores. Cada uno de esos módulos desempeña una función específica, que ninguno de los demás componentes puede realizar. Sin embargo, también sabemos que cuando un automóvil funciona correctamente, todos sus componentes esenciales trabajan sinérgicamente como una unidad de nivel superior, un vehículo automotor. La mayoría de las otras máquinas, por ejemplo los ordenadores, los equipos de TV y las plantas hidroeléctricas, son semejantes. Sus componentes son módulos y pueden ser desmantelados, reconstruidos e incluso mejorados hasta cierto punto, pero funcionan juntos como unidades de nivel superior. Vale decir, presentan convergencia funcional, también conocida como sinergia. Esta es la raíz de la emergencia de las propiedades globales del automóvil, tales como la autoimpulsión, la maniobrabilidad, la aceleración, la elegancia y la capacidad de matar y contaminar.

Otros sistemas están aun más estrechamente entrelazados, como consecuencia de lo cual no pueden ser desensamblados y reensamblados, no ya con alguna ganancia, sino directamente sin pérdidas. Cuando están íntegros, funcionan sinérgicamente o incluso sincrónicamente, pero una vez que se los ha reducido, sus *disjecta membra* [partes separadas] no pueden ser reconstituidos. O sea, el proceso de ensamblado que los produjo es irreversible. Este es el caso de las células, los órganos, los organismos, las familias, las empresas y las naciones, tal

como averiguaron *Humpty Dumpty* y muchas compañías y algunos estados multinacionales cuando ya era demasiado tarde. Se dice que la estructura o «arquitectura» de los sistemas de este tipo es integral, antes que modular.

Con todo, algunos sistemas pueden funcionar como unidades de nivel superior sin importar si su estructura es modular o integral. Vale decir, pueden mostrar sinergia o convergencia funcional. Aplicaremos ahora esta idea al caso del cerebro y sus funciones específicas, o sea las funciones mentales. En particular, discutiremos brevemente el espinoso problema de explicar la unidad del yo, en particular, la autoconciencia, a pesar (o, quizás, a causa) del gran número y diversidad de módulos cerebrales.

Este problema es un caso más del antiguo problema filosófico de lo uno y lo múltiple, y en la actualidad es discutido activamente por psicólogos, neurocientíficos y filósofos de la mente. Y la cuestión resulta de especial interés con respecto a los temas principales de este libro por dos razones fundamentales. Primero, porque las funciones mentales son sistémicas: emergen únicamente cuando muchas neuronas se asocian y actúan sincrónicamente para formar una unidad funcional con propiedades de las cuales sus componentes carecen, vale decir propiedades emergentes (véase, por ejemplo, Mountcastle, 1998).

La segunda razón por la que la emergencia de la mente resulta pertinente respecto de la cuestión emergencia-convergencia es que las respuestas a este fascinante problema provienen de la convergencia de diversas disciplinas previamente desconectadas: la neurociencia, la neurología, la endocrinología, la psicología, la etología, la antropología, la lingüística y la sociología. Se trata, pues, de un caso más de fusión de convergencia y emergencia.

En su influyente obra sobre la vista, David Marr (1982) sugirió que la visión es la función de ciertos módulos computacionales del cerebro. También presumió que estos módulos «son tan independientes unos de otros como la tarea total lo permita», una suposición difícilmente contrastable. Jerry Fodor (1983) generalizó la tesis de la modularidad a todas las modalidades de la percepción, el lenguaje y la acción, aunque a diferencia de Marr no elaboró modelo matemático alguno. Además, los módulos de Fodor son mentales, no neurales, si bien pueden ser «encarnados» o «ejemplificados» en subsistemas cerebrales, tal como podría haber dicho Platón. Para él, así como para otros seguidores del primer Chomsky, la mente es inmaterial, por lo que la psicología nada tiene que aprender de la neurociencia (Fodor, 1975, 1983). Esta tesis de la modularidad de la mente ha sido adoptada por los psicólogos evolucionistas (véase Barkow, Cosmides y Too-

by, 1992) y difundida por Daniel Dennett (1991), Steven Pinker (1997) y otros populares escritores.

Sostengo que la división de la mente en funciones o módulos mentales mutuamente independientes ha sido un grave impedimento para la comprensión de las íntimas conexiones entre la percepción y la emoción, el pensamiento y el sentimiento, el aprendizaje y la motivación, la percepción y la anticipación, la atención y la volición, la planificación y la acción, etcétera.

En este capítulo propondré y defenderé la tesis de que, si bien el cerebro está compuesto por módulos anatómicos, su estructura es integral antes que modular, a consecuencia de lo cual la mente, en particular la conciencia, es unitaria. A pesar de que esta tesis parece autoevidente, a menudo ha sido ignorada o hasta denostada. En efecto, es bien sabido que la psicología tradicional dividió la mente en «facultades», compartimientos o módulos mutuamente independientes, tales como la motivación, la emoción, la percepción, la atención, la memoria, la ideación, la imaginación, el habla, la volición y la conciencia.

1. La psicología informacionista

La psicología cognitiva, que emergió a mediados de la década de 1960, como resultado del agotamiento del conductismo y la revolución informática, no presta atención al cerebro y considera la mente como una colección de programas de computación fijos. De este modo, erige una barrera entre el cerebro (hardware) y su mente (software), lo que es como estudiar el caminar sin prestar atención a las piernas. Por lo tanto, la psicología del procesamiento de la información es una versión del dualismo psiconeural, aun cuando muchos de sus adhérentes crean ser monistas.

Más aún, esta escuela considera los procesos mentales como «operaciones sobre códigos simbólicos» (no especificadas) (véase, por ejemplo, Lepore y Pylyshyn, 1999). Ha pasado por alto el conocimiento corriente de que los símbolos no son elementos naturales sino artefactos convencionales, que no hay mente sin cerebro, que la mente madura junto con el cerebro, que no hay cognición sin motivación y que las motivaciones, inhibiciones, sentimientos y emociones son cualquier cosa menos computables. Piénsese en todas las funciones intelectuales, afectivas y motoras que deben converger para producir un elemento de vestimenta, una canción, un artículo académico o un simple gemido de angustia o de gozo.

El enfoque computacionista o inmaterialista ha adoptado al menos uno de los dogmas de la vieja psicología de las facultades: la es-

tricta separación de la cognición, la motivación y la emoción. Esta separación es una consecuencia inevitable del dogma hiperracionalista de que todos los procesos mentales son cálculos realizados según algoritmos precisos. Irónicamente, este punto de vista —propuesto inicialmente como una alternativa frente al conductismo— puede ser considerado un refinamiento -en lugar de un rechazo— de la psicología sin psique conductista. En efecto, en lugar del vínculo estímulo- respuesta directo, sin mente, de los conductistas, ahora se propone que el estímulo dispara una cadena de procesamiento de información (o computacional) que termina en una respuesta (manifiesta o silenciosa). Esta respuesta es supuestamente predecible, por ser el estado final de un proceso gobernado por un algoritmo. Más aún, se afirma que este proceso puede «encarnarse», «ejemplificarse» o realizarse de diversas maneras, no necesariamente en un tejido nervioso viviente. No solo serían aptos los cerebros, sino también los ordenadores y hasta los fantasmas.

La ventaja de este difundido punto de vista es obvia: puesto que sus practicantes no meten las narices en los cerebros y ni siquiera se asoman a ellos, no tienen que manipular la parafernalia de laboratorio o vestirse con guardapolvos. Ni siquiera están obligados a leer publicaciones sobre neurociencia. Todo lo que deben hacer es «estudiar qué hay en la mente (su propia mente)». Y afirman conocer de antemano el tipo de cosa que encontrarán, a saber, símbolos y operaciones con símbolos, igual que al escribir en un teclado u operar un ordenador.

Los errores de este punto de vista deberían resultar evidentes. Primero, confunde la mente (o el cerebro) con sus modelos conceptuales y simulaciones en ordenador. Es como si los físicos afirmaran que la luz calcula su trayectoria -vale decir, que integra las ecuaciones pertinentes- al moverse. O como si de los exploradores que se aventuran en tierras no cartografiadas, se esperase que descubrieran mapas en lugar de llanuras, colinas y ríos.

Segundo, la tesis de que las personas son procesadores de símbolos puros soslaya el bien conocido hecho de que al procurar comprender lo que leemos, lo colocamos en su contexto apropiado y recurrimos a los constreñimientos no gramaticales o «suaves» entre los símbolos. Por ejemplo, aceptamos «Analizó gramaticalmente la primera oración», pero rechazamos «Se analizó gramaticalmente hasta morir», porque sabemos que «analizar gramaticalmente» va con «oración», pero no con «morir». Si se cortan los lazos semánticos, pragmáticos y emotivos ligados a una expresión lingüística, la inteligibilidad se esfuma. En otras palabras, el procesamiento del lenguaje emerge de procesos subsimbólicos (Miikkulainen y Mayberry, 1999).

Todo matemático sabe que procesar símbolos no es lo mismo que pensar. Por ejemplo, se dice que el gran matemático Leonhard Euler dijo, a mediados del siglo XVIII: «Mi lápiz sabe más que yo». Desde luego, lo que quiso decir es que podía realizar de modo automático un gran número de operaciones algorítmicas como la adición y la derivación. Esto no debería sorprendernos, habida cuenta de que los algoritmos se elaboran precisamente para permitirnos -o para permitir a nuestros intermediarios artificiales- llevar a cabo operaciones simbólicas de manera preconsciente y sin importar cuál sea su significado. Más cerca de nosotros, John Searle (1980), con su famoso experimento mental de la Habitación China, ha mostrado de manera persuasiva que el procesamiento de símbolos según reglas no es ni necesario ni suficiente para el entendimiento.

Tercero, el computacionismo suscita la paradoja de que además de computar movimientos, percepciones y, tal vez, sentimientos, debemos computar cómputos. ¿Cómo debería conceptuarse este iterado calcular? ¿Y en qué parte del cerebro debemos buscar para descubrir cómo funciona el cálculo de cálculos y cómo debe ser reparado en caso de error?

Cuarto, el punto de vista en cuestión pasa por alto las interacciones entre los diversos módulos o facultades. En particular, soslaya las conexiones entre atención y motivación y entre motivación y cognición, tan bien conocidas por cualquier maestro. Ignora, también, el descubrimiento de que el cerebelo y los ganglios basales, que son parte del sistema de control motor, están involucrados en el proceso de toma de decisiones. La perspectiva en cuestión también pasa por alto el hecho de que el cerebro, en lugar de ser un juguete Lego en seco, está bañado por hormonas que alteran el humor y conectan subsistemas que se encuentran alejados. En consecuencia, además de la transmisión sináptica, que es local, hay una difusión de larga distancia («conducción por volumen») en el espacio extracelular (véase Agnati et al., 2000). Este proceso, que es del tipo del movimiento browniano, no tiene un equivalente computacional.

Quinto, el computacionismo no presta atención al intenso tráfico bidireccional entre la corteza cerebral y el asiento de la emoción, a saber, el sistema límbico (hipotálamo, amígdala, *gyrus cingulatus*, hipocampo, etc.). A consecuencia de ello, pasa por alto la intensa interacción entre la razón y la pasión, que explica tanto el entusiasmo por ciertas ideas como el temor respecto de otras, algo que ningún psicólogo social, politólogo o culturólogo puede darse el lujo de ignorar.

Por último, pero no por ello menos importante, en el mejor de los casos la psicología del procesamiento de la información puede descri-

bir algunos procesos mentales. No puede explicarlos porque explicar es exhibir los mecanismos y únicamente los sistemas materiales, tales como los cerebros, pueden tener mecanismos (véanse, por ejemplo, Bunge, 1999 y Machamer, Grush y McLaughlin, 2001). De hecho, la psicología del procesamiento de la información no es más que psicología clásica traducida al «compútense» (Bunge y Ardila, 1987). La presencia de cajas y flechas no debería engañarnos, las cajas son inmateriales y las flechas simbolizan procesos que no se especifican: el funcionalismo es dualista.

Como conclusión, el informacionismo es científicamente insostenible. Peor todavía, ha obstaculizado el desarrollo de la psicología al desalentar la búsqueda de los procesos neurales llamados procesos mentales.

2. El modelo Mark II: el conexionismo

En la década de 1980, en parte gracias al trabajo de Marr (1982) sobre la vista, el informacionismo comenzó a ser desplazado por el conexionismo. Este consiste en modelar -no reemplazar— los procesos mentales por medio de modelos de ordenador que utilizan determinados descubrimientos neurocientíficos, en lugar de la pura psicología y, mucho menos, la psicología popular. La idea es modelar partes del cerebro como redes compuestas por simulaciones de neuronas interconectadas, vale decir modelos de neuronas hipersimplificados (véase, por ejemplo, Churchland y Sejnowski, 1993).

Estas redes artificiales son sistemas y, como tales, poseen algunas propiedades globales emergentes. Entre ellas, la capacidad de aprender a realizar algunas funciones mentales simples, tales como el reconocimiento de palabras, así como disfunciones como la alucinación (véase, Ruppín, Reggia y Glanzman, 1999). Esta modelación, desde luego, debe recibir nuestra aprobación, tal como la modelación matemática de procesos físicos, biológicos o sociales. No obstante, debería quedar claro cuáles son la naturaleza y las limitaciones de estos modelos. Examinaremos el asunto a la luz de nuestro modelo de sistemas: composición, entorno, estructura y mecanismo (cap. 2, apartado 5).

El quid del conexionismo es que la estructura de un sistema (la modalidad de conexión) es más importante que su composición (la naturaleza de los elementos conectados) y, también, que sus mecanismos (los peculiares procesos que lo hacen funcionar). Este punto de vista, tan natural para el reparador de artefactos, entra en conflicto con la física, la química y la biología. En efecto, todas estas ciencias enseñan

que la estructura, la composición y el mecanismo van de la mano. Por ejemplo, en tanto que los átomos de algunas especies se incorporan a uniones iónicas, los átomos de otras especies forman compuestos covalentes. También el mecanismo depende de manera crítica de la composición. De tal modo, las neuronas se comunican a través de mensajeros químicos, en tanto que los chips lo hacen únicamente a través de señales eléctricas.

Segundo, en la neurociencia cognitiva y afectiva, la modelación conexionista no reemplaza la investigación en el laboratorio: si es bueno, el trabajo «en seco» solamente complementa la investigación «en húmedo». (Sobre la distinción seco/húmedo, véase Kosslyn y Koenig, 1995.) En general, el trabajo teórico no puede sustituir al trabajo experimental y cada uno de ellos es mejor cuando se lo controla y enriquece con el otro. (Los físicos aprendieron esta lección hace cuatro siglos. Los neurocientíficos aún tienen que aprenderla.) Y los experimentos mentales, en particular las simulaciones de ordenador, pueden tener algún poder heurístico, pero nada prueban: lo único que hacen es desempaquetar hipótesis.

Tercero, los modelos en cuestión son teorías matemáticas específicas (antes que generales) basadas en supuestos altamente simplificados. En este sentido, no son diferentes de las teorías físicas elementales. Habida cuenta de que son matemáticos, estos modelos son precisos y sus errores pueden detectarse y corregirse. Y puesto que pueden procesarse en ordenadores, se prestan para experimentos de simulación y, de tal modo, para la modelación de defectos y lesiones de tipo neurológico. Quítese una neurona simulada aquí, modifíquese un input más allá, regístrense los cambios subsiguientes y compárese todo con los cerebros reales.

Por ejemplo, la experimentación con una red artificial compuesta por 148 neuronas simuladas, agrupadas en cuatro estratos diferentes, dio lugar a dos interesantes hallazgos (Hoffman y McGlashan, 1999). Uno de ellos confirma una porción del conocimiento neurocientífico convencional, a saber, que la poda sináptica (como ocurre en los cerebros reales, en diversas etapas del desarrollo, en particular durante la adolescencia) incrementa la eficiencia energética y mejora la capacidad de procesamiento de señales del sistema. (La reorganización de un sistema de cualquier tipo, ya sea neuronal, empresarial, político u otro, es facilitada, en ocasiones, por la eliminación de algunos de sus componentes.) Otro hallazgo es que, cuando excesiva, esta eliminación produce alucinaciones, los síntomas típicos de la esquizofrenia, una grave dolencia que afecta al 1 % de la población durante la adolescencia, un período de intensa poda sináptica.

Recuérdese, sin embargo, que todo esto es metafórico: las «neuronas» en cuestión, así como sus conexiones, no son cosas reales, sino simulaciones de ellas. Más aún, las redes artificiales son como mónadas aisladas, en tanto que los módulos cerebrales están interconectados por filamentos nerviosos y hormonas e interactúan con el mundo exterior. Además, las simulaciones de redes neuronales conocidas hasta el momento son bastante primitivas, por ser sistemas de input-output, vale decir cajas negras en lugar de cajas translúcidas (Véase Bunge, 1967a, por más sobre esta distinción.)

Asimismo, las redes neuronales solo pueden aprender del modo en que los conductistas creen que aprendemos, puesto que están diseñadas tomando como base la psicología neoconductista. De allí que no consideren la actividad espontánea (independiente de los estímulos) en diversos niveles, desde la neurona al sistema neuronal. Por ende, no pueden explicar la creatividad, desde el manejo de situaciones completamente nuevas, hasta la invención de ideas radicalmente novedosas. Así pues, no satisfacen el criterio de Claparède, que entiende la inteligencia como la capacidad para resolver nuevos problemas.

Como todo modelo científico, los modelos de ordenador simplifican excesivamente y en forma deliberada algunos rasgos de la naturaleza, a la vez que omiten otros del todo. Pero, a diferencia de los modelos matemáticos tradicionales, los modelos de ordenador contienen artefactos, tales como la activación de cada neurona y el peso (intensidad) de las conexiones interneuronales. Lejos de representar leyes naturales, estas fórmulas especifican características artificiales de la red neuronal en cuestión. (Por ejemplo, una de ellas puede especificar la intensidad de la conexión entre dos neuronas simuladas, antes que entre dos neuronas reales.) Por lo tanto, no resulta claro en qué proporción asignar los méritos a los componentes realistas y convencionales de ese modelo. En otras palabras, ¿cómo distinguimos entre hecho y ficción o entre verdad y falsedad? Por desgracia, este inevitable defecto de la modelación por ordenador se discute rara vez en la literatura. Tanto es el prestigio del Ordenador.

En todo caso, el hecho de que los modelos de marionetas sean hechos a la medida de los ordenadores es una cuestión de practicidad, no de principio. Tan así es que antes de que el ordenador personal se hiciese popular, los modelos matemáticos en psicología y neurociencia se elaboraban con lápiz y papel. Por consiguiente, cualquiera sea el éxito que los nuevos modelos computarizados de los procesos cognitivos puedan lograr, ello no prueba que las experiencias mentales sean cálculos, al igual que la simulación por ordenador de una reacción química no prueba que las sustancias químicas realicen cálculos.

De igual modo, este éxito no prueba que la informática sea parte de la psicología cognitiva, al menos no más de lo que es parte de otras ciencias como la astronomía o la química. La informática, al igual que la estadística matemática, es una rama de la matemática aplicada, así como una disciplina auxiliar para todo uso. Por ende, su inclusión en la ciencia cognitiva a la par de la psicología constituye un grave error conceptual, semejante al de incluir la paleontología en la geología, porque los fósiles contribuyen a fechar los estratos geológicos; o a incorporar la física nuclear a la arqueología, ya que esta última utiliza el fechado por radiocarbono. Volveremos a este asunto en el apartado 5.

3. La localización de las funciones mentales

La hipótesis localizacionista acerca de la estructura del cerebro fue propuesta por Galeno hace ya dos milenios y resucitada por los frenólogos, hace alrededor de dos siglos. Esta hipótesis ha sido ampliamente confirmada por la neurociencia contemporánea, en particular con ayuda de las técnicas de imágenes del cerebro, como la resonancia magnética funcional (fMRI, según sus siglas en inglés). Por ejemplo, se sabe desde mediados del siglo XIX que hay un centro cerebral (el «área» de Wernicke) para la producción del habla y otro (el «área» de Broca) para la emisión del habla. En consecuencia, si estos dos centros se desconectan anatómicamente, el paciente aún puede comprender y formar expresiones lingüísticas, pero no puede emitirlos. Este es solo uno de los numerosos «síndromes de desconexión» que resultan de lesiones cerebrales, como las causadas por ataques, infecciones o fuertes golpes.

Un caso mejor conocido de desconexión es el que sigue: si el cuerpo calloso, el cual une ambos hemisferios cerebrales, no está presente desde el nacimiento o es seccionado quirúrgicamente, el sujeto no puede nombrar los objetos que se hallan en su campo visual izquierdo, porque estos se proyectan en su corteza cerebral derecha, la cual está desconectada de los centros del lenguaje que, en los varones, normalmente se encuentran ubicados en el hemisferio cerebral izquierdo.

Lo opuesto a esta desconexión, a saber, el fortalecimiento del puente interhemisférico, es al menos igual de interesante. Por ejemplo, en tanto que los aficionados escuchan música únicamente con sus hemisferios cerebrales derechos, los músicos profesionales usan ambas mitades. Y la mitad anterior del cuerpo calloso es mayor en los músicos que se iniciaron muy temprano que en quienes no son músicos: crece con la práctica. De hecho, todos los «centros» cerebrales involucrados en hacer música se desarrollan con la práctica (véase Zatorre y Peretz, 2001).

En general, esculpimos nuestros propios cerebros a medida que aprendemos y hacemos: la función construye el órgano al desempeñar esta la función.

La especialización cerebral varía enormemente con la tarea. Algunos «centros» o «áreas» del cerebro humano se especializan en «procesar» (percibir) caras y otras se especializan en lugares. La eliminación o la desactivación temporal de ciertas pequeñas «áreas» corticales tiene como resultado discapacidades lingüísticas tales como la imposibilidad de emitir palabras cortas o palabras que denotan seres vivientes, artefactos, etc. (véase, por ejemplo, Warrington y McCarthy, 1987). Y los desequilibrios de los neurotransmisores de la corteza prefrontal pueden dar como resultado un control cognitivo defectuoso (por ejemplo, distracción y comportamiento socialmente inapropiado).

No solo los grandes conglomerados de neuronas pueden especializarse, sino que también pueden hacerlo las neuronas individuales. Por ejemplo, se ha sabido por cerca de tres décadas que las llamadas «neuronas de rasgos» reaccionan únicamente frente a la presencia de líneas verticales, otras a las líneas horizontales y otras a las líneas diagonales. Una vez más, una neurona determinada aumenta su tasa de disparos cuando el sujeto ve un objeto dado que ya ha visto antes y cuando recuerda el mismo objeto con los ojos cerrados, pero esa misma neurona es insensible a objetos de otro tipo. La localización es tan precisa que «mediante la observación de la actividad de esa neurona, es posible predecir con bastante exactitud lo que el sujeto estaba viendo» (Kreiman, Koch y Fried, 2000: 360).

La neurobiología evolutiva confirma la hipótesis de la modularidad cerebral. En efecto, se ha descubierto que la evolución de las diferentes partes del cerebro de los mamíferos, así como de otras partes del cuerpo, se ha dado en mosaico, antes que de modo concertado (Armstrong y Falk, 1982; Barton y Harvey, 2000). Paradójicamente, esta evolución en mosaico es consecuencia de la interdependencia funcional de los diversos subsistemas del cerebro. Estos no evolucionan todos a la vez, habida cuenta de que no poseen las mismas funciones y no están sujetos a las mismas restricciones de desarrollo. Con todo, cada uno de ellos evoluciona parcialmente en respuesta a la evolución de otras partes del cerebro. La evolución de la mandíbula y los dientes humanos es un claro ejemplo de ello. Nuestras muelas del juicio atestiguan la desigual evolución de nuestras mandíbulas y nuestros cráneos. En efecto, a medida que la capacidad de la caja craneana fue aumentando, las mandíbulas se redujeron hasta que ya no hubo lugar para los molares posteriores: el canal del parto impuso un estrechamiento respecto del tamaño total de la cabeza. (A propósito, esta es

una prueba más a favor de la hipótesis de que la evolución, al igual que la historia humana, es oportunista antes que programada.)

En resumen, a primera vista, la estructura del cerebro pensante es modular. Vale decir, habría un «centro» cerebral para cada «facultad» mental. Esta correspondencia uno a uno se ajusta al ideal reduccionista de un módulo-una función, ilustrado por las hipótesis de un gen-un carácter y una molécula-un desorden mental. Sin embargo, el destino de estas sencillas conjeturas debería funcionar como advertencia. En efecto, hemos aprendido que los genes se presentan en redes, que la deficiencia o el exceso de moléculas de un tipo puede ser necesario pero no suficiente para causar una enfermedad y que el abismo entre *ef ge-* noma y la conducta debe ser llenado por el cerebro. Las cosas y, por ende, sus funciones, se presentan en grupos y niveles. En consecuencia, saltar niveles equivale a una invitación a la esterilidad.

4. La interdependencia funcional de los módulos neurales

El cerebro es, pues, un supersistema constituido por sistemas, cada uno de los cuales desempeña por lo menos una función específica, además de funciones (procesos) genéricas tales como la síntesis de proteínas y hormonas y la participación en el metabolismo. No obstante, esos sistemas no son mutuamente independientes. Por el contrario, la activación de cualquiera de los «centros», «áreas» o «estructuras» probablemente induzca la activación de otros varios centros, cercanos o lejanos. Por ejemplo, cuando hablamos, las «áreas» de Wernicke y de Broca se activan, junto con la corteza prefrontal, el tálamo, el cerebelo y otros órganos. Todos ellos actúan en forma coordinada para una adecuada emisión del habla. La mayoría de ellos, aun el cerebelo, son incorporados también durante el habla interna o silenciosa. Esto es así porque, tal como descubrió Rafael Lorente de No, en 1938, ninguna neurona es una isla. Las neuronas del cerebro están tan densamente interconectadas que la actividad neural, desencadenada por un estímulo en una región cualquiera, rebota por los alrededores durante algún tiempo, estimulando otras áreas del cerebro. La interdependencia funcional es una resultante de la conectividad anatómica.

La interdependencia de las funciones mentales fue un tema central de los psicólogos de la Gestalt -Wertheimer, Koffka y Kohler- así como de Piaget y de Vygotsky. Todos ellos sostuvieron que los procesos mentales son totalidades y, más específicamente, sistemas funcionales. Sin embargo, no ofrecieron una definición clara de este importante

concepto, el cual puede ser elucidado como se hace a continuación (Bunge y Ardila, 1987: 101).

Un *sistema funcional* es una colección de propiedades de un sistema material, tal que, dado cualquier miembro de la colección, hay al menos otro miembro de esta que depende de él. En símbolos autoexplicativos, $F = \{Pe \ P \ I \ (3x)(VP)(3 \ Q) \ [x \text{ es un sistema concreto} \ \& \ Px \ \& \ Q \ e \ P \ \& \ (Px \Rightarrow Qx)]\}$, donde P designa la totalidad de las propiedades del sistema en cuestión. La emergencia, una peculiaridad de toda Gestalt, está tácitamente aludida en la mención de un sistema concreto.

Un ejemplo nuevo y sorprendente de la sistemicidad neural es el que sigue. La percepción de un acontecimiento como una amenaza activa la amígdala, el órgano del miedo y de otras emociones. A su vez, la amígdala emite una señal de regreso a la corteza orbitofrontal, la cual evalúa la amenaza y «ordena» a la banda motora activar los músculos de los miembros para ejecutar la conducta apropiada, como contraerse, dar un respingo, volar o pelear. Cuando al menos uno de los dos órganos está anatómica o fisiológicamente impedido, la percepción de sucesos emocionalmente conspicuos está afectada y, en consecuencia, la respuesta probablemente sea inadecuada (véase, por ejemplo, Anderson y Phelps, 2001).

De tal modo, se ha conjeturado que la agresividad extrema, tal como se da en los psicópatas, puede ser un resultado de una disfunción de la amígdala (véase, por ejemplo, Blair et al, 1999). Pero sería necio culpar únicamente a la amígdala por cualquier crimen: este órgano es solo uno de los muchos subsistemas cerebrales -cognitivos, afectivos y motores- involucrados en ese complejo proceso. También la corteza prefrontal está involucrada en el asesinato a sangre fría, especialmente en su planeamiento. Además, solo unos pocos crímenes, y todos ellos a pequeña escala, pueden explicarse en términos neurológicos. Los crímenes a gran escala, tales como las guerras, los genocidios, las colonizaciones, los ecocidios y los urbicidios, probablemente sean obra de individuos normales desde el punto de vista neurológico. Al fin y al cabo, el éxito en el crimen a gran escala requiere talento.

5. La conciencia: de misterio a problema científico

Todo proceso mental, como el reconocimiento de una cara, la identificación de un sonido, la rememoración de un episodio o la completion de una figura, involucra numerosos módulos cerebrales. Los estudios por imágenes han mostrado repetidamente que este número se incrementa con la complejidad de la tarea y el nivel de conciencia de la ope-

ración. Asimismo, es bien sabido que la práctica reduce el nivel de conciencia necesario para realizar una tarea: piénsese en conducir por una carretera bien conocida, lo cual habitualmente se hace de manera semi-automática. El nivel de conciencia se eleva solamente frente a una emergencia o una maniobra exigente.

La ideación inconsciente, alguna vez el santuario de la fantasía psicoanalítica, es ahora objeto de examen científico. El estudio científico de los procesos mentales inconscientes se inició hace un par de décadas con las observaciones de pacientes con el cerebro dividido. Desde entonces, las diversas técnicas de observación del cerebro por imágenes, tales como las tomografías de emisión de positrones (**PET**)¹² y la *fMRI*, han hecho posible afirmar que alguien siente o conoce algo, aun cuando ella o él no sepa si lo sabe o lo siente. Más aún, dichas técnicas hacen posible ubicar esos procesos mentales de un modo no intrusivo. Un ejemplo reciente es el artículo de Morris, Ohman y Dolan (1998), el cual de forma nada sorprendente no cita un solo estudio psicoanalítico. Echémosle un vistazo.

La amígdala es el pequeño órgano del cerebro que siente emociones tan básicas y antiguas como el miedo y la ira. Si se daña, la vida emocional y social de la persona resultará seriamente limitada. La actividad de la amígdala puede ser monitoreada por un tomógrafo **PET**: este dispositivo permite al experimentador detectar las emociones de un sujeto e incluso ubicarlas a cada lado de la amígdala. Sin embargo, esta actividad neural puede no alcanzar un nivel consciente. En tal caso, solo un buen tomógrafo cerebral puede ayudar.

Por ejemplo, si a un sujeto humano normal se le muestra brevemente una cara airada como estímulo e inmediatamente a continuación una máscara inexpresiva, informará haber visto esta última, pero no la primera. Con todo, el tomógrafo cuenta una historia diferente. Cuenta que, si la cara airada ha sido asociada con un estímulo intensamente molesto, tal como un estallido de ruido blanco de alta intensidad, la amígdala es activada por el estímulo aun cuando el sujeto no recuerda haberlo visto. En síntesis, la amígdala «sabe» algo que el órgano de la conciencia (cualquiera sea este y dondequiera que esté) no sabe.

De ordinario, un elevado nivel de conciencia solamente es requerido por novedades inesperadas y por el esfuerzo deliberado de formular las estrategias exigidas por problemas no rutinarios, tales como la búsqueda de nuevas fuentes de información, nuevos problemas o nuevas conjeturas. Estas tareas, desde la percepción de una figura ambi-

¹² Siglas inglesas de *Positron Emission Tomography*. [N. del T.]

gua, por ejemplo un cubo de Necker, hasta la autocrítica moral no solo requieren de la capacidad para detectar estímulos [*awareness*], sino de autoconciencia [*self-consciousness*]. Todas estas tareas autoconscientes exigen una atención intensamente enfocada y una fuerte motivación, además de la activación de cierto número de módulos corticales, como el *cortex cingulatus* anterior. A propósito, los estudios realizados con *fMRI* muestran que este es el órgano de detección de conflictos cognitivos, como cuando se pide a alguien que lea la palabra *rojo* escrita en verde (Botvinick et al., 1999). Un fenómeno aun más notable es la capacidad para extinguir un reflejo innato, por ejemplo el reflejo vestibulo-ocular (hacer girar los ojos a la vez que se hace girar la cabeza en sentido contrario), a través de la imaginación pura (Melvill Jones, Berthoz y Segal, 1984).

Pero tal vez la manifestación más sorprendente y conmovedora del control autoconsciente haya sido la autoinmolación de los monjes budistas, como protesta contra la guerra de Vietnam. El dualista sostendrá que estas acciones ilustran el poder de la mente sobre la materia. Sin embargo, puesto que la mente inmaterial no puede ser detectada en el laboratorio, el neurocientífico cognitivo preferirá considerar estos portentos del poder de la voluntad como un ejemplo del efecto de la corteza prefrontal sobre el resto del cerebro, en particular sobre la banda motora.

Las consideraciones previas pueden resumirse en dos hipótesis propuestas por Dehaene, Kerszberg y Changeux (1998), que Dehaene y Naccache (2001) enuncian del siguiente modo:

H1 Conexión y coordinación de actividades modulares: «Además de procesadores especializados, la arquitectura del cerebro humano comprende también un sistema neural distribuido o “espacio de trabajo”, con conectividad de larga distancia que potencialmente puede interconectar múltiples áreas cerebrales especializadas de una manera coordinada, si bien variable» (Dehaene y Naccache 2001: 13).

H2 La conciencia emerge bajo la atención: «La amplificación de la atención en sentido *top-down* es el mecanismo por el cual los procesos modulares pueden ser temporalmente movilizados y puestos a disposición del espacio de trabajo global y, por ende, de la conciencia» [*ibid.*: 14].

La unidad subjetiva (o fenomenológica) de la conciencia es, pues, explicada (de manera tentativa) en términos de la interconexión de cierto número de módulos neuronales especializados (o circuitos) del «espacio de trabajo» neuronal. Los módulos de este supersistema no están necesariamente fijos, ni adyacentes unos a otros. Pueden ser itinerantes (Bindra, 1976; Bunge, 1980). Por consiguiente, «el contorno

del espacio de trabajo fluctúa al movilizarse temporalmente diferentes circuitos cerebrales que luego se desmovilizan» (Dehaene y Naccache 2001: 14).

Esto explica no solamente la conciencia, sino también los procesos inconscientes: esos que tienen lugar en conglomerados neuronales que permanecen aislados del «espacio de trabajo», como es el caso de la percepción subliminal (en particular la visión ciega). También explica el papel activo de la conciencia -en contraposición con la mera detección de estímulos [*awareness*]- como control *top-down* de los conglomerados de neuronas de nivel inferior por el espacio de trabajo de nivel superior. (Algunos dualistas han llamado esto «causalidad hacia abajo», afirmando que se trata de un caso de «la mente sobre la materia».) En resumidas cuentas, ahora tenemos el núcleo de una teoría de la conciencia plausible, que explica tanto su función pasiva o de monitor, como su papel activo o de control.

La explicación anterior discrepa del punto de vista de que la conciencia es la actividad de un único supervisor o «ejecutivo central» (véase Silvia Bunge et al., 2000). Esta perspectiva es inconsistente con un extenso cuerpo de datos neurológicos sobre pacientes que sufren lesiones permanentes en cualquiera de los centros del cerebro, pero que han mantenido la capacidad de realizar operaciones mentales que no solo requieren cierto número de «facultades», sino también esfuerzo mental y concentración, vale decir conciencia.

En esta temprana etapa de la investigación científica de la conciencia no necesitamos comprometernos con las hipótesis que acabamos de discutir. Hay conjeturas alternativas plausibles (véase, por ejemplo, Gazzaniga, 2000; Damasio, 2000; Llinás, 2001). Sin embargo, para poder ser considerada científica, toda hipótesis acerca de los estados mentales debe interpretar que estos son estados de conglomerados de neuronas: no hay más mente sin cerebro de lo que hay circulación de la sangre sin corazón, digestión sin visceras o sonrisas sin caras. Hay diversas razones para sostenerlo.

Una de ellas es que disponemos de gran cantidad de pruebas empíricas que apoyan la hipótesis de que los procesos mentales son procesos cerebrales. Por ejemplo, los ajíes y otros alimentos picantes se sienten calientes a causa de que activan las mismas neuronas que detectan el calor y el mentol se siente frío por la misma razón; cada vez que un sujeto informa que ve una cara, su área fusiforme se activa y las decisiones son procesos de la corteza prefrontal. Otra razón es metodológica: los objetos inmateriales, como las incorpóreas almas y los objetos matemáticos, son inaccesibles a la experimentación. Únicamente los objetos materiales son cambiantes y pueden actuar sobre herramientas ma-

teriales tales como los instrumentos de medición. La tercera razón es filosófica: el dualismo psiconeural no es consistente con la ontología de la ciencia, la cual es monista y une la función al órgano. En otras palabras, cualquier psicología o filosofía de la mente que postule que esta es separable de la materia es tan anómala como la biología vitalista.

6. Dos procesos de convergencia

Los psicólogos aprendieron ya hace tiempo que no son los únicos interesados en los procesos mentales. Los neurocientíficos, los lingüistas, los científicos sociales y los expertos en inteligencia artificial también están interesados en la mente. La necesidad de una síntesis se hizo evidente alrededor de 1960. Eventualmente, surgieron dos fusiones bastante distintas, a saber, la ciencia cognitiva y la neurociencia cognitiva y afectiva (o psicobiología). La primera es una síntesis de psicología cognitiva, lingüística e inteligencia artificial. En contraposición, la neurociencia cognitiva y afectiva es la fusión de la neurobiología, la neurología, la psicología, la etología, la lingüística, la psiquiatría, la endocrinología y la inmunología. Más brevemente: en tanto que la ciencia cognitiva no tiene en cuenta el cerebro, su rival centra su atención en el cerebro (véase Bunge, 2001a: 93-96).

Una importante objeción a la llamada ciencia cognitiva —en oposición a la neurociencia cognitiva y afectiva— es que sus practicantes pasan por alto al cerebro, que es el órgano de la mente. Esta exclusión se asemeja a una astronomía planetaria que no prestara atención al Sol. Tal disciplina concebiría las órbitas planetarias como líneas rectas, no como elipses; no podría explicar por qué los planetas solares se encuentran reunidos y toda predicción más allá de unos pocos segundos sería falsa.

La filosofía que subyace en la ciencia cognitiva es el idealismo, el cual —como la mayoría de las religiones— sostiene que la mente es separable del cerebro. En contraposición, la hipótesis materialista de que los procesos mentales son procesos cerebrales ha inspirado la síntesis rival. A propósito, esta hipótesis, comúnmente llamada «teoría de la identidad» es malinterpretada cada vez que se la discute fuera de un amplio marco ontológico. Por ejemplo, Searle (1997), quien prefiere autodenominarse naturalista biológico, antes que materialista, sostiene que el cerebro causa los estados mentales, lo cual es como decir que el sistema digestivo causa estados digestivos o que las ruedas causan estados rotativos. Únicamente los acontecimientos (cambios de estado de cosas concretas) pueden causar otros acontecimientos y es-

to es así por la definición de «causalidad» (véase, por ejemplo, Bunge, 1959a, 1977a).

La hipótesis materialista (emergentista) que subyace en la neuro- ciencia cognitiva y afectiva es que «los sucesos neurofisiológicos del cerebro no causan sucesos mentales, sino [que] los sucesos mentales son una característica de los sistemas neurofisiológicos con determinadas propiedades» (Zeki, 1993: 345).

El desdoblamiento de la psicología en «sin cerebro» y «centrada en el cerebro» es semejante a la división que Wilhelm Dilthey (1959 [1883]) propuso a finales del siglo XIX, entre *Naturwissenschaften* (ciencias naturales) y *Geisteswissenschaften* (ciencias de la cultura). Su idea era que la vida social está dominada por el espíritu (*Geist*), tanto individual como colectivo, de donde los científicos sociales debían centrarse en las ideas antes que en la llamada base material de la vida social (véase cap. 13).

Este enfoque idealista ha mostrado ser bastante estéril, puesto que el agricultor debe cultivar trigo, el molinero debe convertir el trigo en harina y el panadero debe hornear la hogaza, antes que el profesor pueda comer una rebanada de pan. La solución no está en ignorar o bien las cosas materiales o bien las ideas, sino en relacionarlas de manera correcta. Esto vale para individuos, así como para grupos. Y es lo que se espera que haga la síntesis psicobiológica. No obstante, echémosle otro vistazo.

El lector crítico se percatará de dos lagunas en la síntesis psicobiológica: la inteligencia artificial y la sociología. La primera omisión puede explicarse fácilmente. Primero, estamos hablando de ciencia básica, no de tecnología (y la inteligencia artificial es una tecnología). Segundo, que haya futuros desarrollos en inteligencia artificial depende del progreso de la psicología (tanto clásica como neurocientífica), no al revés, porque la meta de la inteligencia artificial es simular la conducta animal y para imitar cualquier cosa se debe conocer algo acerca de ella.

Tercero, la inteligencia artificial se centra en procesos inteligentes —o, más bien, en sus imitaciones artificiales— y, más aún, en procesos dirigidos por reglas (algoritmos). Solo estos últimos pueden ser controlados y puestos a nuestro servicio. Las motivaciones, los sentimientos, las emociones, la espontaneidad, la creatividad y sus parientes no son ni algorítmicos, ni útiles en una máquina. Lo que queremos es que las máquinas sean lo que son: sagaces, quizás, pero sobre todo esclavos insensibles y obedientes que realicen en segundos y sin queja lo que nos tomaría muchos meses y lamentos.

La segunda omisión, la de la sociología, no puede ser explicada del todo. Siempre se ha sabido que, hasta cierto punto, sentimos, pensa-

psicología, inteligencia,
 Figura 12.1a. Ciencia cognitiva:
 cognitiva, artificial
*mente y máquina sin cerebro en
 un vacío social (dualismo).*

lingüística, embriología, farmacología,
 educación, psicología,
 psicología
 psiquiatría
*psicosocial, procesos mentales como
 actividades cerebrales en un
 contexto social (materialismo).*

a
 inmuno
 logía

mos y hacemos lo que hemos aprendido en nuestras casas, escuelas, lugares de trabajo, en la calle y en otros sitios. De seguro, tenemos una cuota de libre albedrío y lo ejercemos cada vez que inventamos, criticamos, nos rebelamos o elegimos seguir nuestro propio camino en un aspecto u otro. Pero la coexistencia social restringe nuestra libertad en algunos sentidos y estimula la originalidad en otros. Todos estos hechos y muchos otros promovieron la fundación de la psicología social científica, en la década de 1920. Recuérdese, por ejemplo, el trabajo pionero de Asch y Sherif sobre los efectos de la presión del grupo sobre la percepción y el juicio, el de Luria y Goody acerca de los efectos de la educación sobre la inferencia, o el de Melzack sobre los elevados umbrales de dolor de los perros criados en aislamiento.

El siguiente problema fue estudiar la neurofisiología de los inputs y outputs sociales del cerebro. Y este problema es abordado por la psico- biología social (o neurociencia cognitivoafectiva social) desde la década de 1980 (véanse, por ejemplo, Cacioppo y Petty, 1983 y Ochsner y Lieberman, 2001). En resumen, la síntesis estimulada por el monismo psiconeural ahora puede representarse por medio de un decágono, uno de cuyos lados, la psicología, es una ciencia biosocial: véase la figura 12.1.

¿Cuál es preferible: el triángulo sin cerebro o el decágono centrado en el cerebro? No deberíamos elegir basándonos únicamente en nuestros puntos de vista filosóficos, ya que estos podrían ser obsoletos o estrechos y, por lo tanto, podrían obstaculizar la investigación en lugar

de tener potencia heurística. La elección debería estar fundada en el desempeño y en lo promisorio de cada una de las síntesis. Ahora bien, hasta un vistazo superficial a la literatura científica contemporánea mostrará un buen número de asombrosos descubrimientos en campos interdisciplinarios tales como la psico-neuro-endocrino-inmuno-far-macología, de los que ni siquiera se tenía sospecha hace medio siglo.

Cuando se fija la atención exclusivamente sobre un único órgano, soslayando a sus compañeros y al entorno en común, no hay incentivo para investigar las relaciones entre función y órgano, entre órgano y órgano y entre órgano y ambiente. Pero estas relaciones pasan a primer plano en cuanto se considera la función como lo que el órgano hace en ambientes diferentes. Vale decir, el cambio de un enfoque sectorial por uno sistémico, seguramente llevará a nuevos descubrimientos. La convergencia *de re* requiere de la convergencia *de dicto* y esta última explica la emergencia.

Comentarios finales

En síntesis, el cerebro es modular. Pero su estructura es integral, no modular, como consecuencia de lo cual la mente es unitaria. Nos sentimos como unidades, antes que como un mosaico de memoria, emoción, cognición, volición, etc., porque el yo es unitario. Esto no equivale a decir que hay una única función mental y mucho menos que la mente y el cerebro son similares. La tesis defendida aquí es que los módulos cerebrales no funcionan independientemente unos de otros: ninguno de ellos funciona en forma aislada de los restantes.

Por ejemplo, la percepción visual normal de una cosa involucra la actividad sincrónica de al menos cuatro «áreas» corticales anatómicamente diferentes: una para la forma, otra para el color, la tercera para el movimiento y la cuarta para la textura (y quizás una quinta para «unir» las otras cuatro). Tal como lo ha expresado Zeki (1993: 334), «la imagen visual integrada del cerebro es el producto de la actividad simultánea de diversas áreas y vías». De igual modo, ejecutar una pieza musical exige la coordinación de muchos sistemas especializados dispersos por todo el cerebro. También parece claro que el estado de autoconciencia se logra únicamente cuando «todos (o, mejor dicho, casi todos) los sistemas están en funcionamiento».

Otro ejemplo: algunos -si no todos- los procesos cognitivos, evaluativos y volitivos están «teñidos» por la emoción y la motivación, así como por la memoria, las expectativas y la atención. O, para decirlo en términos neurocientíficos, algunos -si no todos- los procesos corticales están influidos por procesos límbicos. Y estos están influidos, a su vez, por los primeros. En particular, podemos «reevaluar» nuestras emociones. Es decir, podemos modificar el modo en que nos sentimos cambiando el modo en que pensamos. El trabajo con imágenes de resonancia magnética funcional ha mostrado que este proceso tiene lugar en la corteza prefrontal y en los sistemas vecinos (Ochsner et al., 2002).

Aquí, como en otros casos, la especialización funcional de los diversos módulos o subsistemas suscita el problema de descubrir cómo pueden coordinarse o integrarse esos módulos, vale decir los modos en que interactúan. Lo inverso también es verdad: la

emergencia de una totalidad de cualquier tipo plantea el problema de descubrir sus componentes y los modos en que estos interactúan. O sea, análisis y síntesis son solo caras de la misma moneda. Esto vale para todas las piezas del mobiliario del mundo y, en consecuencia, también para todas las ramas de la investigación. La síntesis o ensamblado, cuando involucra la emergencia, requiere de la convergencia; y la convergencia, a su vez, requiere del análisis, aunque no necesariamente de la reducción.

Convergencia furtiva: la teoría de la elección racional y la hermenéutica

Es bien sabido que la convergencia, combinación o sincretismo de ideas y prácticas originalmente separadas, ha tenido lugar en la historia en más de una oportunidad. La fusión del antiguo cristianismo con el misticismo oriental y las numerosas supersticiones de otrora revueltas en las mistificaciones de la New Age son solo dos conspicuos ejemplos. La convergencia también ha tenido lugar en el transcurso de la historia de la filosofía. Un ejemplo clásico es la síntesis entre la teología cristiana y la cosmología básicamente naturalista de Aristóteles, practicada por Tomás de Aquino. Otro, el intento de Marx de fusionar los principios de la Ilustración con el idealismo de Hegel y el materialismo de Feuerbach. Un tercer ejemplo es la llamada Teoría Crítica, de Adorno, Horkheimer y Habermas, una combinación de Hegel, Marx, Dilthey, Husserl y Freud.

De tanto en tanto, la convergencia se dibuja solo débilmente, hasta que la unidad emerge, claramente, tras el análisis. Un caso reciente de convergencia furtiva es el acercamiento de dos tendencias que fueron consideradas antitéticas por varias décadas: la filosofía lingüística (o del lenguaje ordinario) y el irracionalismo moderno, en particular de la variedad hermenéutica. Esta convergencia aparece en admiradores de Wittgenstein que, por otra parte, son muy diferentes. Por ejemplo, en Peter Winch (1958), quien sostuvo que las ciencias sociales eran redu- cibles a la filosofía del lenguaje; en Georg Henrik von Wright (1971), quien ha defendido el papel de la *Verstehen* (comprensión, empatía o

interpretación) en los estudios sociales; en Richard Rorty (1979), quien afirmó que la investigación es una forma de conversación; y en Latour y Woolgar (1986), así como en otros sociólogos de la ciencia posmer-tonianos, quienes han aseverado que hacer ciencia no es más que realizar inscripciones y negociar en relación con ellas. Esta convergencia no debería sorprender a nadie, habida cuenta de que ambas escuelas, la filosofía lingüística y la hermenéutica, reverencian la palabra.

En lo que sigue examinaré otro caso de criptoconvergencia que a primera vista resulta incluso más sorprendente que los anteriores. Se trata de la cercanía entre dos escuelas (o tendencias o paradigmas) bastante homogéneas e influyentes en el campo de los estudios sociales, a saber, la teoría de la elección racional y la hermenéutica. Comenzaré por recordar sus bien conocidas divergencias, continuaré por mostrar su habitualmente inadvertido trasfondo común y terminaré con un alegato a favor de una tercera vía, el enfoque científico de los hechos sociales.

1. Divergencias y convergencias

La tesis característica de la teoría de la elección racional es que los hechos sociales, ya sean demográficos, económicos, políticos o culturales, únicamente pueden ser explicados fijando la atención en los actores individuales, de los que se debe suponer que procuran maximizar sus utilidades o beneficios esperados, bajo las restricciones propias de sus circunstancias. (Véanse, por ejemplo, Becker, 1976; Booth, James y Meadwell, 1993; Coleman, 1990; Hechter y Opp, 2001; Hogarth y Reider, 1987; Homans, 1974; Moser, 1990; Oison, 1971; Schelling, 1978 y la publicación periódica *Rationality and Society*.)

En contraposición, los hermeneutas sostienen que los hechos sociales son culturales o aun espirituales y simbólicos, y que, por consiguiente, deben ser interpretados como textos, en lugar de ser explicados como hechos objetivos. (Véanse, por ejemplo, Baudrillard, 1973; Bloom et al., 1990; Blumer, 1969; Dilthey, 1959; Fiske y Shweder, 1986; Freud, 1938; Gadamer, 1976; Geertz, 1973; Habermas, 1967; Lacan, 1966; Martin, 2000; Outhwaite, 1987; Ricoeur, 1981; Schütz, 1967 y Taylor, 1971.) Mi inclusión de Freud y Lacan en el movimiento hermenéutico no debería suscitar gestos de sorpresa o desaprobación, habida cuenta de que ambos hicieron mucho por los símbolos, la interpretación arbitraria y las historias, pero nada por el método científico.

En resumen, en tanto que los teóricos de la elección racional consideran a los seres humanos, básicamente, como comerciantes, los hermeneutas los ven como criaturas fundamentalmente simbólicas, más interesadas en las palabras, los rituales y las ceremonias que en el trabajo y las relaciones sociales. Por ejemplo, mientras que los teóricos de la elección racional ven la educación como un intercambio de tareas por promociones, los hermeneutas ven tanto a docentes como a estudiantes solo como usuarios de símbolos. El aprendizaje -del cual se supone que es la función específica de las escuelas- se pierde en ambas

perspectivas. Y cuando se lo confronte con una situación social, el teórico de la elección racional realizará un análisis de costos y beneficios. En cambio, el hermeneuta se preguntará cómo «interpretar» mejor la situación: vale decir, se propondrá adivinar las intenciones de los actores involucrados.

A primera vista, pues, las dos escuelas en cuestión son opuestos polares. De hecho, se oponen la una a la otra en algunos aspectos importantes. Para comenzar, pertenecen a tradiciones rivales: la teoría de la elección racional es heredera de la Ilustración, mientras que la hermenéutica proviene de la Contrailustración, en particular de la filosofía romántica. (Adorno y Horkheimer [1972] dejaron esto bien claro en su ataque a la Ilustración como el origen de todos los males contemporáneos.) En efecto, los teóricos de la elección racional ensalzan la racionalidad, tanto conceptual como práctica, y procuran explicar los hechos sociales. En cambio, los hermeneutas reverencian la *Verstehen*, un ambiguo término que Dilthey entendió como empatía, en tanto que Weber equiparó con «interpretar» (conjeturar, plantear hipótesis) los «significados» (intenciones, motivos, o metas) del actor (véanse Albert, 1994 y Bunge, 1996 por más sobre esta ambigüedad).

Segundo, la teoría de la elección racional es ahistórica: supone que los seres humanos son esencialmente los mismos en todo lugar y en todo tiempo, a saber, sagaces e intrigantes maximizadores de beneficios o hasta capitalistas naturales. En contraposición, la hermenéutica es historicista: enfatiza lo local y contingente, así como el peso de la tradición y el poder de la intuición; y niega que haya características y patrones humanos universales o, incluso, algo semejante a la naturaleza humana.

Tercero, los teóricos de la elección racional escriben de modo claro, en la tradición de Smith, Mill, Marshall y Pareto. En cambio, los hermeneutas prefieren el *chiaroscuro* romántico de sus héroes -Hegel, Nietzsche, Dilthey, Husserl- o hasta de Heidegger, el Príncipe de la Oscuridad. (Recuérdense las quejas de Nietzsche contra la claridad de Mili.) Como consecuencia, a diferencia de los primeros, estos últimos invitan a la reinterpretación y la controversia sin fin. Por otra parte, los hermeneutas pasan por alto la operación legítima de interpretar datos sociales ambiguos tales como los indicadores sociales. Por ejemplo, un rápido aumento de la desigualdad del ingreso puede indicar o bien una veloz modernización o bien, por el contrario, desindustrialización o represión de los sindicatos. Los científicos sociales resuelven estas ambigüedades mediante más investigación de la realidad, no procurando leer las mentes de los actores, especialmente cuando no tienen acceso a ellas.

En cuarto lugar, por su recurso a los números, la teoría de la elección racional atrae a muchos individuos de tendencia procientífica. En contraposición, las personas embebidas en la tradición literaria prefieren la hermenéutica, a causa de su imprecisión conceptual y su analfabetismo matemático, además de su recurso a factores simbólicos, un recurso vacío cuando se pone la doctrina al servicio de un

movimiento político. (La mayoría de los teóricos de la elección racional prefieren la democracia política, aunque solo fuese porque preconizan la discusión racional. En cambio, los fascistas y algunos neomarxistas tienden a simpatizar con la hermenéutica.)

El lector inadvertido se queda, pues, con la impresión de que, mientras que los hermeneutas habitan las alturas humanísticas o incluso literarias, los teóricos de la elección racional moran la modesta cultura de la ciencia o, incluso, de la administración. Con todo, yendo más allá de los estilos y los artículos de posición, entre las dos escuelas emergen algunas notorias semejanzas respecto de importantes asuntos.

En efecto, argumentaré que la intersección entre estas dos escuelas es considerable, puesto que incluye:^{13 14 15 16 17 18}

2. la vaguedad conceptual: obsérvese la ambigüedad de la palabra *Verstehen* y la imposibilidad de traducir el «*verständliche Sinn- zusammenhang*»¹⁹ de Weber en el caso de la hermenéutica y los conceptos mal definidos de utilidad subjetiva y probabilidad subjetiva en la teoría de la elección racional;
3. falta de sofisticación metodológica, en particular con respecto al problema de los indicadores sociales y las dificultades propias del problema inverso Comportamiento —» Intención, que ambas escuelas se proponen abordar;
4. frecuente recurso a argumentos de pretendidas autoridades, tales como Hegel, Dilthey, Husserl o Freud en el caso de los hermeneutas y los microeconomistas neoclásicos en el de los teóricos de la elección racional, y
5. falta de sensibilidad social y, por consiguiente, de responsabilidad moral, cuando recomiendan políticas sociales.

¹³ el individualismo metodológico o procedimiento *bottom-up* (individuo—^sociedad);

¹⁴ el énfasis en los procesos mentales, tales como la evaluación, la toma de decisiones y la «interpretación», en desmedro de las características ambientales, el trabajo, las relaciones de poder y, en general, la estructura social;

¹⁵ una estricta separación entre las ciencias sociales (o de la cultura) y las ciencias naturales, tanto con respecto a sus objetos como a sus métodos;

¹⁶ la arbitrariedad en la atribución de motivos a los actores;

¹⁷ la ausencia de interés por los asuntos macrosociales, tales como las crisis económicas, la guerra, la superpoblación, el desempleo, la pobreza, la desigualdad social, la discriminación por género y la opresión política;

¹⁸ la despreocupación por la puesta a prueba empírica, particularmente por los datos estadísticos;

¹⁹ Literalmente, «contexto de clara comprensión». [N. del X]

Este vasto trasfondo común es la razón de que una mezcla de las dos escuelas -que Martin (2000) ha denominado «pluralismo metodológico»— esté condenada a tener un desempeño tan pobre como el de cada escuela por separado. Por la misma razón, más de un pensador puede ser caracterizado como teórico de la acción racional, así como partidario de la *Verstehen*. Lo anterior le cabe a Pareto (1935), quien ha señalado que aun del supersticioso puede decirse que actúa racionalmente, porque justifica sus acciones en términos de creencias heredadas, como cuando, ante un mar embravecido, los marineros de antaño ofrecían un sacrificio a Poséidon. También le cabe a Popper (1985), quien sostenía que una acción es racional, aun cuando no esté basada en un cálculo utilitario, si es apropiada a la situación en la cual se encuentra el agente, condición que cumple hasta un electrón sujeto a un campo magnético. En síntesis, la razón práctica diluida es difícil de distinguir del significado hermenéutico.

Examinemos a continuación el trasfondo común de las dos escuelas en cuestión y bosquejemos, luego, una alternativa frente a ellas.

2. El individualismo metodológico

La teoría de la elección racional y la hermenéutica comparten el individualismo metodológico. Vale decir, sostienen que, habida cuenta de que los hechos sociales son, en última instancia, el resultado de acciones individuales, deben ser explicados exclusivamente en términos de intereses, preferencias, intenciones y decisiones individuales. Centran su atención en acciones que, si bien están socialmente constreñidas, no están socialmente insertas: el individuo precedería a sus círculos o redes sociales. En otras palabras, tanto los hermeneutas como los teóricos de la elección racional proceden de abajo hacia arriba y, de tal modo, pasan por alto la vía complementaria de arriba hacia abajo.

Al hacer hincapié en los deseos y las metas individuales, el individualismo metodológico pierde de vista el panorama más amplio, aun cuando admita las restricciones institucionales. Exagera el egoísmo en desmedro de la cooperación, subestima la conducta irracional -aunque esta sea omnipresente, incluso entre las personas cultas (véase, por ejemplo, Sutherland, 1995)-, ignora el hecho de que toda meta de un individuo, así como sus correspondientes medios, son hasta cierto punto moldeados por su sociedad (Merton, 1968), se queda perplejo ante la existencia de totalidades sociales, tales como compañías y, aun más importante, pasa por alto los tres pilares de la sociedad: los recursos naturales, el trabajo y las relaciones sociales. El resultado es una comprensión superficial de los hechos sociales y una reacción inadecuada ante ellos.

Resulta interesante que ambas escuelas se hayan apropiado de Max Weber. El motivo de ello es que en sus escritos metodológicos, Weber hizo hincapié en que la acción individual es el punto de partida tanto de la existencia social, como de la teoría social y también que ensalzó el «método» de la *Verstehen* (que obtuvo de

Dilthey a través de Rickert). No obstante, como varios estudiosos han señalado, los escritos metodológicos de Weber contradicen su propia obra científica, la cual procura explicar las instituciones y los movimientos supraindividuales tales como la esclavitud, el capitalismo, el sistema de castas, la religión, la racionalización (modernización), el Estado y la burocracia, sin recurrir a la *Verstehen* (véanse, por ejemplo, Von Schelting, 1934 y Bunge, 1996). Lo que Weber hizo no fue tanto procurar reducir lo macrosocial a lo microsocial, como relacionar estos dos niveles. Este punto merece mayor elaboración.

Las invenciones constituyen una interesante clase de procesos que se inician en el nivel individual y poseen repercusiones sociales. Esto vale no solo para las invenciones de ingeniería, tales como el motor eléctrico y la TV, sino también para las invenciones sociales. Piénsese, por ejemplo, en las escuelas, los hospitales, los ejércitos, la religión organizada, el periodismo, la banca, el comercio exterior, el seguro, la vacunación masiva, el Estado de bienestar, la empresa moderna, la tarjeta de crédito, el comercio a través del correo electrónico o Internet. En todos estos casos y en otros similares, el individuo propone y el mercado dispone. Luego, una vez más, el mercado alienta o desalienta y el individuo responde o no. En todo proceso de innovación hay un intenso toma y daca social, pero no una construcción social, tal como la conciben los constructivistas sociales de moda. Solo los individuos pueden crear o perfeccionar, ya que únicamente ellos poseen cerebros: el mercado solamente puede estimular o desechar.

En resumen, el individualismo, sea de la variedad de la elección racional, sea de la variante hermenéutica, captura solamente uno de los componentes de la vida social, a saber, la acción individual. Pero lo hace de manera incompleta, ya que soslaya los sistemas sociales en los cuales están insertas las acciones individuales. Y desconoce el hecho de que la finalidad de la interacción social es establecer, utilizar o modificar sistemas sociales, a través de la puesta en marcha o el control de mecanismos sociales de diverso tipo, tales como la ayuda mutua, la división del trabajo, los impuestos, el voto, la persuasión y la represión. Más aún, el individualismo introduce de contrabando dos totalidades sin analizar: el marco institucional y la «situación» o estado de la sociedad en un momento dado. En consecuencia, es lógicamente inconsistente y, por añadidura, ofrece un retrato superficial del mundo social.

3. Proceso subjetivo y comportamiento observable

Un individualista metodológico, con toda seguridad, pondrá su atención en las experiencias subjetivas de los actores. Si se trata de un hermenéuta, atenderá o bien a la empatía, como Dilthey, o bien a la invención de conjeturas sobre las intenciones, como Weber. (En cualquiera de ambos casos, emprenderá la interpretación psicológica o atribución de estados mentales, no la interpretación semántica o apareamiento de símbolos con conceptos.) Y si se trata de un teórico

de la elección racional, el individualista pondrá su atención en las (pretendidas) probabilidades de los eventos y sus correspondientes utilidades subjetivas. O sea, en cualquiera de los dos casos el individualista psicologizará, incluso cuando, como hacen Weber y Popper, pueda negar, inconsistentemente (y de forma dogmática), que las ciencias sociales sean reducibles a la psicología.

En ambos casos, el estudioso de la vida social tenderá a exagerar la importancia de los motivos y las decisiones individuales, a expensas de los recursos naturales, el trabajo y el capital (los tres principales factores de producción, para los economistas clásicos, así como para Marx).

No obstante, todos sabemos cuán importantes son estos factores para averiguar qué hacer frente a un problema práctico. Supóngase, por ejemplo, que un administrador considera la posibilidad de comenzar un nuevo negocio —por ejemplo, fabricar ordenadores, automóviles o sofisticados fármacos— en un país del Tercer Mundo. Mucho antes de tomar una decisión, el administrador indagará acerca de la disponibilidad de los recursos naturales necesarios, de la mano de obra calificada y de capital, así como del ingreso disponible de sus futuros clientes, la probabilidad de competir exitosamente con los artículos importados y la posibilidad de obtener privilegios en las tarifas y exenciones impositivas. Sin embargo, este trasfondo está ausente del modelo de elección racional típico, el cual da por sentados la mercancía, sus productores y sus consumidores. También está ausente de las especulaciones hermenéuticas acerca de los símbolos.

El individualista metodológico afirma ser capaz de descubrir lo que habitualmente se supone privado, a saber, las esperanzas, los temores y las intenciones de los individuos —con nombre y apellido o anónimos— que dice estudiar. Si el investigador es un teórico de la elección racional, supondrá que conoce las funciones de utilidad de los agentes en cuestión. Y si se trata de un hermeneuta, afirmará leer esas características del comportamiento a partir de la conducta del actor: cree ser el privilegiado poseedor de una facultad especial, la *Verstehen* (comprensión o interpretación), desconocida para el científico natural.

Pero ¿cómo sabe el hermeneuta que ha «interpretado» correctamente los datos disponibles, vale decir que ha acertado la hipótesis verdadera? No lo sabe, porque carece de estándares o criterios precisos y objetivos para elegir entre las «interpretaciones» (conjeturas) alternativas. Tampoco hay posibilidad alguna de que el hermeneuta produzca tales criterios, porque el concepto mismo de estándar objetivo y universal va a contrapelo de cualquier filosofía centrada en el sujeto.

Un científico diría que la elección de los hermeneutas es arbitraria, a causa de que confían en sus propias intuiciones y, en consecuencia, no ponen a prueba sus conjeturas. Pero esta objeción no preocupa a los hermeneutas, quienes sostienen que las ciencias de la cultura, a diferencia de las ciencias naturales, no pueden guiarse por el método científico, el cual está centrado en el requisito de que las hipótesis pasen algunas pruebas empíricas antes de ser declaradas verdaderas en alguna medida. En síntesis, el hermeneuta pide que confiemos en su palabra, lo

cual es completamente natural para un intuicionista, pero no para un racionalista. (Yéanse más críticas a la hermenéutica en Martin, 2000.)

El teórico de la elección racional, por su parte, no se molesta en conjeturar los motivos particulares de sus actores: decreta que son los mismos para todos y en toda circunstancia. Postula que todos los motivos son básicamente uno, a saber, la maximización de las utilidades esperadas. En tanto que el hermeneuta ofrece cocinar *à la carte*, el teórico de la elección racional ofrece un menú turista de plato único. (El filósofo moral notará el paralelo entre el utilitarismo de actos y el utilitarismo de reglas.)

Ninguna de estas escuelas explica una sola de las grandes transformaciones sociales que no involucraron ni elecciones deliberadas, ni símbolos, tales como la revolución neolítica y la emergencia de la civilización. Así pues, «en cada área del globo, las primeras personas que adoptaron la producción de alimentos [en lugar de la caza y la recolección], obviamente no podían haber estado haciendo una elección consciente o esforzándose conscientemente hacia la agricultura como meta, porque jamás habían visto cultivos y no tenían modo alguno de saber cómo serían» (Diamond, 1997:105).

Ya sea que se trate de un teórico de la elección racional o de un hermeneuta, el individualista metodológico enfrenta el problema de averiguar («inferir») las creencias e intenciones que pueden motivar las acciones de sus personajes. En jerga psicológica (Premack y Woodruff, 1978), debe inventar una «teoría de la mente» para poder «leer» las mentes de otras personas. (Desde el punto de vista metodológico, transforma el problema inverso Conducta —> Intención en una familia de problemas directos de la forma Intención —> Conducta.) Pero, por supuesto, su «teoría» de la mente puede ser falsa. (Peor todavía, nuestro individualista puede ser incapaz de elaborar una teoría puesto que su corteza prefrontal media es defectuosa o está dañada, como en los pacientes autistas.)

A juzgar por la certeza con que emite sus juicios, el creyente en la lectura de la mente no parece darse cuenta de cuán formidable es esta tarea. Y, con todo, este problema era familiar para los exploradores y los primeros habitantes de nuevas regiones. De tal modo, en 1798, el perceptivo temente británico Watkin Tench informaba acerca de los aborígenes australianos (a quienes él llamaba «indios») con los cuales había interactuado en Port Jackson, actual Sydney: «habíamos vivido casi tres años en Port Jackson [...] antes de que supiéramos que la palabra Bee-al significaba “no” y no “bueno”» (tomado de una exhibición en el Museo de Sydney). Y, desde luego, toda persona casada sabe cuántos desentendimientos surgen cotidianamente a partir de la ingenua creencia de que los esposos siempre pueden leer correctamente las intenciones de su pareja a partir de sus caras, manos o palabras sueltas.

Ir de la conducta a la intención es incomparablemente más difícil que hacer el camino inverso. En este proceso, la *Missverstehen* (mala comprensión), es aproximadamente tan frecuente como la *Verstehen*. Uno de los motivos es que los

signos sociales, tales como gestos y expresiones lingüísticas, son contextuales y, por ende, ambiguos. Otra razón es una ley básica de la psicología: probablemente reaccionemos de manera diferente ante el mismo estímulo cuando nos encontremos en estados internos diferentes. Esto vale, a fortiori, para personas diferentes: algunas actuarán motivadas por el interés personal, otras por el compromiso, otras por hábito, otras bajo coerción; algunas racionalmente, otras bajo el impulso de la pasión; algunas por temor, otras por codicia; algunas por razones morales, otras por hipocresía; algunas lúcidamente, otras bajo el autoengaño, etcétera.

En resumidas cuentas, la relación entre conducta y motivación es de una a muchas y, en consecuencia, región de la conjetura tentativa antes que de la intuición fiable. Afirmar que esa relación es de una a una es tanto como ir contra una abrumadora cantidad de pruebas empíricas y simplificar excesivamente un enorme cúmulo de problemas extremadamente complejos.

4. Los problemas inversos

La mayoría de los problemas pueden clasificarse en directos o inversos. Véase la tabla 13.1. La investigación de un problema directo procede corriente abajo, desde las premisas a las conclusiones o de las causas a los efectos. En cambio, la resolución de un problema inverso involucra la inversión de la corriente lógica o causal. Una peculiaridad de los problemas inversos es que, si son solubles, poseen múltiples soluciones. Las ciencias sociales abordan problemas inversos de dos tipos principales: «inferir» (en realidad, conjeturar) la conducta individual a partir de la conducta colectiva y averiguar la intención a partir del comportamiento individual. Ambos problemas se encadenan del siguiente modo:

Conducta colectiva —» Conducta individual —> Intención.

En tanto que la conducta colectiva frecuentemente puede obtenerse de las estadísticas sociales, el comportamiento individual exige o bien la observación directa o bien la conjetura, y la atribución de intenciones requiere de cuestionarios o conjeturas, así como de experimentos, toda vez que ello sea posible. Una vez más, estos son solo casos especiales de problemas de las formas

Observable → *Inobservable*, *Output* → *Mecanismo*
y Efecto → *Causa*,

que aparece en todas las ciencias y las tecnologías.

Estos problemas son tan difíciles como importantes porque, desde luego, explicar un hecho es descubrir su mecanismo y, habitualmente, los mecanismos son inobservables (recuérdese el cap. 1, apartado 5). En consecuencia, el problema no debería ser eliminado en nombre del dogma conductista de que todo lo que importa es el comportamiento observable. Al mismo tiempo, sería necio pasar por alto que el problema es difícil: tanto es así que al procurar resolverlo, frecuentemente confundimos ficción con hecho, como cuando consideramos una acción altruista como un caso de interés personal ilustrado o viceversa.

Por desgracia, los filósofos han permanecido notoriamente silenciosos acerca del tema de los problemas inversos y, por cierto, respecto de los problemas en general. Ni siquiera aquellos que, como Popper, han hecho hincapié en que la investigación se inicia a partir de problemas, antes que a partir de los datos, se han preocupado por la lógica, la semántica, la epistemología y la metodología de los problemas en gene-

Tabla 13.1. Muestra de problemas directos e inversos. La flecha simboliza el flujo de la investigación, desde el problema a la solución.

Directos o hacia delante
Causa Efecto(s)
Código Mensaje
Enfermedad → Síntomas
Ecuación de movimiento
→ Trayectorias Legislación
→ Comportamiento social
Enunciado general Caso
particular Conducta
individual → Conducta de
masas Input → Output
Intención y circunstancia →
> Conducta Cronograma de
fabricación → Producción
Medios → Meta Pasado →
Presente Pregunta →
Respuesta Estímulo
Respuesta Teoría y datos
→ Predicciones Transacción
→ Presupuesto

Inversos o hacia atrás
Efecto → Causa(s)
Mensaje → Código
Síntomas → Enfermedad
Trayectorias → Ecuación de
movimiento Comportamiento
social → Legislación
Caso(s) particular(es) →
Generalización Conducta de
masas → Conducta
individual Output deseado
→ Input necesario
Conducta → Intención y
circunstancia Producción →
Cronograma de fabricación
Meta → Medios Presente
→ Pasado Respuesta →
Pregunta(s)
Respuesta → Estímulo(s)
Datos → Teoría
Presupuesto -r Transacción

ral. (No obstante, véase Bunge, 1967a.) Invirtamos, pues, algo de nuestro tiempo en ilustrar y analizar problemas del tipo inverso, ignorados por la mayoría de los filósofos y los científicos sociales, aunque bien conocidos por los matemáticos, los físicos y los ingenieros. (Desde 1985 existe una publicación periódica especial dedicada a estos problemas, *Inverse Problems*, y el primer congreso internacional sobre ellos tuvo lugar en Hong Kong, en 2002.)

El problema Conducta → Intención es semejante a los de procurar descubrir la forma de un cuerpo a partir de la sombra que proyecta, diagnosticar una enfermedad basándose en sus síntomas, descubrir a los autores de un crimen conociendo su escena, diseñar un artefacto dadas las funciones que se desean de él o conjeturar las premisas de un argumento a partir de algunas de sus conclusiones. Todo problema de este tipo posee o bien múltiples soluciones o bien ninguna. Echémosles un vistazo.

Predecir la conducta de un consumidor conociendo sus preferencias y sus restricciones de presupuesto es un problema directo. En cambio, descubrir las preferencias y las restricciones presupuestarias de un consumidor dada su conducta es un problema inverso. Por ejemplo, ver a un desconocido comprando un par de zapatos baratos puede ser «interpretado» como un indicador de pobreza o de frugalidad, de problemas de liquidez temporales o del deseo de llevar un regalo a una persona humilde. La única manera de averiguar cuál fue el motivo real del comprador es investigar acabadamente sus circunstancias, una tarea que el psicoeconomista y el experto en mercadeo rara vez están en condiciones de realizar.

(A propósito, si bien los científicos sociales no están equipados para investigar motivaciones, deseos, intenciones y otras cosas por el estilo, el psicólogo sí puede ser competente para la tarea. Puede hacerlo, siempre y cuando haga uso de la neurociencia, una ciencia natural. De hecho, los neuropsicólogos lo han hecho durante cerca de medio siglo, utilizando técnicas tales como implantar electrodos en la corteza prefrontal a fin de registrar las descargas neuronales que acompañan la toma de decisiones. También han comenzado a estudiar los mecanismos cerebrales que dan como resultado la conducta social, así como su inhibición, por ejemplo, el papel de la amígdala y de otros «centros» del cerebro en la producción de comportamientos, tanto prosociales como antisociales. Para llevar a cabo su tarea, los neuropsicólogos no recurren solo a los procedimientos electrofisiológicos clásicos, sino también a técnicas de diagnóstico por imágenes, tales como la tomografía computada y las resonancias magnéticas funcionales. De este modo, el neuropsicólogo aventaja al científico social y también al psicólogo social prebiológico, ya que trata los procesos mentales como procesos cerebrales. En comparación, las afirmaciones del creyente en los poderes de la *Verstehen* suenan a pensamiento mágico.)

Un segundo ejemplo es el que sigue. En principio, toda meta de una política pública, tal como el control de la población o la contención de la epidemia de sida,

puede lograrse por diferentes medios, que van desde la educación y los disuasivos económicos, hasta la esterilización forzada y la masacre o, incluso, hasta castigos tan crueles e inusuales como la abstención sexual. Este es un problema de ingeniería social inversa. Y no es ninguna rareza: la mayoría de los problemas tecnológicos son de este tipo. La razón es que, habitualmente, el empleador o el cliente del tecnólogo requieren de la invención de un dispositivo que realice una función dada: ellos solamente especifican el resultado. Piénsese en el diseño de una compañía capaz de producir o vender un bien o servicio determinado, así como de producir un retorno a partir de cierto capital.

Los problemas inversos de las ciencias y tecnologías sociales son más difíciles que los de las ciencias e ingenierías naturales, a causa de la escasez de teorías matemáticas potentes en esos campos. En otras palabras, la escasez de soluciones de problemas directos en los estudios sociales hace más difícil conjeturar las soluciones de los correspondientes problemas inversos.

5. La búsqueda de mecanismos intermedios

Los más importantes y difíciles de todos los problemas inversos son los de descubrir el mecanismo interno que media o interviene entre los inputs y los outputs observables de un sistema. Esta tarea no puede realizarse sin otras hipótesis, aunque solo fuese porque los mecanismos están ocultos en la caja visible. En consecuencia, deben ser conjeturados, incluso si se tiene acceso al interior de la caja, porque el mundo está lleno de entidades y procesos, desde los campos de fuerza hasta las intenciones, que no son directamente observables. (Contrariamente al dicho popular «Lo que se ve es lo que hay», la mayor parte de lo que realmente hay es invisible.) Aun el resolver un problema inductivo en el bajo nivel de una generalización empírica (como en el ajuste de curvas) no nos acerca al descubrimiento de leyes profundas y verdaderas, porque estas describen cosas o procesos que están más allá de la observación. Una generalización inductiva solo plantea el problema de inventar la(s) ley(es) de elevado nivel que implica(n) la primera.

Por ejemplo, la observación de un péndulo o de un oscilador plantea el problema de conjeturar las ecuaciones de movimiento. Las migraciones humanas resultan de motivaciones igualmente inobservables moldeadas por circunstancias políticas y económicas. Las fluctuaciones de la bolsa de valores pueden atribuirse a una combinación de desempeño real y contabilidad —las cuales son indirectamente observables— con la mala información, el temor y la codicia de millones de personas, ninguno de los cuales es directamente observable. En cuanto al mecanismo de los ciclos económicos, nadie parece haberlo descubierto. En particular, los microeconomistas neoclásicos no tienen la menor idea acerca de ello, puesto que fijan su atención sobre individuos que operan en mercados en equilibrio y en un vacío político ideal (véanse más críticas en Bunge, 1998). Un

motivo más de que no puedan descubrir ese mecanismo es que sus teorías contienen únicamente variables observables (cantidades y precios), mientras que rara vez involucran lo que los físicos llaman «la variable independiente», a saber, el tiempo. A propósito, esta limitación a las variables observables es la razón por la cual Marx los llamó «economistas vulgares».

El propio fracaso de Marx en descubrir lo que él llamó «las leyes del movimiento» de la economía capitalista está fuera de discusión. Su afirmación de que esas leyes subyacen a los fenómenos (cantidades y precios) era metodológicamente correcta. La lógica y la semántica explican por qué no podemos ir desde las trayectorias observables a las leyes (problema inverso), sino que debemos proceder en la dirección opuesta (problema directo). La razón lógica es que el razonamiento válido (deductivo) va de lo general a lo particular y no a la inversa. La razón semántica es que los conceptos de elevado nivel que aparecen en las leyes de elevado nivel -tales como masa, energía, anomia, elasticidad de los precios y participación popular- no aparecen en los datos que les son pertinentes y ni siquiera en las generalizaciones de bajo nivel relacionadas con ellos.

El hermeneuta no parece darse cuenta de este elemental punto metodológico. En efecto, cree que puede saltar con seguridad desde la conducta observable hasta los deseos o las intenciones que se encuentran detrás de ella. En cambio, el teórico de la elección racional parece percatarse de este punto, puesto que sostiene ser capaz de deducir la conducta a partir de la pretendida ley universal acerca de la maximización de utilidades esperadas. En otras palabras, mientras que el hermeneuta afirma ser capaz de descubrir las causas a partir de sus efectos, el teórico de la elección racional afirma que conoce a priori la supuesta causa de todos los efectos, a saber, el interés propio.

El problema con el teórico de la elección racional es que da por sentada la supuesta ley. Sin embargo, la «ley» no es universalmente verdadera. En efecto, los economistas experimentales han mostrado que tendemos a minimizar las pérdidas más que a maximizar las ganancias (Kahneman, Slovic y Tversky, 1982). Además, la mayoría de nosotros no puede darse el lujo de tener lo mejor: por lo común, debemos contentarnos con una meta mucho más modesta, la satisfacción, o incluso con salir empatados (March y Simon, 1958). En consecuencia, nuestras preferencias reveladas rara vez coinciden con nuestras preferencias secretas. Peor todavía, a veces nos engañamos a nosotros mismos, otras veces no sabemos lo que queremos y rara vez sabemos con exactitud por qué hacemos lo que hacemos. El conocimiento del yo es tan imperfecto que el antiguo adagio griego «Conócete a ti mismo» aun tiene vigencia. De tal modo, tanto la afirmación del teórico de la elección racional como la del hermeneuta de que pueden descubrir las motivaciones más internas de las personas son equiparables a la presunción del psicoanalista.

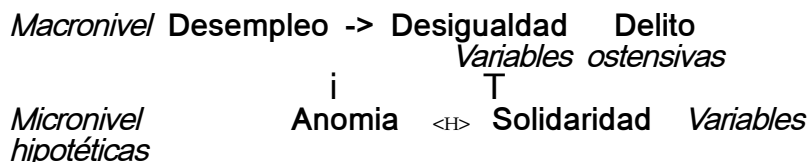
Para concluir con este apartado, ni el teórico de la elección racional ni el hermeneuta logran explicar la conducta de las totalidades (sistemas) sociales

basándose en imaginarias tendencias (o preferencias) e intenciones (o metas) individuales. Fracasen en esta tarea porque se resisten a admitir la existencia misma de sistemas sociales y, como consecuencia, de seguro pasarán por alto los mecanismos (procesos) sociales que hacen funcionar al sistema. (Véanse Bunge, 1999; Hedstrom y Swedberg, 1998; Pickel, 2001 y Tilly, 2001 acerca de la importancia del concepto de mecanismo social en las ciencias sociales.) Y sucede que una explicación propiamente dicha -a diferencia de una mera inclusión en una regularidad— consiste en poner al desnudo los mecanismos (causales, estocásticos, teleológicos o mixtos) que subyacen en la conducta observable. Sin sistema no hay mecanismo y sin mecanismo no hay explicación. Para aclarar este punto y reivindicar el método científico, pasemos a estudiar un caso particular.

6. Ejemplo: la relación entre delincuencia y desempleo

Comenzamos a partir del bien conocido descubrimiento sociológico de que, en una primera aproximación, la delincuencia es una función lineal creciente del desempleo. Se trata de una generalización empírica que exige una explicación, tanto más cuanto existen grandes diferencias entre las tasas delictivas de diversos países. Por ejemplo, la tasa delictiva es mucho mayor en los Estados Unidos que en los países de elevado desempleo y subempleo endémicos, pero que son mucho más cohesivos en los estratos sociales más bajos, como la India y Turquía. En general, la delincuencia es más elevada en las sociedades divididas (donde se espera que cada uno se las arregle por sí mismo) que en las sociedades homogéneas (donde se espera que todos ayuden y controlen a los demás).

Supóngase, entonces, que las pistas de tales diferencias son la desigualdad social, la anomia (el desajuste entre las aspiraciones y los logros) y la solidaridad. Más precisamente, considérese el siguiente diagrama causal de dos filas (o diagrama Boudon-Coleman):



Las variables del nivel superior son observables o casi; las variables del nivel inferior son constructos hipotéticos. Las flechas simbolizan causalidad. En todos los casos salvo el último, un incremento en una de las características causa un incremento en la característica dependiente; en contraposición, una mayor solidaridad (o apoyo comunitario) disminuye la criminalidad.

Las cinco variables son cuantitativas. (En particular, es posible considerar que

la desigualdad social se puede medir por el coeficiente de Gini o el de Theil; la solidaridad, a través de la tasa de participación en trabajos voluntarios; y la anomia, como el promedio de desiderata individuales no cumplidos sobre el número total de desiderata.) En consecuencia, se puede formular y resolver un sistema de ecuaciones algebraicas. Por ejemplo, puede suponerse que la tasa delictiva es proporcional a la anomia total, o sea $C = aA$; que hay un compromiso entre la desigualdad y la solidaridad, es decir $A - bI = cS$ y que, a su vez, I y S son funciones lineales de la tasa de desempleo. Merton le llamaría una «teoría de mediano alcance». Se la puede controlar utilizando tablas de estadísticas sociales para estimar los parámetros.

El sentido de este ejercicio es sugerir que hay una salida para el dilema teoría de la elección racional-hermenéutica: que es posible abordar problemas de teoría social, particularmente problemas del tipo inverso, con las herramientas comunes de la ciencia. La clave es considerar a la sociedad como un sistema con cierto número de rasgos interdependientes en al menos dos niveles, entre los cuales hay un tráfico de doble vía. Esto equivale a reemplazar el input U por el input en dos pasos $U \rightarrow I$ y llenar la caja negra $U \rightarrow C$ con un mecanismo compuesto por dos resortes acoplados: A y S . Véase la figura 13.1.

Figura 13.1. (a) Descripción de caja negra; (b) Explicación de caja translúcida.

Aun este modelo es demasiado simple para ser realista (verdadero). Además, abarca solamente la delincuencia «honesta», la que es suscitada por la desigualdad (real o percibida), no incluye la delincuencia corporativa. Pero una de las bien conocidas ventajas de los modelos matemáticos (o al menos matematizables) sobre los verbales es que sus limitaciones y defectos son evidentes y pueden ser ubicados con precisión; en consecuencia, pueden ser puestos a prueba y reparados. En contraposición, la imprecisión y ambigüedad de los modelos verbales puede dar lugar a ásperas, interminables y estériles controversias.

Nuestro modelo de la relación entre criminalidad y desempleo, así como cualquier refinamiento de este, discrepa con el punto de vista de la elección racional, que considera la delincuencia como un oficio elegido libremente en el pretendidamente libre mercado de trabajo (por ejemplo, Tsebelis, 1990). El modelo se opone igualmente a cualquier historia ad hoc que los teóricos de la *Verstehen* y los psicoanalistas puedan inventar para explicar la conducta del delincuente particular. Ninguna de las dos explica el hecho de que la gran mayoría de los delincuentes son rateros o asaltantes ocasionales, carentes de habilidades y que actúan mayormente en forma impulsiva, en lugar de criminales arteros y endurecidos, expertos en estimar utilidades esperadas y dignos de Sherlock Holmes.

Comentarios finales

Raymond Boudon (2002) ha sostenido que la sociología actual está dividida en cuatro diferentes tipos ideales: informativa, crítica, expresiva y cognitiva. La primera se limita a los datos, la segunda exhibe los defectos del orden social, la tercera apunta a suscitar emociones; tan solo la cuarta procura explicar los hechos sociales y es, por ende, la única que «realmente importa». Creo que la tipología de Boudon es esclarecedora y estoy de acuerdo con su acusación a la escuela «expre-

siva», la cual es una rama de la literatura, aun cuando los novelistas Honoré de Balzac, Charles Dickens, Leo Tolstoi, Benito Pérez Galdós, Eça de Queirós, G. Bernard Shaw y Mario Vargas Llosa fueron, con seguridad, más objetivos y agudos que Erving Goffman, Jean Baudrillard o Clifford Geertz.

No obstante, hay otra división en la literatura social que es al menos tan importante como la de Boudon, a saber, la de científico (o riguroso o duro) y no científico (o impreciso o blando). Los autores de la primera clase, como Tucídides, Ibn Khaldun, Tocqueville, Durkheim, Weber, Keynes, Merton, Dahl y Coleman, investigaron de manera científica e imaginaron hipótesis pasibles de ser puestas a prueba acerca de los mecanismos que subyacen en los hechos sociales. Por desgracia, la enorme mayoría de los filósofos ignoran este tipo de estudios sociales y simpatizan o bien con la teoría de la elección racional o bien con la hermenéutica, ninguna de las cuales es científica.

A primera vista estas dos escuelas son mutuamente excluyentes. Por una parte, la teoría de la elección racional parece científica, mientras que la hermenéutica es libresco o hasta literaria. Por otra, en tanto que los hermeneutas hacen hincapié en lo local, lo particular, la contingencia y la historicidad, los teóricos de la elección racional enfatizan la «racionalidad» económica (interés propio) y la consideran el primer motor universal y ahistórico. Por consiguiente, proponen una teoría de talle único, lista para su uso inmediato en todos los campos de investigación social, desde la antropología y la demografía, hasta la ciencia política y la historia. Así, los que, entre ellos, son economistas, favorecen también una estrecha chaqueta de talle único llamada «Consenso de Washington», diseñada para controlar las economías de los países, sin importar su historia, nivel de desarrollo ni aspiraciones.

En síntesis, hay claras diferencias entre las dos escuelas en cuestión. La más conspicua de ellas es que los teóricos de la elección racional, a diferencia de los hermeneutas, aceptan abordar todo tipo de problemas y embarcarse en discusiones racionales. No obstante, el trasfondo común de estas escuelas competidoras es mucho mayor de lo que sus seguidores creen. En primer lugar, ambas se centran en el actor: pasan por alto los sistemas sociales y, en consecuencia, las estructuras y los mecanismos sociales, así como las crisis y reformas sistémicas. Segundo, ambas escuelas son aprioristas y confían en la autoridad más que en la observación. En otras palabras, ninguna de ellas utiliza el método científico. En tercer lugar, y como consecuencia de las dos características mencionadas, ninguna de las escuelas en cuestión ha tenido éxito en explicar un solo rasgo macrosocial, por ejemplo el aumento en la desigualdad de los ingresos que ha acompañado el incremento de la productividad, los beneficios de las compañías y la globalización, la renovada intimidad entre la política y la religión o las distorsiones del proceso democrático debidas a los grandes negocios.

Ninguna de estas escuelas ha explicado, tampoco, un solo proceso o movimiento megasocial, como los ciclos de los negocios, el incremento de la

desigualdad en el ingreso que a menudo acompaña el incremento de la productividad, el colapso del imperio soviético, la norteamericanización (alias globalización), el *revival* de los nacionalismos étnicos, el cambio de fortuna de la democracia en el Tercer Mundo, la continuación unilateral de la carrera armamentista, la comercialización de la política, la explotación política del miedo y el prejuicio racial o el surgimiento del fundamentalismo religioso en lo que se supone es la era de la ciencia y la tecnología. Parece obvio que cualquier teoría social que no sea capaz de habérselas con estos problemas globales no vale la pena. Con todo, en el campo de los estudios sociales, la tradición parece pesar tanto o más que una lápida, puesto que los controles con la realidad -las pruebas de la verdad— rara vez se realizan.

Si, como sostengo, ambas escuelas han fracasado en predecir o siquiera explicar una sola cosa interesante, entonces necesitamos mirar hacia otra parte, más allá de los individuos. En capítulos anteriores he argumentado que el enfoque adecuado está centrado en los sistemas y sus mecanismos, es decir el proceso que los hace funcionar. La adopción consistente de esta alternativa, junto con el método científico, debería poner a tono las ciencias sociales con la estrategia que ha tenido éxito en la matemática, las ciencias naturales y las tecnologías, todas las cuales, salvo la física de partículas elementales, estudian sistemas. Además, esta estrategia debería mejorar la eficiencia de las tecnologías sociales, en particular, la elaboración de políticas públicas, ya que el objetivo de todas ellas es diseñar o rediseñar sistemas sociales, así como mantenerlos y reorganizarlos.

Sin embargo, habida cuenta de la recurrencia periódica de los infructuosos intentos de explicar todo lo social en términos de teorías para todo uso (o «grandes teorías»), se debe hacer hincapié en que el sistemismo genuino no es una teoría, sino un enfoque para los problemas y, de tal modo, una envoltura para toda una familia de teorías. Si se lo prefiere, se trata de una teoría hipergeneral que -como la teoría de los autómatas, la teoría de la información y la teoría general del control- solo puede ser puesta a prueba a través de las teorías contrastables que genera (véase Bunge, 1973b). Por lo tanto, no se trata de un sustituto para el laborioso descubrimiento de hechos y la teorización social fundada. En efecto, el enfoque sistémico es consistente con diversas teorías orientadas a explicar el todo por sus partes, así como las partes por el todo o, si se lo prefiere, teorías alternativas acerca de vínculos entre lo micro y lo macro.

Todo investigador científicamente orientado sabe que la elección entre teorías alternativas, sistémicas o de otro tipo, acerca de cualquier conjunto de hechos sociales, es una tarea para la investigación empírica antes que para la controversia filosófica o ideológica. El teórico propone y el investigador empírico dispone. No obstante, este último no se embarcará en un proyecto de investigación interesante y promisorio a menos que sea lo suficientemente realista como para poner atención a los individuos en sus sistemas, en lugar de en los individuos o en totalidades no analizadas. Después de todo, un punto de vista irrealista le impide a uno enfrentar

la realidad. La secuencia real no es, entonces, ni

Hechos —» Teoría (empirismo clásico) ni

Teoría —> Hechos (racionalismo clásico).

En lugar de ello, la secuencia real es la propuesta por el realismo científico (Bunge, 1967a; Mahner, 2001):

*Fondo de conocimiento² y Enfoque —> Problema —> Investigación
Empírica o Teórica —> Teoría Corregida o Nuevos Hechos.*²⁰

²⁰ O conocimiento antecedente. (N. del T.)

La convergencia como confusión: el caso del «puede ser»

Hasta el momento hemos estado ocupados con el acercamiento -correcto o incorrecto— entre ideas, enfoques, teorías o campos de investigación enteros, claros y distintos. Este capítulo tratará de una convergencia de tipo diferente, a saber, la confusión. Más particularmente, examinaremos la confusión entre diversos miembros de la vasta familia de conceptos que subyace en la inocente expresión «puede ser», tales como posibilidad, probabilidad²¹, probabilidad, frecuencia, placibilidad, verdad parcial y credibilidad. Estas confusiones, propias del lenguaje común, han suscitado algunos juegos filosóficos y hasta toda una industria académica.

La confusión probablemente* aparezca en los comienzos de una línea de investigación, como cuando el concepto de energía fue inicialmente confundido con el de fuerza y el de estructura genética con el de información. Pero también puede haber confusiones a mitad de camino, luego de que las ideas precursoras ya han alcanzado cierto grado de madurez. Un caso claro de este tipo de convergencia es la popular confu-²¹

²¹ En el original, *likelihood*. Tanto *likelihood* como *probability* se traducen al castellano como «probabilidad», por lo que de aquí en adelante distinguiremos entre «probabilidad» (*likelihood*) y «probabilidad» (*probability*), convención que mantendremos para palabras relacionadas, tales como «probable'''» (*likely*), «probable» (*probable*), improbable'' (*unlikely*), etc. Las diferencias entre los conceptos designados se explican en el texto, especialmente en el apartado 3. [N. del T.]

sión entre los siete conceptos anteriormente mencionados. Esa confusión no es únicamente un producto del descuido, el cual podría ser corregido con auxilio de un buen léxico filosófico. También es el origen de interesantes problemas filosóficos y hasta de cuatro industrias académicas: la lógica inductiva y la lógica probabilista, la epistemología y la metafísica.

En el lenguaje común, a menudo confundimos los siete sustantivos en cuestión. Por ejemplo, a veces se dice que un evento dado es probable, cuando en realidad se quiere decir que es probable", frecuente o aun solamente posible; o que cierta proposición es probable, cuando lo que se intenta decir es que es plausible o, incluso, aproximadamente verdadera. También se dice que los acontecimientos se presentan en tres grados: posibles, probables y ciertos. Pero, desde luego, estas son categorías totalmente diferentes: la primera es ontológica, la segunda es matemática y científica y la tercera, psicológica.

Algunas de estas confusiones son propias de la lógica modal, donde «posiblemente/?» puede significar tanto que *p* es plausible como que es concebible. (En el mismo contexto, «necesariamente/» puede significar que *p* es una consecuencia válida de algunas premisas o bien que el hecho informado por *p* ocurrirá con seguridad en algún mundo de fantasía.)

La escuela bayesiana (o subjetivista o personalista) de estadística consagra algunas de estas mismas confusiones. En efecto, según esta escuela, puede asignarse una probabilidad a todo acontecimiento y a toda proposición, si bien de una manera subjetiva o intuitiva y, por ende, arbitraria. Las teorías de la elección racional, tales como la microeconomía neoclásica y la teoría de juegos, agravan el problema al multiplicar probabilidades subjetivas por valores (utilidades) subjetivos, para obtener utilidades esperadas. Esta mezcla es particularmente explosiva, a causa de la tendencia humana de sobrestimar la probabilidad" de los sucesos muy valiosos, así como la de los muy perjudiciales (Tversky y Kahneman, 1982). Esta irracional tendencia hace que ciertas personas compren billetes de lotería y que otras eviten los viajes en avión.

Mis objetivos, en este capítulo, son llamar la atención sobre tales confusiones y contribuir a evitarlas mediante la exactificación de algunos de los conceptos en cuestión. El concepto emparentado de verdad parcial o aproximada será abordado en el próximo capítulo.

1. La posibilidad lógica

Todo el mundo acepta la centenaria distinción entre posibilidad *de dicto* o posibilidad lógica y posibilidad *de re* o posibilidad fáctica. Sostengo que el primer concepto no es un objeto de investigación interesante, a causa de que es reducible a los de pertinencia y consistencia. En efecto, habitualmente se dice que un constructo es lógicamente posible, en un contexto dado, si no introduce impertinencias o contradicciones en el contexto. Obviamente, no es necesaria ninguna teoría especial -entre ellas, ninguno de los 256 sistemas lógicamente posibles de la lógica modal— para elucidar este concepto de posibilidad, que es

bastante trivial. Tampoco es necesario ninguno de estos cálculos para elucidar el concepto de posibilidad como consistencia, puesto que este último pertenece a la metalógica estándar.

Afirmo que los conceptos de posibilidad interesantes son ontológicos y epistemológicos, no lógicos. Vale decir, únicamente los hechos y nuestro conocimiento de ellos son posibles o imposibles de un modo interesante. Para fundamentar esta afirmación, permítaseme comenzar distinguiendo entre los hechos y las proposiciones que los describen, en particular, los datos. (En el lenguaje ordinario, desafortunadamente, «hecho» a menudo se identifica con «dato».) Más aun, permítaseme proponer la convención de que un hecho es la existencia de una cosa concreta (material), tanto en un estado determinado como en un proceso (cambio de estado). En otras palabras, sostengo que solo los estados y los sucesos son (realmente) posibles (o imposibles). Por ejemplo, es posible que este libro sea leído por alguien, pero para alguien analfabeto es imposible leerlo. De igual modo, es realmente posible que un gen sufra una mutación y que una neurona se dispare espontáneamente. Este concepto ontológico de posibilidad no es elucidado por la lógica modal. En efecto, tanto en la ciencia como en el conocimiento común «El hecho/puede ocurrir» es equivalente a «El hecho/puede no ocurrir». En cambio, en la lógica modal, «Posiblemente *p*» no es equivalente a «Posiblemente no *p*».

En contraposición, los conceptos, las proposiciones, las clasificaciones y las teorías, cuando se los considera en sí mismos, no son posibles ni imposibles: o bien están disponibles o bien no lo están. Y, desde luego, son concebibles o inconcebibles dentro de ciertos contextos; pero concebir, al igual que creer y dudar, es un proceso mental y, por lo tanto, se encuentra más allá de las competencias de la lógica y la matemática. En otras palabras, la elaboración de cualquier constructo es un proceso y, como tal, puede ocurrir en ciertos cerebros bajo ciertas circunstancias. Pero la lógica y la matemática no se interesan por los procesos: fingen tácticamente que todos los constructos pertinentes son dados. (Véase Bunge, 1997b, acerca del ficcionismo matemático moderado.)

Mucho de lo anterior vale para la chachara sobre mundos posibles, como cuando, siguiendo a Leibniz, se dice que las tautologías (verdades lógicas) son válidas en todos los mundos posibles. En realidad, esto significa solamente que la interpretación de las variables de predicado que aparecen en las fórmulas en cuestión es inmaterial o que las fórmulas son válidas para todas las interpretaciones de los símbolos de predicado. Tal como admitieron Hughes y Cresswell (1968: 75): «quizá alguna frase como “estado de cosas concebible o imaginable” transmitiría mejor la idea [de mundo posible]».

Considérese, por ejemplo, la diferencia entre los vínculos concebibles y los vínculos reales entre $N > 1$ elementos de cualquier clase: individuos o conjuntos, concretos o abstractos. El número de diadas concebible entre ellos es $P = (1/2)N(N-1)$. En cambio, el número efectivo de vínculos es un número A , comprendido entre 0 y P , que depende de la naturaleza de los elementos. La conectividad de un conjunto dado se define como la razón $K = A/P$ del número efectivo A de vínculos,

dividido por su número posible P . (Obviamente, $0 < K < 1$.) Esta razón, bien conocida por ecólogos, sociólogos y otros investigadores de redes de diversos tipos, subraya las radicales diferencias entre realidad y posibilidad, así como entre hecho y ficción. (Además, es una medida o indicador práctico, aunque simplista, de la sistemicidad, cohesión o integración de una colección de elementos.)

En física, a menudo se llama «virtual» a lo que es conceptualmente posible, como en los casos de «desplazamiento virtual» e «imagen virtual». Esta distinción se halla en el núcleo de los enunciados legales más generales, a saber, los principios variacionales, tales como el principio de acción mínima de Hamilton en la mecánica y el principio de tiempo mínimo de Fermat en óptica. En efecto, estos principios separan la trayectoria efectiva o real de las infinitamente numerosas trayectorias concebibles (geométricamente posibles) entre dos puntos cualesquiera (véase, por ejemplo, Lanczos, 1949).

A pesar de ello, algunos filósofos, comenzando con Saul Kripke hace cuatro décadas y culminando en el presente con David Lewis, se rehúsan a distinguir entre existencia conceptual y existencia real. O sea, no distinguen los constructos de las cosas concretas (materiales) y, como consecuencia, tampoco distinguen entre posibilidad conceptual y posibilidad real. Estas confusiones los han llevado a sostener «la tesis de que este mundo del cual somos parte es solamente uno de entre una pluralidad de mundos y que quienes habitamos este mundo somos solo unos pocos de los habitantes de todos los mundos» (Lewis, 1986: vii). ¿Cómo lo saben? Sería sencillamente imposible que lo supieran, ya que, por hipótesis, los «mundos paralelos» acerca de los cuales fantasean se encuentran causalmente aislados unos de otros y, en consecuencia, resultan empíricamente inaccesibles desde el único mundo que conocemos.

No es así como trabaja la ciencia. En efecto, la ciencia presupone la unicidad del mundo y procura comprenderla; y la tecnología diseña cosas terrenales posibles. Al confundir hecho y ficción y al postular la pluralidad de los mundos, la metafísica de los mundos posibles se revela como una ficción ociosa. Sería más interesante y provechoso imaginar mundos realmente posibles, mundos con aparatos e invenciones sociales asombrosos, aunque sin miseria y sin guerra. Tales mundos terrenales posibles son los que el admirable genetista, fisiólogo y estadístico J. B. S. Haldane concibió en su libro *Possible Worlds* (1927).

Con todo, si bien resulta inútil para la filosofía, la metafísica de los mundos posibles ofrece tentadoras posibilidades teológicas, tales como numerosas teologías de muchos dioses. En particular, cada uno de los infinitamente numerosos universos paralelos podría tener (¿o debería tener?) su propio Cristo, con todo y crucifixión, resurrección, apóstoles, Iglesia, papas, cismas, cruzadas, Inquisición, método de tortura favorito, etcétera.

La interpretación de muchos mundos de la mecánica cuántica (Everett, 1957) no hace un mejor papel. En efecto, supone que cada vez que se realiza una medición, el universo se ramifica en cierto número de mundos mutuamente independientes, tantos como sea el número de posibles resultados de la medición.

Considero que esto es ciencia ficción. Primero, confunde posibilidad con realidad. Segundo, viola el principio de conservación de la energía. Tercero, es inaccesible a la prueba empírica, puesto que los universos paralelos no pueden comunicarse entre sí. Cuarto, es inútil, porque no predice cosa alguna además de lo ya predicho por la teoría estándar. Por lo tanto, un teórico cuántico puede jugar con esta descarriada teoría durante los fines de semana, siempre y cuando mantenga la cordura en los momentos de trabajo. Y los experimentales no necesitan preocuparse en modo alguno por esta fantasía, aunque fuese únicamente porque sus subsidios de investigación apenas les alcanzan para arreglárselas con un solo mundo.

En cuanto al concepto de necesidad lógica, por cierto, es necesario, pero se lo define habitualmente en términos no modales, a saber, de este modo:

La proposición p es *lógicamente necesaria* en la teoría T si L es la teoría lógica que subyace en T y p es deducible (demostrable) en T con auxilio de L . Abreviando: $T \vdash_L p$.

¿Y qué hay de los conceptos de deducibilidad (o demostrabilidad) y definibilidad, los cuales, prima facie, son irreductiblemente modales? Lo son, efectivamente, en un contexto epistemológico, pero no en la lógica estándar. Aquí son elucidados de forma no modal. Por ejemplo, se dice que la proposición/? es *lógicamente deducible* del conjunto B de proposiciones, si B contiene las premisas que implican p según las reglas de inferencia de L . Del mismo modo, se dice que el concepto (predicado o conjunto) C es (explícitamente) *definible* en el cuerpo B , si C no es primitivo (indefinible) en B y B contiene el *definiens* de C . Pero, por supuesto, el proceso epistémico de realmente derivar o definir un constructo tiene lugar en el cerebro de alguien y es, por consiguiente, un hecho. Por lo tanto, es legítimo atribuirle posibilidad real (fáctica), la cual depende de que el cerebro en cuestión esté adecuadamente equipado, motivado y socialmente situado.

Las modalidades epistémicas y metodológicas, tales como la cognoscibilidad y la posibilidad de puesta a prueba, pueden ser desmodalizadas de manera parecida. Por ejemplo, se puede decir que un elemento dado es cognoscible para los animales de un tipo determinado si estos tienen acceso a información y medios de ciertos tipos. La posibilidad real está involucrada de manera tácita, porque los animales de marras pueden hacer uso de la información y de los medios en cuestión o no. Más sobre esto a continuación.

2. La posibilidad real

Lo que propongo es, pues, que el operando del operador modal «posible» sea limitado a hechos, ya en el mundo externo ya en la mente. Vale decir, la / en el enunciado «/ es posible» -o, en forma abreviada, « Pf »— debe nombrar un hecho, no una proposición. (En otras palabras, P mapea hechos en proposiciones modales.)

En el conocimiento ordinario y en la metafísica basada en él, no se considera

necesario el conocimiento empírico especializado para determinar cuáles hechos son realmente posibles y cuáles no. ¿Acaso no sabe todo el mundo que los gorriones pueden volar, en tanto que los cerdos no? De tal modo, Lowe (2002: 11), quien considera a la metafísica una disciplina a priori, nos informa que lo que le interesa es «hacer un mapa de las *posibilidades* de la existencia real». De acuerdo con ello, los metafísicos estarían capacitados para decidir si son realmente posibles los viajes a través del tiempo, el oro a partir del plomo, los centauros, la telepatía y otras cosas por el estilo. Se nos está invitando a regresar a la Edad Media.

En contraposición, en las ciencias se acepta tácitamente la definición de posibilidad real como legalidad fáctica, vale decir compatibilidad con leyes objetivas, tales como la ley de conservación de la energía o la ley de que las organizaciones declinan a menos que sean reformadas de tanto en tanto. La posibilidad fáctica es, por lo tanto, idéntica a la legalidad. En consecuencia, solo los científicos pueden determinar, por ejemplo, si un determinado salto cuántico, compuesto químico, organismo o proceso social es realmente posible.

En obvios símbolos:

f_b — estado o cambio de estado de una cosa b de un tipo dado,

L = ley correspondiente a las cosas del tipo dado, como en $Lb = (Ab \Rightarrow Bb)$, un caso de « $\forall x Lx = \forall r (Ax Bx)$ ».

$Pf_b =_{\text{def}} \exists L (L \text{ es una ley} \ \& \ Lb)$.

Ejemplo: f_b = estado o cambio de estado de un sistema material cerrado b ; y $Lx = \{\text{Cerrado } x \Rightarrow [\text{Energía de } x = \text{const}]\}$.

Un *hecho imposible* es, desde luego, uno que no es realmente posible. Por ejemplo, la creación de energía es imposible porque contradice la ley de conservación de la energía. Lo mismo vale para los saltos cuánticos excluidos por las llamadas reglas de selección, así como para el «desrevolverse» espontáneo de los huevos, la inmortalidad humana, la levitación y la telepatía. En contraste, una montaña de oro, si bien es algo improbable, no es imposible: no hay una ley de la naturaleza que «prohíba» un filón de oro grande como una montaña. A propósito, este es uno de los ejemplos habituales en el repertorio de los filósofos que, desde Alexius Meinong hasta Richard Routley, se han sentido fascinados por los *impossibilia*.

Otro ejemplo muy utilizado es el del «cuadrado redondo». Pero este caso pertenece a una categoría totalmente diferente, a saber, la de las expresiones lingüísticas que pueden ser emitidas o escritas, pero que o bien son autocontradictorias o bien no tienen sentido. Todos los *impossibilia* son, ciertamente, objetos de discurso, pero pertenecen al género de ficción, junto al Vizconde Demediado y al Caballero Inexistente de Italo Calvino.

¿Y qué hay con la necesidad fáctica? El concepto de necesidad que con frecuencia se utiliza en ciencia y tecnología es este: un hecho es *realmente necesario* (u ocurrirá necesariamente), si a) para comenzar es realmente (nomológicamente) posible y b) se dan las circunstancias concomitantes de su

ocurrencia (tales como las condiciones iniciales y de contorno). En símbolos autoexplicativos:

$$Nf_b = {}_{di}Pf_b St Cf_b.$$

Por ejemplo, si se lanza una moneda en un campo gravitatorio (circunstancia), esta caerá necesariamente, pero no lo hará si es lanzada en una estación espacial. Una vez más, todos estamos condenados a morir, a causa del desgaste y deterioro inexorables, la limitada capacidad de autorreparación, la muerte celular programada y los accidentes, tanto internos como externos. (A propósito, la existencia de tales mecanismos muestra lo inapropiado del inductivismo, que alimenta esperanzas irracionales acerca de la inmortalidad. «Todos los hombres son mortales» es una ley, no una mera generalización empírica con posibles excepciones.)

Nuestra definición de necesidad real solo es válida para las leyes causales (no probabilísticas). En el caso de las leyes probabilísticas, como las de la física cuántica y la genética de poblaciones, la ocurrencia de circunstancias favorables tendrá como resultado solo hechos contingentes. Estos ocurren únicamente en un porcentaje dado de los casos en los que se presentan las condiciones adecuadas. Tenemos, de tal modo, la siguiente división de la totalidad de los hechos reales (Bunge, 1976: 20):

	Posibilidad
determinista	

Posibilidad aleatoria

Resulta interesante notar que la posibilidad aleatoria y la necesidad real (por oposición a la necesidad lógica) no son mutuamente excluyentes. En efecto, según

	Hechos necesarios
Realidad efectiva	
	Hechos contingentes

la física estadística, todo lo probable con seguridad ocurrirá y volverá a ocurrir, siempre y cuando, para comenzar, pertenezca a la clase de los acontecimientos repetibles. Esto se halla en total oposición respecto de la incompatibilidad entre posibilidad y necesidad en la lógica modal. Pero ello resulta comprensible, ya que esta teoría no contiene los conceptos de suceso recurrente ni de tiempo. Por no tener acontecimientos ni tiempo, no puede ser pertinente para comprender el mundo real.

Obviamente, la necesidad fáctica implica la posibilidad fáctica: $Nf_h \Rightarrow Pf_b$. En otras palabras, lo que ocurra o vaya a ocurrir era, para comenzar, posible. Esta es una versión ontológica de la ley de Aristóteles, compartida por todos los sistemas de lógica modal, a saber, $p \Rightarrow 0 p$. Las fórmulas restantes de las diversas lógicas modales son inútiles, porque los conceptos ontológicos y científicos de ley y circunstancia no aparecen en ellas.

En particular, no necesitamos fórmulas tan bizantinas y difícilmente comprensibles como «Cualquiera sea el caso, es necesariamente posible», «Todo lo necesario es necesariamente necesario» y «Todo lo posible es necesariamente posible», todas las cuales están incluidas en el sistema de lógica modal S5.

De manera nada sorprendente, la lógica modal no ha encontrado más uso en la ciencia fáctica que el que tiene en la matemática estándar. Se trata solo de un juego académico con diamantes falsos y cajas de papel. La lógica modal tampoco tiene uso alguno en la tecnología o en la filosofía práctica, puesto que estas incluyen el concepto de factibilidad. Este consiste en la capacidad para realizar una intención o un plan. La factibilidad puede ser técnica, económica o moral. La factibilidad técnica equivale a la compatibilidad con la tecnología en su estado actual. La factibilidad económica es la posibilidad de afrontar el gasto o inversión. Y la factibilidad moral equivale a la consistencia con la moralidad presupuesta. Ninguno de estos tres conceptos de factibilidad debe cosa alguna al concepto de posibilidad lógica.

En conclusión, en tanto que el proyecto de una metafísica científica es promisorio (Peirce, 1965; Bunge, 1971), el de una metafísica no científica no lo es.

3, La probabilidad"²²

Usualmente, algunos acontecimientos tienen mayor probabilidad" de ocurrir que otros. Vale decir, de dos sucesos cualesquiera (de igual o diferente clase) uno puede ocurrir con preferencia sobre otro. Por ejemplo, es más probable" que se haga añicos, al golpear el suelo, un recipiente de vidrio viejo (y, por lo tanto, internamente más frágil) que uno

²² Se mantiene la convención de traducir el sustantivo inglés *likelihood* como «probabilidad*». Lo mismo vale para *likely*, traducido como «probable*» (adjetivo) y «probablemente*» (adverbio) y su antónimo *unlikely* (improbable* o improbablemente*, según sea el caso). [N. del T.]

nuevo. De seguro, una larga serie de pruebas puede mostrar cuánto más probables* son los sucesos de un tipo en relación con los de otro. Vale decir, en principio podemos observar o, más bien, contar sus frecuencias relativas. Y decimos que, si los hechos de cierto tipo han ocurrido frecuentemente en el pasado, entonces es probable* que vuelvan a ocurrir, siempre y cuando las cosas en cuestión todavía existan.

Sin embargo, en la práctica utilizamos, por lo común, un concepto no cuantitativo y comparativo de probabilidad*, propensión o inclinación. Y admitimos de manera más o menos tácita que este concepto comparativo posee las mismas propiedades formales que el concepto $>$ de orden parcial. Vale decir, suponemos que todo conjunto de acontecimientos posibles de una cosa dada (y relativo a un marco de referencia determinado) está parcialmente ordenado. En particular, se supone que la propiedad transitiva vale para todos ellos: para tres acontecimientos posibles cualesquiera/, g y h de una cosa determinada y relativos al mismo marco de referencia, si $f > g$ y $g > h$, luego $f > h$.

Este concepto de probabilidad* comparativo es el involucrado en las llamadas escalas de Likert, ampliamente utilizadas en la psicología y las ciencias sociales. Por ejemplo, puede preguntarse a los sujetos de una encuesta acerca de la probabilidad* -no solo la posibilidad y mucho menos la probabilidad- de que las personas de su vecindario estén dispuestas a auxiliar a otros en caso de emergencia. De hecho, probablemente* se les presente lo que se denomina escala tipo Likert de cinco puntos: muy probable*, probable*, ni probable* ni improbable*, improbable*, muy improbable*.

¿Cuánto más probable* es un acontecimiento que otro? Una respuesta a esta pregunta requiere de alguno de los conceptos técnicos siguientes: frecuencia, probabilidad o asociación estadística (por ejemplo, correlación lineal). Todos estos exactifican la vaga noción preanalítica de que los acontecimientos de un tipo son más probables* que los de otro tipo. Este es el motivo por el cual podemos estar seguros de que el incremento del desorden de un sistema complejo cerrado es mucho más probable* que su decrecimiento, que morir en un accidente de tránsito es muchísimo más probable* que ganar la lotería.

En síntesis, la probabilidad* es predicable de ciertos hechos y está precisada por los conceptos técnicos de frecuencia relativa, probabilidad y asociación estadística, ninguno de los cuales es aplicable a proposiciones.

4. Relación entre frecuencia y probabilidad

Aunque el concepto de frecuencia relativa es ubicuo en el conocimiento común, en la ciencia y en la tecnología, a menudo se lo confunde con el de probabilidad. Un motivo de esta confusión es que, en unos pocos casos, las frecuencias son indicadores o síntomas de probabilidad: podemos utilizar las primeras para estimar las segundas. Por ejemplo, la frecuencia de los clics de un contador de Geiger-Müller colocado cerca de una fuente radiactiva es un indicador de la probabilidad de desintegración radiactiva.

No obstante, también contamos las frecuencias de acontecimientos no aleatorios tales como partidas de aviones, accidentes de tránsito, robos, nacimientos, suicidios, la presencia de ciertas palabras en los textos, la exactitud de las respuestas en los exámenes, etc. Estas frecuencias no son indicadores de probabilidad, ya que los elementos involucrados no son aleatorios. Lo mismo vale, si bien por una razón diferente, para la distribución de los dígitos en la expansión decimal del número π . Tiene sentido preguntar, digamos, cuál es la frecuencia de un grupo de cinco nueves, pero no lo tiene preguntar cuál es la probabilidad de tal «evento». La razón de ello es que esos números son generados por fórmulas intemporales no probabilísticas que definen % y no por dispositivos aleatorios.

Del mismo modo, las estaciones meteorológicas guardan registros que les permiten asociar precipitaciones y cosas semejantes con variables tales como temperatura, presión, humedad y velocidad del viento. Este es el fundamento de los pronósticos del tiempo. La palabra «probabilidad» que aparece en las propalaciones de tales predicciones es engañosa, a causa de que estas no se obtienen fundándose en una teoría probabilística de los cambios del tiempo, aunque solo fuese porque tal teoría no existe. (De hecho, la meteorología estándar es una aplicación de la mecánica de fluidos y la termodinámica clásicas.)

En rigor, los números que aparecen en los pronósticos del tiempo son probabilidades* basadas en frecuencias pasadas observadas bajo condiciones similares, así como en imágenes satelitales del momento. Un pronóstico como «La probabilidad de precipitación es de 80%» debería ser reformulado como «La probabilidad* de precipitación es de 80% » o, tal vez, de forma más modesta, como «Es altamente probable* una precipitación».

Bien sabemos que ha habido varias tentativas fallidas, desde John Venn (1888) hasta Richard von Mises (1931), de definir las probabilidades en términos de frecuencias relativas. La razón filosófica fundamental detrás de este proyecto era el empirismo: en tanto que las frecuencias son observables, el concepto de probabilidad suena metafísico, ya que evoca el de potencialidad. El más simple de estos intentos consiste en equiparar la probabilidad con el límite de la frecuencia relativa cuando el número de pruebas (o de casos posibles) se acerca a infinito:

$$p = \lim_{N \rightarrow \infty} n/N.$$

Pero esta fórmula no está bien definida desde el punto de vista matemático. El motivo es que si el proceso en cuestión es genuinamente aleatorio, entonces no hay *ley* alguna que relacione n con N , tal como, por ejemplo, $N - an$ o $N = an - n\{ \dots - b\}n$, siendo a un número arbitrario y $b < 1$. En general, no puede haber métodos matemáticos, tales como funciones o algoritmos, para producir números genuinamente aleatorios, como los que aparecen en la famosa tabla de Tippet (los cuales, en rigor, son pseudoaleatorios). Solo la naturaleza provee genuina

aleatoriedad, como en la desintegración radiactiva y en el intercambio aleatorio de genes que tiene lugar durante la unión de los óvulos y los espermatozoides.

Además, la fórmula anterior es semánticamente incorrecta, porque toda probabilidad es una probabilidad de un solo evento (aunque no de uno único o irrepitable), en tanto que la frecuencia es una propiedad de una colección de acontecimientos de cierto tipo. (A propósito, una parte de la literatura filosófica sobre la probabilidad está viciada por la confusión entre simple o individual y único o irrepitable.) Por último, la fórmula en cuestión también es ontológicamente incorrecta, puesto que pretende reducir potencialidad a realidad efectiva, lo que equivale a fundir el futuro en el presente o, mejor dicho, en el pasado.

La teoría de la probabilidad como frecuencia de Von Mises refinó la antedicha pseudodefinición de probabilidad, equiparándola con la frecuencia relativa de largo plazo. No obstante, su teoría involucra una mezcla de conceptos empíricos y conceptuales, lo cual en la matemática pura y tal como sabemos desde Hilbert, es algo malo. Peor todavía, Jean Ville (1938) ha mostrado que esta teoría es matemáticamente defectuosa. Desafortunadamente, el libro de Ville pasó inadvertido, quizás a causa de que fue escrito en francés y apareció en vísperas de la Segunda Guerra Mundial. En todo caso, no logró captar la atención de los filósofos, la mayoría de los cuales han seguido inclinándose o bien por la escuela frecuentista o bien por la subjetivista, como si no hubiese otra alternativa.

La única regularidad en las frecuencias relativas es una marcada *tendencia* a hacerse más o menos constantes para grandes valores de N . Sin embargo, se trata de una tendencia, no de una ley. En efecto, la frecuencia relativa de eventos aleatorios fluctúa de manera irregular y, por consiguiente, impredecible a medida que N aumenta, aun cuando a la larga se acerque, si bien de manera irregular y aproximativa, a la probabilidad correspondiente (véase, por ejemplo, Cramér, 1946: 142).

Esta afirmación conecta los conceptos de probabilidad y frecuencia: no reduce la primera, un constructo teórico, a la segunda, uno empírico. Por ende, se trata de un puente entre la teoría de probabilidades —un capítulo de la matemática pura— y la estadística matemática, una rama de la matemática aplicada. Como tal, este puente ofrece un método para la puesta a prueba empírica de algunas distribuciones de probabilidad. En efecto, la distribución de cierta propiedad es verdadera siempre y cuando se ajuste (dentro de cierto error experimental) al histograma estadístico correspondiente. (Más aún, en tanto que la mayoría de las distribuciones de probabilidad teóricas son funciones continuas, los histogramas son necesariamente discontinuos, puesto que todo conjunto de datos es finito.)

Sin embargo, lo antedicho no constituye el único puente entre las fórmulas probabilísticas y la realidad. La física estadística contiene otros puentes, ninguno de los cuales incluye el concepto de frecuencia. Por ejemplo, la densidad de probabilidades de las velocidades de las moléculas de un gas ideal (la distribución de Maxwell-Boltzmann) es función de la temperatura del gas y de sus velocidades moleculares. Esta fórmula puede ser contrastada midiendo la temperatura del gas,

así como las velocidades de las moléculas individuales que escapan a través de un orificio del recipiente. Del mismo modo, la fórmula de la teoría cuántica para la probabilidad de la desintegración radiactiva de un átomo de un nivel de energía a otro inferior es contrastada a través de la medición de la longitud de onda y la intensidad de la luz emitida como resultado de la desintegración radiactiva. En estos casos no aparecen frecuencias relativas.

El lugar de privilegio que la frecuencia todavía tiene en la enseñanza de la probabilidad y en su aplicación es un vestigio de los tiempos en los que la teoría de la probabilidad se centraba en juegos de azar. Pero en la naturaleza y en la sociedad, las monedas, los dados, las ruletas y las loterías son excepciones. Y, por supuesto, no aparecen en la teoría matemática de la probabilidad, salvo en sus ejemplos de aplicación, tales como el modelo de urna. Además, desde un punto de vista lógico, la teoría de la probabilidad precede a la estadística matemática, no a la inversa. En efecto, dada una distribución de probabilidades, los parámetros estadísticos básicos, como promedios y desvíos estándar promedio, están determinados de modo único (problema directo). En cambio, todo conjunto de parámetros estadísticos plantea el problema de conjeturar la distribución (o distribuciones) de probabilidades subyacente. Y este es un problema inverso con un número indeterminado de soluciones. (Sobre el concepto de problema inverso, véase el cap. 13, apartado 4.)

En síntesis, los conceptos de probabilidad y frecuencia están interrelacionados, pero no son interdefinibles.

5= Probabilidad, azar y causalidad

Debemos a Kolmogorov (1956 [1933]) la teoría de la probabilidad elemental estándar, que trata con el caso particular de conjuntos contables de eventos puntuales posibles. Ateniéndose al formato matemático tan elocuentemente preconizado por Hilbert (1918), Kolmogorov propuso una definición axiomática de probabilidad. O sea, especificó las condiciones (axiomas) que debe satisfacer una función para calificar como función de probabilidad definida en cierta familia de conjuntos de «eventos» (los cuales en esta teoría son conjuntos no descriptos). Son posibles definiciones axiomáticas alternativas y, por cierto, algunas han sido propuestas. Entre ellas la de A. Renyi, cuya noción fundamental es la de probabilidad condicional.

Se supone que toda aplicación científica de la teoría de probabilidades matemática está referida a hechos aleatorios, tales como las orientaciones relativas de los espines de los átomos en un trozo de sustancia no magnética o las fibras en una porción de pulpa de papel; la desintegración de los átomos de un cuerpo de material radiactivo o la dispersión de un haz de partículas elementales por un blanco; el ruido termal en un conductor o los errores accidentales de valores medidos; la mezcla de los genes durante la fertilización de un huevo o el apareamiento indiscriminado de la mayoría de los invertebrados inferiores. Sin

mecanismo estocástico, como el entrecruzamiento aleatorio y la elección a ciegas, no hay probabilidad.

Los sucesos no aleatorios, tales como el impacto de un meteorito, la división celular, el comienzo de una enfermedad, una boda y la bancarrota, así como los cambios de sexo y de gobierno no cumplen las condiciones necesarias para ser argumentos de funciones de probabilidad: son esencialmente causales, si bien están sujetos a perturbaciones aleatorias menores. A estos sucesos se les pueden asignar probabilidades* o propensiones no cuantitativas y, en ocasiones, hasta frecuencias, pero no probabilidades propiamente dichas. Por ejemplo, la gente pobre es más propensa a enfermarse que la gente que no es pobre, pero no se puede asignar probabilidad alguna a esta propensión. Del mismo modo, los golpes de Estado son más frecuentes en los países del Tercer Mundo que en los restantes, pero nada hay de aleatorio en ello: todos son planeados.

Las propensiones o tendencias son, pues, de dos clases muy diferentes: causales, tales como la fragilidad y la sugestibilidad, y aleatorias, como la radiactividad y la mutabilidad genética (Bunge, 1976). Únicamente las propensiones aleatorias pueden ser identificadas con las probabilidades. La confusión entre los dos conceptos a favor de la propensión causal, una noción familiar que proviene del conocimiento ordinario, ha llevado a Humphreys (1985) a la extravagante conclusión de que la teoría de probabilidades no es una teoría correcta del azar. Lo que sí es cierto, es que, para ser aplicada, la teoría de probabilidades matemática debe ser enriquecida con hipótesis no matemáticas, tales como la que afirma que el consabido dado es simétrico y la que sostiene que su lanzamiento o su elección se realiza al azar.

La confusión entre probabilidad* y probabilidad aparece en algunos de los argumentos creacionistas contra la hipótesis evolutiva de la emergencia espontánea de los primeros seres vivos a partir de materiales abióticos. Uno de estos argumentos es el siguiente. Para que una célula emerja espontáneamente, deben cumplirse al menos una docena de condiciones: la formación de un sistema planetario, la existencia de los elementos necesarios (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, etc.) en un planeta, la prevalencia de condiciones de presión, temperatura y humedad favorables en este planeta, y así sucesivamente. Ahora bien, cada una de estas condiciones es altamente improbable, por lo que la probabilidad de encontrarlas, la cual es el producto de una docena de ínfimas probabilidades, es irrisoria. (Algunos temerarios autores han ofrecido estimaciones numéricas de esas probabilidades.) Por lo tanto, la emergencia de la vida debe haber sido el producto del diseño divino, de donde proviene la santidad de la vida o, al menos, de la vida del creyente.

La dificultad de este argumento es que ninguno de los procesos mencionados es un evento aleatorio: todos y cada uno de ellos son el resultado de procesos determinísticos, tales como la acreción de polvo cósmico bajo la fuerza de la gravedad y la combinación de moléculas complejas a partir de átomos. Por lo tanto, no tiene sentido alguno asignarles probabilidades. Lo que sí es cierto es que algunos

de estos acontecimientos son improbables* y que su conjunción fue puro accidente. Con todo, los organismos pueden haber emergido espontáneamente más de una vez, tanto en la Tierra como en otros sitios. Esta hipótesis se ha hecho altamente plausible porque sabemos que a) hay numerosos sistemas planetarios extrasolares y b) cuando sus componentes son mezclados en condiciones físicas apropiadas, las biomoléculas complejas, como el ADN, emergen espontáneamente. En síntesis, la emergencia espontánea de la vida puede haber sido improbable*, pero no fue ni probable ni improbable en el sentido técnico del término, ya que no fue un evento aleatorio. Tenía que ocurrir, dadas las condiciones adecuadas.

Un ejemplo de razonamiento pseudoprobabilista relacionado con el anterior es este otro argumento, utilizado a veces por los creacionistas: la fórmula de Drake para el número esperado de civilizaciones avanzadas en nuestra galaxia. Dicha fórmula pretende dar este número como el producto de aproximadamente una docena de frecuencias o probabilidades, entre ellas las de sistemas planetarios que incluyan un planeta habitable, la fracción de planetas habitables en los cuales podría emerger vida y la fracción de esos planetas en los cuales puedan haber surgido civilizaciones. Hay al menos dos problemas con la fórmula de Drake: a) supone que los hechos en cuestión son aleatorios, así como mutuamente independientes, ninguna de las cuales es una hipótesis plausible y b) postula los números dados, en lugar de derivarlos a partir o bien de datos o bien de teorías enriquecidas con datos. Además, cualquiera sea el número resultante, nada prueba. De hecho, aun si el número en cuestión fuese extremadamente pequeño, no podría ser utilizado por los creacionistas, porque una probabilidad pequeña no excluye la probabilidad* efectiva. En lugar de continuar con la línea de especulaciones de Drake, sería más interesante diseñar instrumentos capaces de captar señales inteligentes provenientes de los aproximadamente 50 planetas extrasolares certificados al momento de escribir estas palabras.

En síntesis, solamente se puede asignar probabilidades de manera correcta a los eventos aleatorios. Tanto es así que la aleatoriedad puede ser equiparada con la posesión de una distribución de probabilidades. Por ejemplo, a diferencia de los errores sistemáticos (o sesgos), los errores accidentales que se cometen al realizar una secuencia de mediciones de alta precisión se ajustan a una curva en forma de campana. Del mismo modo, contrariamente a las notas producidas por un pianista que ejecuta una pieza clásica, el ruido blanco es aleatorio.

Tal como se ha señalado anteriormente, es necesario distinguir dos tipos de propensión: causal y estocástica. Las propensiones causales pueden medirse mediante la frecuencia de ocurrencia efectiva, como en «La frecuencia relativa de bancarrotas de pequeñas compañías en este país durante cierto período fue tal». En cambio, las propensiones aleatorias son probabilidades interpretadas en términos fácticos, como en «La probabilidad de la transición de un átomo de la especie K del nivel de energía ϵ , al nivel de energía ϵ' , en el intervalo temporal T es p ». Estas probabilidades pueden medirse, a veces, por medio de las frecuencias respectivas: en estos casos, las últimas son indicadores de probabilidad.

A propósito, la diferencia entre las propensiones causal y estocástica debería servir de advertencia contra la idea popular de que la causalidad es un caso particular de la probabilidad (por ejemplo, Suppes, 1970). Si bien ocasionalmente los dos conceptos en cuestión están relacionados, no son interdefinibles. En efecto, los conceptos de causa y efecto no aparecen en la definición de «probabilidad» y esta no está incluida en la definición de «causalidad» como transferencia de energía, ni como disparador de un acontecimiento. Lo que es verdad es que, como ya se ha señalado, ambos conceptos a menudo se encuentran relacionados. Por ejemplo, en la teoría cuántica de la dispersión, se calcula la probabilidad de que el movimiento a través de un campo de fuerza (una causa) desvíe un haz de partículas que ingresa en cierto ángulo sólido.

En síntesis, del mismo modo en que debería utilizarse únicamente el concepto exacto de energía, solo debería usarse el concepto exacto (matemático) de probabilidad, el cual es coextensivo con el de azar (aleatoriedad). Extender su uso hasta hacerlo coincidir con las nociones intuitivas de probabilidad y plausibilidad, como se hace a veces, plantea numerosos problemas. Uno de ellos es que las imprecisas nociones de probabilidad* (de sucesos) y plausibilidad (de hipótesis) son tratadas como si fueran exactas. Los números arbitrarios asignados de este modo confieren respetabilidad científica a meras corazonadas. En consecuencia, se ignoran las trampas de la intuición y, de tal modo, se corre el riesgo de contribuir al desorden conceptual y de tomar desastrosas decisiones prácticas.

6. La credibilidad

La verosimilitud y la credibilidad se equiparan a menudo con la probabilidad. (En rigor, en alemán, la misma palabra *-wahrscheinlich—* designa tanto el concepto del conocimiento común, como el concepto técnico. En cambio, el francés y el castellano disponen de palabras diferentes para estos dos conceptos.) Esta confusión de una categoría epistemológica (verosimilitud), una psicológica (credibilidad) y una oncológica (probabilidad) constituye una de las raíces de la teoría subjetivista o bayesiana elaborada por Ramsey (1931), De Finetti (1937), Jeffrey (1937), Good (1950) y Savage (1954), entre otros. Dicha teoría es bastante popular entre los estadísticos y lo es mucho más entre los teóricos de la elección racional y los filósofos. No obstante, se halla fuera tanto de la teoría de la probabilidad estándar como de la estadística matemática.

Como la teoría de la frecuencia de Von Mises, la teoría bayesiana incluye una noción no matemática, esta vez una noción psicológica. En efecto, la teoría concibe la probabilidad de un elemento (ya sea un acontecimiento o una proposición) como la credibilidad, crédito o grado de creencia razonable que le asigna un sujeto. Al parecer, la motivación original del bayesianismo fue ontológica: si el mundo es estrictamente determinístico —tal como parecía en el siglo XVIII—, entonces el azar, como la fealdad, dependerá del cristal con que las cosas se miren.

El punto de vista subjetivista de la probabilidad está expuesto a las siguientes objeciones (Bunge, 1981b).

1. No se puede asignar probabilidades a las proposiciones. Estas pueden ser más o menos verdaderas, pero no más o menos probables, a causa de que nada hay de aleatorio en ellas. La expresión «la probabilidad de que una proposición sea verdadera» es «una colección de palabras sin sentido» (Du Pasquier, 1926: 197).

2. El descubrimiento científico más sólido acerca de la relación entre credibilidad y probabilidad" es que «la gente no sigue los principios de la teoría de probabilidades al juzgar la probabilidad" de acontecimientos inciertos» (Kahneman y Tversky, 1982: 32). Más aún, sujetos con diferente formación, personalidad o, incluso, solo con distintas expectativas o humores, probablemente asignen diferentes probabilidades subjetivas al mismo suceso. Por ejemplo, los pesimistas tienden a exagerar las «probabilidades» de los desastres infrecuentes. Por lo tanto, el concepto de credibilidad es psicológico, no epistemológico.

3. Dado que las «probabilidades» en cuestión son subjetivas, no puede haber criterios objetivos para atribuirlos. En consecuencia, afirmar, por ejemplo, que la probabilidad de cierto veredicto de un jurado es tal o cual, es tan arbitrario como asignar números a la belleza de las participantes de un concurso de belleza. (A propósito, esta es la razón por la cual el famoso teorema del jurado de Condorcet es pseudocientífico.) Tales números son una farsa. En general, las probabilidades subjetivas son pseudoexactas. Por consiguiente, su uso puede tener consecuencias prácticas desastrosas.

4. La formalización matemática estándar del cálculo de probabilidades no tiene sitio para una variable que represente un evaluador de probabilidades. En efecto, en física, genética y otras ciencias, se escriben fórmulas de la forma « $Pr(e) = p$ », donde «e» nombra un evento y p el valor numérico de la probabilidad, y no « $Pr(e, s) = p$ », donde «s» simboliza a un sujeto. Si fuésemos a escribir fórmulas del segundo tipo, deberíamos añadir axiomas para la conducta de los sujetos con diferentes tipos de personalidades. Y tales axiomas, ausentes en el cálculo matemático, tendrían que haber sido propuestos y puestos a prueba por psicólogos.

5. Las estimaciones subjetivas de toda cantidad, si bien a menudo necesarias en la práctica, no están matemáticamente bien definidas ni son fiables. Preferir su uso a la postulación o el cálculo es como reemplazar la geometría por la estimación a ojo de distancias y ángulos que realiza un carpintero. Esta habilidad se logra en el trabajo práctico, en el taller, pero no en la matemática. En cuanto a la estimación intuitiva de las probabilidades, la investigación psicológica nos ha enseñado que no es fiable y esto por varias razones, entre ellas, las concepciones erróneas acerca del azar y la incapacidad para apreciar el papel del tamaño de la muestra.

6. No hay manera de que alguien pueda conjeturar correctamente, sin realizar cálculos, ni siquiera por aproximación, alguna de las ínfimas probabilidades que tienen lugar en la física atómica y nuclear, muchas de las cuales son menores que 10^{-24} . Números tan extremadamente pequeños desafían la intuición.

7. La interpretación subjetivista del teorema de Bayes incluye considerar las

dos probabilidades incondicionales que aparecen en él como a priori, vale decir, supuestas antes de recoger los datos pertinentes. La fórmula en cuestión es $Pr\{h|e\} = Pr(e|h) \cdot Pr(h)/Pr(e)$, donde e es un dato pertinente respecto de la hipótesis h . Las probabilidades previas son $Pr\{h\}$ y $Pr(e)$. ¿Cómo son evaluadas, si no es de un modo arbitrario, estas probabilidades previas? En la práctica, se puede a veces estimar probabilidades condicionales, contando las correspondientes frecuencias relativas, sin arriesgar ninguna probabilidad previa arbitraria. No obstante, esto solo es válido para los eventos aleatorios.

No tiene sentido preguntar, por ejemplo, cuál es la probabilidad de un árbol filogenético (filogenia evolutiva) de un grupo de organismos, puesto que la relación de ascendencia, lejos de ser aleatoria, está determinada por el genoma y el ambiente. Con todo, Huelsenbeck et al. (2001) han utilizado la fórmula de Bayes para estimar la probabilidad de una filogenia dado un conjunto de datos. Pero habida cuenta de que no conocen las probabilidades previas de tales árboles, las toman como si fueran igualmente probables a priori, un buen ejemplo tanto de la confusión entre plausibilidad y probabilidad, como de la falacia de intentar deducir conocimiento a partir de la ignorancia.

En contraposición, la probabilidad"" de un elemento de un tipo, dada la ocurrencia de un elemento de otro tipo (y recíprocamente), tiene sentido toda vez que ambos estén relacionados. Más aún, en ocasiones, esta probabilidad"" puede estimarse mediante las correspondientes frecuencias. Por ejemplo, es importante conocer la probabilidad* de tener cáncer de mama cuando un mamograma da un resultado positivo, así como la probabilidad de que la mamografía revele la presencia de un cáncer. Pero sería erróneo insertar cualesquiera de estas probabilidades* en las fórmulas de Bayes, porque ni el cáncer ni las pruebas mamográficas son eventos aleatorios. (Más sobre esto en el cap. 16.)

En resumen, la probabilidad, la probabilidad* y la plausibilidad no deben ser confundidas con la credibilidad, aunque solo fuese porque esta última, a diferencia de las anteriores, es relativa a un sujeto. Tan así es que, ocasionalmente, puede ser necesario mentir en nombre de la credibilidad, pero jamás en nombre de la plausibilidad.

7. La epistemología probabilística

Los académicos que escriben sobre la inferencia bayesiana o probabilística son legión (véanse, por ejemplo, Kyburg, 1961 y Franklin, 2001). ¿Podrían estar todos equivocados? ¿Por qué no? Examinemos un ejemplo típico, el del llamado silogismo proporcional. Pero primero recordemos su equivalente en la lógica deductiva. El que sigue es un caso de la regla de inferencia más importante de la lógica elemental:

Todos los cisnes son blancos.

Este es un cisne.

∴ Es blanco.

El equivalente inductivo de esta inferencia válida parecería ser este:

El 99% de los cisnes son blancos.

Este es un cisne.

∴ La probabilidad de que sea blanco es de 0,99.

Sin embargo, la blancura de un cisne no es asunto del azar, sino una consecuencia biológicamente necesaria de su posesión de ciertos genes característicos de su especie.

Un razonamiento correcto (si bien todavía más allá de la lógica inductiva), sería el siguiente:

El 99% de los cisnes son blancos.

Este es un cisne elegido al azar de la población de cisnes.

∴ La probabilidad de que sea blanco es de 0,99.

Aquí, las palabras clave son «tomado al azar de (toda) la población de cisnes». Estas palabras muestran que, en este caso, la aleatoriedad -y, por ende, la probabilidad- es propia del proceso de muestreo, no de la población de cisnes ni de ninguna de las proposiciones que se refieren a ellos. Y el razonamiento mismo, aunque no esté apoyado por una teoría lógica, es fértil. Más que una regla de inferencia es una heurística para estimar probabilidades a partir de frecuencias.

Finalmente, la teoría de la probabilidad subjetiva está plagada de paradojas. Una de ellas es la que sigue, la cual según la leyenda, casi hace naufragar una conferencia de biología teórica en 1966 (Bartlett, 1975: 101-102). De tres prisioneros, Mateo, Marcos y Lucas, se va a ejecutar a dos, pero Mateo no sabe a cuáles. Él cree que sus propias oportunidades de ser ejecutado son de $2/3$. Le pide al guardia que le diga confidencialmente el nombre de uno de los prisioneros que va a ser ejecutado, o bien Marcos, o bien Lucas. El carcelero le informa que Marcos será ejecutado. Como buen subjetivista que es, Mateo se siente aliviado: cree que esta cuota de información disminuye sus oportunidades de ser ejecutado, de $2/3$ a $1/2$. ¿Está en lo correcto? No, porque uno de los elementos dados del problema es que la víctima ya ha sido elegida: será o bien Mateo o bien Lucas. Nueva información sobre un hecho no modifica este último.

Este problema es ajeno al azar y, por lo tanto, hablar de probabilidad no está justificado. De hecho, solo si los tres prisioneros fuesen a ser elegidos al azar la probabilidad previa de que Mateo resultara elegido hubiese sido de $2/3$. Y, efectivamente, su probabilidad hubiese descendido a $1/2$ luego de que Marcos hubiese sido condenado (e independientemente de que Mateo supiese o no acerca de este hecho), solo si sus carceleros hubieran decidido echar suertes entre Marcos y Lucas. Pero este no es un dato del problema. Véase el cuadro 14.1.

El popular Problema del Monty Hall de las tres puertas es esencialmente el mismo: el Gran Premio y el Premio Consuelo fueron colocados detrás de las puertas antes de que el juego comenzara. Por lo tanto, no hay azar involucrado y, en consecuencia, no tiene sentido preguntar por la probabilidad de ganar abriendo una puerta dada. La moraleja es que adjuntar números a las conjeturas no las hace respetables porque no enriquece el conocimiento. El hacerlo solo ilustra la pseudocuantificación. (Acerca de esto último véase Bunge, 1999.)

Dato: Prisioneros A (Mateo), B (Lucas), C (Marcos)

Probabilidades antes de la confidencia del guardia $P(AB) =$

$P(AC) = P(BC) = 1/3$.'. $P(A) = P(AB) + P(AC) = 2/3$

Probabilidades después de la confidencia del guardia (C quedó fuera de juego)

$P(AB) = 1$

/. $P(A) = P(B) = 1/2$

Cuadro 14.1. Los cálculos de Mateo son incorrectos porque él incluye a Marcos desde el comienzo, cuando en realidad su destino no fue dejado al azar, según lo revelado por el guardia.

No obstante, habida cuenta de que mucha gente afirma pensar en términos de probabilidades subjetivas y tomar importantes decisiones con su ayuda, sería legítimo procurar exactificarlas. De hecho, el proyecto de construir un cálculo objetivo de las probabilidades subjetivas (a ojo) es tan interesante y legítimo como cualquier otro estudio de la experiencia subjetiva, la tarea central de la psicología humana. Con todo, este proyecto de psicología cognitiva ni siquiera ha sido escrito y ello presumiblemente por dos razones.

La primera es la difundida confusión entre una probabilidad y su estimación subjetiva. De hecho, esta confusión ha originado la falsa creencia de que la teoría de probabilidades matemática duplica la teoría de la creencia psicológica, por lo cual el proyecto en cuestión sería innecesario. La segunda razón es el abanico de formidables dificultades que tal proyecto enfrenta. Permítaseme mencionar solamente dos de esos obstáculos.

En primer lugar, cuando examinamos un abanico de posibilidades, normalmente sabemos o incluimos únicamente las opciones disponibles conocidas. En consecuencia, no tenemos derecho a exigir que las probabilidades de los resultados mutuamente incompatibles sumen uno. Segundo, supóngase que las estimaciones de probabilidad satisfacen la ley de poder psicofísico: $\pi_c = ap^b$, donde p es la probabilidad y π_c su estimación por un sujeto, en tanto que a es una constante positiva característica del sujeto y b es un número positivo propio de las estimaciones de probabilidad. (Tanto a como b deben ser determinados experimentalmente.) Luego, la probabilidad estimada de la ocurrencia de cualquiera de dos eventos mutuamente excluyentes no sería la suma de las probabilidades

subjetivas parciales, puesto que $\eta_t = a(p_1 + p_2)^h + Jt_2$.

Esto confirma el hallazgo experimental de que las estimaciones de probabilidad no son fiables. Las probabilidades deben ser calculadas o medidas, pero no a ojo, en particular cuando son tan pequeñas como las involucradas en la física nuclear.

Hasta hace poco tiempo, las controversias sobre la inferencia no deductiva y la probabilidad subjetiva solo tenían un interés académico. Pero a partir de la explosiva difusión del enfoque de la elección racional alrededor de 1970, el tema ha adquirido importancia práctica. En efecto, a veces estas teorías se utilizan de manera acrítica en la elaboración de políticas, en la administración e incluso en la medicina.

Sostengo que dichas prácticas están injustificadas, puesto que, como enfatizó Poincaré hace un siglo, los cálculos de probabilidades serios presuponen cierto conocimiento en lugar de permitirnos prescindir de él. Por ejemplo, en la física cuántica, las densidades de probabilidades resultan de resolver problemas tales como encontrar los estados posibles en los que puede hallarse un átomo o los posibles resultados de un experimento de dispersión. La única manera de enfrentar la incertidumbre es emprender una investigación.

La teoría de la decisión se ha publicitado a menudo como una guía para la acción en condiciones de incertidumbre. La idea básica es que la vida está llena de incertidumbres y que estas pueden ser domesticadas identificándolas con probabilidades, habida cuenta de que estas obedecen una teoría matemática. No obstante, las presuntas probabilidades son, de hecho, meras probabilidades⁵ cualitativas y estas son estimadas intuitivamente, no de forma rigurosa. Y tales estimaciones no son fiables: la mayoría de nosotros hacemos un mal papel al estimar probabilidades⁵ y probabilidades a ojo. Por ejemplo, es bien sabido que la mayoría de la gente cree que la secuencia irregular de lanzamientos de una moneda cara-cruz-cara-cruz-cara-cruz posee una probabilidad mayor que la secuencia cruz-cruz-cruz-cruz-cruz, mientras que, en rigor, su probabilidad es exactamente la misma, a saber, $(1/2)^6$.

Además, los experimentos han mostrado que los sujetos tienen una tendencia a sobreestimar las «probabilidades» de sucesos improbables⁵, por lo que tienden a exagerar los bajos riesgos correspondientes (Kahneman, Slovic y Tversky, 1982). Kahneman y Tversky encontraron también que, cuando se les pidió que ordenaran jerárquicamente la «probabilidad» [probabilidad⁵] de ciertos acontecimientos posibles, la mayoría de los estudiantes de administración de la Universidad de Stanford asignaron probabilidades mayores a eventos compuestos que a sus constituyentes. (A propósito, Kahneman y Tversky también confundieron probabilidad⁵ con probabilidad.)

La medicina no ha escapado a la manía probabilista. En efecto, algunos textos médicos estándar (por ejemplo, Wulff, 1981) adoptan el enfoque bayesiano para el diagnóstico y el tratamiento. Escriben acerca de la probabilidad de que un síntoma indique una causa y viceversa y afirman poder estimar los beneficios esperados de tratamientos alternativos (habitualmente en términos de esperanza de vida adicional, sin importarles la calidad de vida). De tal modo, pasan por alto el hecho de que la relación entre causa y síntoma es causal, no aleatoria; asignan probabilidades a priori de modo intuitivo y se contentan con ellas, en lugar de procurar reducir la incertidumbre por medio de otras pruebas y de la investigación biomédica acerca de los mecanismos que subyacen en los signos diagnósticos. Todo lo cual es tan alarmante como la ruleta rusa (véanse Eddy y Clanton, 1982; Murphy, 1997 y Bunge, 2000d).

En síntesis, posibilidad y azar son categorías ontológicas, en tanto que incertidumbre y credibilidad son categorías psicológicas y epistemológicas. En consecuencia, colocarlas todas en la misma bolsa es cometer un error de categoría. Puesto que hay cuatro conceptos diferentes en cuestión, necesitamos en total al menos cuatro teorías diferentes. Hasta ahora, solo hay disponible una de ellas, a saber, la teoría de probabilidad matemática o cálculo de probabilidades, como solía llamársele.

8. La plausibilidad o verosimilitud

Los hechos son más o menos probables" y a los de cierto tipo, a saber, a los eventos aleatorios, se les pueden asignar probabilidades. ¿Qué hay con las correspondientes proposiciones? Si son pertinentes y claras, estas proposiciones serán más o menos plausibles o verosímiles. Los razonamientos son semejantes: si llevan a «conclusiones» plausibles (hipótesis derivadas), serán más o menos válidos o plausibles. Pero esta plausibilidad es puramente conceptual, nada tiene que ver con la probabilidad.

Por ejemplo, las fórmulas probabilísticas de la física cuántica son altamente plausibles, aun cuando conciernen a valores de probabilidad extremadamente pequeños. Y a ninguna de estas fórmulas se les pueden asignar probabilidades. Por lo menos, ningún físico lo hace. Del mismo modo, los argumentos plausibles que construye un matemático al abordar un problema nuevo o explorar un nuevo dominio son tanteos solo de prueba y más o menos promisorios hacia razonamientos demostrativos (Polya, 1954).

Una de las razones para rehusarse a considerar que la probabilidad cuantifica la plausibilidad es que todas las plausibilidades son contextuales. Si son a priori, son relativas al fondo de conocimiento y, si son a posteriori, son relativas tanto al fondo de conocimiento como a los nuevos descubrimientos. Por ejemplo, en el contexto de la neurociencia cognitiva actual, la autoconciencia y el libre albedrío son plausibles, en tanto que la telepatía y la psicokinesia no lo son. Ahora bien, si

fuésemos a identificar plausibilidad con probabilidad, necesitaríamos reglas objetivas para la asignación de valores de probabilidad a las proposiciones y esas reglas nos son desconocidas. Es más: deberíamos admitir no solo expresiones tales como la probabilidad condicional $P\{h/B\}$ de la hipótesis h dado el fondo de conocimiento B , sino también $P(B|h)$, la probabilidad de B , la cual podría ser abultada y sólida a la luz de una única conjetura b . Y esto sería un disparate, a causa de que B es importante, en tanto que h puede ser absurda. Necesitamos, pues, una teoría de la plausibilidad no probabilista. Un embrión de esta teoría se presenta a continuación.

La plausibilidad es una propiedad cualitativa y relacionai de las proposiciones (en particular de las hipótesis), las creencias y las inferencias. Una hipótesis que aún no ha sido puesta a prueba o para la cual las pruebas resultan inconcluyentes, puede sonar plausible a la luz de cierto cuerpo de conocimiento. Lo mismo es válido para los teoremas que han sido conjeturados, pero no demostrados: pueden ser más o menos plausibles. ¿Cuán plausibles? No hay forma de saberlo, hasta no realizar una puesta a prueba. Pero una vez que esta se ha efectuado, si es concluyente, decimos que la hipótesis ha sido confirmada (o refutada), de modo tal que puede ser considerada verdadera (o falsa), al menos provisoriamente. Así pues, la plausibilidad (o verosimilitud) es verdad potencial, no hecho potencial.

De igual modo, un teorema demostrado ya no es más solamente plausible. Vale decir, luego de una prueba concluyente ya no necesitamos el concepto de plausibilidad. Y antes de la puesta a prueba no podemos (no debemos) intentar medir el grado de plausibilidad. En este caso, lo más que podemos decir es que la conjetura en cuestión es o parece plausible o implausible con respecto a cierto cuerpo de conocimiento o que una hipótesis es o parece más plausible que otra en el mismo contexto.

Más precisamente, sean p y q que designan proposiciones correferenciales y B un cuerpo de conocimiento pertinente tanto para p como para q . Supóngase que B puede ser dividido en una parte esencial E y otra parte no esencial I , vale decir, $B = E \cup I$, siendo $\text{fuí} = 0$. (De modo típico, E contendrá generalizaciones con buenos antecedentes, en tanto que I contendrá solamente hipótesis restringidas y datos empíricos.) Propongo la siguiente convención:

p es *plausible* con respecto a $B =_{\text{df}}$ p es compatible con todos los miembros de B ;

p es *más plausible que* q con respecto a $B =_{\text{df}}$ p es compatible con más miembros de B que q ;

p es *esencialmente plausible* con respecto a $B =_{\text{df}}$ p es compatible con todos los miembros de E .

Las definiciones de los dos conceptos complementarios de implausibilidad e implausibilidad esencial son obvias.

9o Hacia un cálculo de placibilidades

Los siguientes axiomas para un futuro cálculo de plausibilidades parecen capturar algunas de nuestras intuiciones acerca del tema. Suponiendo un cuerpo fijo de conocimiento antecedente (fondo de conocimiento) B e interpretando « $p > q$ » como « p es más plausible que q » postulamos que:

$$A1 \rightarrow (p > q) \Leftrightarrow (q \nrightarrow p)$$

$$A2 \ p \vee q > p \quad A3$$

$$p > q \quad Ap \quad A4$$

$$(3x)Fx \quad >$$

$$(Vx)Fx.$$

Siguen algunas consecuencias lógicas. A2 implica el

Teorema 14.1 $(p \Rightarrow q) > \neg p$.

A3 implica que, de dos teorías que difieren solamente en un número finito de axiomas, la más simple es la más plausible. Pero, habida cuenta de que la teoría más simple es la menos inclusiva y profunda, se beneficia de un número menor de casos confirmatorios. De allí que la teoría más plausible no sea necesariamente la más promisoría: es sólo la que primero debería ponerse a prueba.

Puede decirse que una hipótesis es *empíricamente plausible*, con respecto a un conjunto de datos pertinentes respecto de ellas, si la abrumadora mayoría de los datos la confirman. Y puede decirse que una hipótesis es *teóricamente plausible* si es consistente con el grueso del conocimiento antecedente que resulta pertinente respecto de ella.

Por lo general, solo las hipótesis teóricamente plausibles son sometidas a la puesta a prueba empírica y solo las hipótesis empíricamente plausibles se juzgan como candidatos dignos de participar en una teoría. Este es el modo en que se escriben, se evalúan y se financian las propuestas de investigación. Nadie sería tan imprudente como para afirmar una probabilidad definida —en lugar de una fuerte plausibilidad— para la hipótesis que se propone poner a prueba.

Por último, hay que precaverse de equiparar la plausibilidad o bien con probabilidad o bien con improbabilidad. Ambas identificaciones son erróneas, aunque solo fuese porque, como ya se ha señalado, no existe un criterio objetivo para asignar probabilidades a las proposiciones. Además, aun si se pudiese asignar probabilidades a las proposiciones, aquellas no medirían ni las plausibilidades, ni los grados de verdad. Una de las razones de ello es que la probabilidad de dos elementos mutuamente independientes es igual al producto de sus probabilidades parciales. Pero si una de ellas es altamente plausible y la otra es muy implausible, su conjunción debería ser la mitad de plausible; de hecho, la probabilidad de tal conjunción (suponiendo que tuviese sentido) es nula.

Sin embargo, si bien son diferentes, ambos conceptos están relacionados de

forma directa, a saber, de la siguiente manera. Si *a*. y *b* son dos eventos aleatorios y *a* es objetivamente más probable que *b*, entonces, obviamente:

El evento *a* ocurrirá > El evento *b* ocurrirá.

En particular, si dos eventos son equiprobables, entonces las respectivas afirmaciones son equiplausibles.

En resumidas cuentas, no confundamos la plausibilidad (o verosimilitud) de una idea con la probabilidad del hecho correspondiente. La primera se encuentra en la cabeza del sujeto, en tanto que la segunda está en el mundo exterior. Poisson lo sabía ya en 1837 y también Cournot, quien en 1851 describió la probabilidad como «la medida de la posibilidad física». Maxwell, Boltzmann, Einstein y otros investigadores que trabajaron en física estadística dieron por sentada esta interpretación de la probabilidad realista. Smoluchowski (1918), Du Pasquier (1926), Bunge (1951), Fréchet (1955), Popper (1957) y otros pocos han argumentado explícitamente; que las probabilidades objetivas son propiedades de las cosas reales, tanto como lo son sus energías. Si no fuera así, las probabilidades no aparecerían en las teorías científicas ni serían mensurables.

Comentarios finales

La siguiente tabla resume lo antedicho.

Concepto	Referentes	Estatus metodológico
Posibilidad <i>simpliciter</i>	Cualesquiera	Impreciso
Posibilidad <i>de dicto</i>	Proposiciones	Impreciso
Posibilidad <i>de re</i>	Estados o sucesos	Cualitativo, preciso
Factibilidad	Acciones humanas	Cualitativo, preciso
Probabilidad*	Estados o sucesos	Cualitativo, preciso
Frecuencia relativa	Estados o sucesos	Cuantitativo, preciso
Probabilidad matemática	Conjuntos	Cuantitativo, preciso
Probabilidad objetiva	Estados o sucesos	Cuantitativo, preciso
Probabilidad subjetiva	Cualesquiera	Pseudocuantitativo
Plausibilidad	Proposiciones	Cualitativo, preciso
Verdad parcial	Proposiciones	Cuantitativo, preciso

Ya finalizando, permítaseme ofrecer unas pocas sugerencias heurísticas.

1. Distinguir entre posibilidad *de dicto* y posibilidad *de re*. En tanto que la primera se refiere a proposiciones, la segunda es atribuible a hechos, en particular a acciones. Vale decir, en tanto que la posibilidad *de dicto* equivale a la plausibilidad, la posibilidad *de re* equivale o bien a la probabilidad" o bien a la factibilidad técnica.

2. Ser austero en el uso de la palabra «probabilidad», la cual designa un

concepto técnico aplicable únicamente a eventos aleatorios.

3. No apostar ni la salud, ni la verdad, ni la justicia en juegos de azar.

4. No asignar probabilidades a las proposiciones, ya que nada hay de aleatorio en ellas.

5. No confundir el azar, un estado de cosas objetivo, con la incertidumbre, un estado de la mente. El azar puede generar incertidumbre, pero lo recíproco es falso. También lo es, por consiguiente, el enunciado que afirma que las dos categorías son mutuamente equivalentes.

6. Tener en cuenta que, en tanto el concepto de probabilidad es teórico y predicable de los miembros individuales de una colección aleatoria, el de frecuencia es empírico y representa una propiedad de colecciones de elementos fácticos de todo tipo, sean aleatorios o no.

7. No intentar asignar probabilidades ni frecuencias a eventos únicos tales como la emergencia del sistema solar, la primera célula o la primera universidad, puesto que no se trata de acontecimientos al azar y también porque, por ser no solo singulares sino únicos, sería imposible controlar empíricamente la probabilidad hipotetizada.

8. Recordar que un constructo plausible puede resultar incorrecto y que la mayoría de las verdades científicas y tecnológicas son aproximadas, de donde se sigue la necesidad de una teoría de la verdad parcial verdadera (o, al menos, plausible). Y esta es una importante tarea de la semántica y la epistemología exactas que se encuentra inconclusa.

9. No identificar credibilidad con probabilidad, ya que la psicología experimental ha mostrado que la primera es subjetiva y no satisface las leyes del cálculo de probabilidades.

10. Recordar la observación de Francis Bacon acerca de que la confusión es peor que el error, ya que este último, si es detectado, puede corregirse.

15

Emergencia de la verdad y convergencia hacia la verdad

¿Qué es la verdad fáctica, tal como aparece en el enunciado «Es verdad que la lluvia moja»? ¿Qué tipo de ajuste, acuerdo o correspondencia hay involucrado en un enunciado de la forma «La hipótesis se ajusta a los hechos»? Además, ¿cuáles pueden ser los portadores de la verdad: las proposiciones, los enunciados, las imágenes o todos ellos? ¿La verdad y la falsedad son «innatas» o adquiridas? Vale decir, ¿las proposiciones son falsas o verdaderas más allá de que lo sepamos o sus valores de verdad emergen, a veces, de sus puestas a prueba? ¿Puede una secuencia de verdades parciales converger hacia la verdad total? ¿Y cuál es el interés de buscar la convergencia de los datos, las hipótesis, los métodos, los enfoques y los campos de investigación? ¿Únicamente la coherencia o también la verdad? Estas son algunas de las preguntas que investigaremos en este capítulo. Las preguntas son muy antiguas, pero algunas de las respuestas pueden resultar novedosas.

1. La naturaleza de la verdad

La primera verdad sobre la verdad es que es múltiple. En efecto, hay verdades lógicas, matemáticas, fácticas, morales y artísticas. Por ejemplo, «Aquí estamos» es una verdad lógica, puesto que por definición «aquí» es cualquier lugar en el que nos encontremos. Una tabla de multiplicación es una colección de verdades matemáticas que están más allá

de la lógica, si bien son consistentes con ella. «Los partidarios del libre comercio practican el proteccionismo» es, en nuestros días, una verdad fáctica. «Está mal aprovecharse del más débil» es una verdad moral. Y «Don Quijote es generoso» es una verdad artística.

Los conceptos de verdad lógica y matemática han sido elucidados por los lógicos y los matemáticos. En consecuencia, los filósofos tenemos muy poco que decir acerca de ellos. El concepto lógico de verdad coincide con el de verdad lógica o tautología. En matemática, reina el concepto de verdad como coherencia (o consistencia). Sin embargo, la verdad matemática se presenta en dos variedades: la verdad de las fórmulas abstractas, tales como las de la teoría de conjuntos; y la propia de las fórmulas interpretadas, tales como las ecuaciones diferenciales. La primera variedad o concepto modelístico puede resumirse así: se dice que una fórmula es verdadera en un modelo (ejemplo) si es satisfecha en él. Por ejemplo, la fórmula de la propiedad conmutativa, « $x \otimes y = y \otimes x$ », es verdadera para el producto de números y conjuntos, pero falsa en la multiplicación de vectores y matrices. Este concepto de verdad formal está elucidado en la teoría de modelos, una rama de la lógica en sentido amplio. El segundo concepto de verdad matemático coincide, básicamente, con el de «teoremicidad»: ²³ una fórmula F es verdadera en la teoría T si F es deducible en T con el auxilio de la lógica que subyace en T . Este concepto de verdad está elucidado en la teoría de la demostración. Cualquiera de los tres conceptos de verdad que hemos examinado hasta el momento —tautologicidad, satisfacibilidad y «teoremicidad»— merece ser llamado «formal», en contraposición a «fáctico». (Leibniz los llamó respectivamente *vérité de raison* y *vérité de fait*.²⁴) Mientras que las verdades formales se inventan—si bien no como a uno le plazca— las verdades fácticas son descubiertas, aunque no sin ayuda de las verdades formales.

El concepto de verdad fáctica o *teoría* de la verdad como correspondencia, tal como se la llama con optimismo, es otro asunto. Se lo puede comprimir en la siguiente definición: «Una proposición p referente a un hecho / es verdadera =_{df} / es realmente (efectivamente, de hecho) el caso tal como es descrito por p ». Obsérvese la aparición de tres elementos heterogéneos: un hecho/, su representante proposicional p y la metaproposición « p es verdadera». Obsérvese, también, que la verdad se predica de las proposiciones, no de los enunciados. Puede decirse que estos últimos son verdaderos o falsos de modo indirecto, es decir que poseen un valor de verdad en virtud de que designan proposiciones. Esto es así porque los lenguajes, a diferencia de los cuerpos de conocimiento, son y deben mantenerse neutrales respecto de la verdad (recuérdese el cap. 4).

Por el momento, la «teoría» de la correspondencia, que es fundamental para el realismo científico, es solamente una definición que clama por un proyecto de investigación. De hecho, parece no existir una teoría propiamente dicha (sistema

²³

En el original, *theoremhood*. [N. del X]

²⁴

En francés significan «verdad de razón» y «verdad de hecho», respectivamente. [N. del T.]

hipotético-deductivo) detallada y de aceptación general acerca de la verdad como correspondencia. Permítaseme ofrecer aquí y en el próximo apartado algunas ideas preliminares acerca de esta cuestión. No obstante, invitamos al lector no interesado en tecnicismos a pasar directamente al apartado 5.

Un punto de partida conveniente es el realismo ingenuo, el cual incluye lo que los marxistas llaman la teoría de la verdad como reflejo y que Wittgenstein denominó «teoría pictórica del lenguaje». De acuerdo con ella, todas las ideas «reflejan» los hechos de allí afuera. Por desgracia para el sentido común, este punto de vista es falso porque la mayoría de las verdades fácticas se refieren a aspectos seleccionados de los hechos, antes que a hechos íntegros. Además, algunas proposiciones son impertinentes o falsas, puesto que se refieren a hechos no existentes. Más aún, las proposiciones negativas no se refieren a hechos negativos, ya que no hay tal cosa. Del mismo modo, las disyunciones no se refieren a hechos disyuntos, porque estos tampoco existen. (En cambio, sí hay hechos conjuntos, tales como la ocurrencia simultánea o sucesiva de dos eventos.) Por último, pero no por ello menos importante, las proposiciones generales, en particular si son algo abstractas, como las leyes científicas, no pueden retratar cosa alguna, porque solamente los particulares pueden retratarse. Tampoco es verdad que las teorías verdaderas (en particular los modelos teóricos) sean isomórficas respecto de sus referentes. Un sistema de proposiciones no se parece a un conjunto de hechos más que lo que la palabra «mesa», pronunciada o escrita, se asemeja a una mesa.

Uno se percata de todo esto y de otras cosas en cuanto deja de pensar en la correspondencia como una cuestión de biyección o mapeo uno a uno. La biyección es un caso muy especial y por ende poco común de correspondencia, a saber, aquel en el que cada hecho bajo consideración es descrito adecuadamente por una única proposición y, reciprocamente, toda proposición bajo consideración describe adecuadamente un único hecho. En este caso, no se consideran las proposiciones falsas. Pero, desde luego, una verdadera teoría de la verdad incluirá la falsedad junto con la verdad, la verdad parcial así como la verdad to

tal y predicciones aún no puestas a prueba junto con otras ya contrastadas. (Recuérdese el problema de Aristóteles acerca del resultado de la batalla naval del día siguiente.)

El apareamiento entre proposición y hecho es tan variado como el apareamiento sexual: además de monogamia, hay poligamia, compromiso y soltería. Una proposición falsa es una proposición sin complemento fáctico. Y una proposición sobre el futuro es considerada como una proposición con parejas únicamente posibles: el apareamiento efectivo ocurre solamente cuando la predicción se confirma. En otras palabras, todas las verdades fácticas son a posteriori, sin importar cuán plausibles sean a priori.

De hecho, hay cinco casos exhaustivos de unión: una a uno (una proposición para cada hecho y viceversa), muchas a uno (diferentes descripciones del mismo hecho), una a muchos (la misma descripción para diferentes hechos), laguna fáctica (proposiciones sin hechos correspondientes) y laguna proposicional (hechos sin proposiciones correspondientes):

A Una a uno			
B muchas a uno	f f	p -> f	p -> f
C una a muchos			
D laguna fáctica	l g	q	
E laguna proposicional	p -> f	p l	

T P

q->g q j

Ejemplo de A: Enumeración correcta de una secuencia temporal de sucesos.

Ejemplo de B: Múltiples descripciones de un único hecho.

Ejemplo de C: Confusión o modelación de diferentes hechos.

Ejemplo de D: Propositiones impertinentes, falsas o todavía por poner a prueba.

Ejemplo de E: Descripción incompleta de un dominio de hechos.

2. Hacia un concepto de correspondencia exacto

Sea F que denota un conjunto de hechos posibles y \otimes su conjunción (o encadenamiento). Supondremos que el encadenamiento \otimes g de dos hechos cualesquiera y g en F es un tercer hecho, en lugar de ser, digamos, ficción. También supondremos que el encadenamiento fáctico es asociativo: $(g \otimes h) = (f \otimes g) \otimes h$, para todo g y h en F . Y definiremos el hecho nulo O como aquel que, cuando está encadenado con un hecho arbitrario f , lo deja inmodificado: $O \otimes f = f \otimes O$. Vale decir, O tiene el papel de la unidad. Claramente, (F, \otimes, O) es un monoide (o se-

migrupo con identidad). Nótese que no suponemos que los hechos puedan ser disyuntos: las cosas reales y sus cambios (acontecimientos o procesos) pueden encadenarse, pero no pueden ser disyuntos. Tampoco practican la negación: la negación, como la disyunción, es un proceso conceptual.

A continuación, sea P que simboliza el conjunto de proposiciones acerca de los hechos de F y A , v e \rightarrow simbolizan los conectivos preposicionales estándar. Es bien sabido que (P, A, v, \rightarrow) es una matriz distributiva complementada. (El rumor de que la mecánica cuántica requiere que no sea distributiva proviene de la confusión de proposiciones con operadores. La lógica que subyace en la mecánica cuántica es tan clásica como las formalizaciones matemáticas de esta teoría.)

Estipularemos que un mapa de $(F, \langle 8 \rangle, O)$ en (P, A, v, \rightarrow) formaliza el concepto intuitivo de representación de hechos por proposiciones. (Este mapa es el inverso del mapa iR que aparea proposiciones con sus referentes, definido en Bunge, 1974a.) A su vez, un mapa parcial de (P, A, v, \rightarrow) en el intervalo de unidad $[0, 1]$ de la línea real es una función de valuación de verdad V . (Este mapa es parcial, porque no a toda proposición de P puede serle asignado un valor de verdad: piénsese en las proposiciones no contrastadas y en las que son indecidibles.) Estos dos mapas se combinan como sigue:

<i>Representación R_s^l</i>	<i>Evaluación de la de verdad $\sim V$</i>	
$\langle F, \mathbb{R}, O \rangle \rightarrow$	(P, A, v, \rightarrow)	-4 [0,1]

La teoría debería especificar los mapas R^l y V de tal manera que

1. todas las proposiciones que representan el hecho nulo O sean falsas: Si $\quad = O$, luego $V(p) = 0$ para todo p de P ;
2. para algunos $e F$, $R^l(f) = p \in P$ y $V(p) = v \in [0, 1]$;
3. para algunos $g \in F$, $R^l(f \otimes g) = (p \wedge q) \in P$ y $\sim V(p \wedge q) = v \in [0, 1]$.

Nótese la presencia de «algunos» en lugar de «todos» en las dos últimas cláusulas. Ello se debe a las lagunas tanto de F como de P . Esto hace lugar a las hipótesis (por ejemplo, predicciones) que todavía no han sido puestas a prueba y, por ende, sus valores de verdad son desconocidos, tal como se argumentará en el apartado 4.

El mapa de hechos y proposiciones $2L^1$ puede ser analizado y dividido en dos mapas: hechos-pensamientos y pensamientos-proposiciones. (Un pensamiento particular se entiende aquí como un particular proceso cerebral, por lo cual una proposición es concebida como una clase de equivalencia de los pensamientos: véase Bunge, 1980. Ningún pensamiento es estrictamente idéntico a otro, aun cuando ambos consistan en pensar la misma proposición.) El análisis en cuestión es la

composición de dos mapas: imagen, o J , de los hechos F en los pensamientos O y la concepción, o C , de pensamientos en proposiciones

En tanto el mapa de representación IR^1 permanezca indefinido, no tenemos derecho a hablar acerca de una *teoría* de la verdad como correspondencia. Solamente podemos hablar sobre *proyectos* de elaboración de tal teoría.

3. La verdad parcial

La mayoría de los filósofos todavía cree que hay únicamente dos valores de verdad: verdad y falsedad. Sin embargo, los artesanos, los hombres de negocios, los científicos y los tecnólogos han sabido por cerca de 3000 años que, además de proposiciones completamente verdaderas, hay otras aproximadamente verdaderas. Ejemplos: los enunciados « n es igual a 3» y «nuestro planeta es esférico». En consecuencia, deberíamos admitir muchos, tal vez infinitos, valores de verdad entre los extremos de la verdad completa y la completa falsedad.

De esto tratan la teoría de la aproximación (de la cual Arquímedes fue pionero) y el cálculo de errores (cuyo padre fue Gauss). Una consecuencia metodológica de la tesis de que la verdad se presenta en grados es que lo mismo ocurre con la falsificación (o refutación). Por ejemplo, la difundida opinión de que la mecánica newtoniana ha sido falsificada es falsa. De hecho, esa teoría constituye una excelente aproximación para cuerpos de tamaño medio en movimiento lento. Esta es la razón por la cual los físicos, los astrónomos y los ingenieros mecánicos continúan utilizando la mecánica clásica, cuando ello resulta apropiado. Por la misma razón, no todos los descubrimientos empíricos negativos son tan concluyentes como suponen los falsificacionistas como Popper.

Podría pensarse que la noción de verdad por grados requiere de la sustitución de la lógica clásica, que es bivaluada, por una lógica multi- valuada. Esto no es correcto, puesto que la lógica trata de la deducibi- lidad, no de la verdad. Tan así es que se puede afirmar o negar algo con la sola finalidad de construir un argumento. Y puede suponerse, por

ejemplo, que $7t = 3$, siempre y cuando se tome el área de un círculo plano como $3r^2$, antes que como πr . De tal modo, la verdad por grados es compatible con la lógica tradicional, en tanto los valores de verdad, cualesquiera sean estos, sean preservados por la deducción.

En otras palabras, se supone, tácitamente, que hay una función de valuación de la verdad $\sim V$ para un conjunto P de proposiciones en un intervalo numérico que, por conveniencia, puede ser el intervalo real de la unidad $[0,1]$. Por ejemplo, si se toma n como 3, se comete un error relativo de $0,14/3,14$, de tal modo que se puede establecer " $\forall i (7t = 3) \sim$

$1,0 - 0,14/3,14 \approx 0,95$. En general, se puede establecer ' $V: P \rightarrow [0,1]$ ', entendiendo que $\sim V$ es una función parcial, habida cuenta de que no está definida para las proposiciones no contrastadas o indecidibles de P . Nuestro problema es concebir un sistema plausible de condiciones (postulados) que definan $\sim V$.

Deseamos que esos postulados hagan lugar a medias verdades tales como «Aristóteles fue un filósofo mexicano» y « $7t = 3$ ». El siguiente, es un conjunto plausible, si bien tentativo, de desiderata para " V ".

D1 Si p es una proposición cuantitativa considerada verdadera dentro del error relativo ϵ , entonces $\sim V(p) = 1 - \epsilon$.

Ejemplo: $p =$ «Hay 9 personas en esta habitación», en tanto que la cuenta efectiva muestra que hay 10 personas. El error relativo $= \epsilon = 1/10$, de donde $\sim V(p) = 1 - 1/10 = 9/10$, lo cual es una aproximación bastante buena.

D2 Si p no es la negación de otra proposición, entonces $j \ 0 \text{ syss}$

$$\begin{aligned} \sim V(p) &= 1 \\ V(pp) &= [1 \text{ syss } \sim V(p) < 1 - \end{aligned}$$

De otro modo, o sea, si q es la negación de la proposición p , la cual a su vez no es la negación de otra proposición, entonces:

$$V(Mrp) =$$

Ejemplo: si p es el ejemplo de D1, entonces $V(\sim p) = 1$. Vale decir, el enunciado de que no hay 9 personas en la habitación es completamente verdadero, aunque se trata de una verdad poco valiosa.

D3 Para dos proposiciones cualesquiera p y q : $\sim p \Leftrightarrow q$, entonces $\sim V(p) = \sim V(q)$. Esto no se ofrece como una idea profunda, sino como un obvio control.

D4 Si p no es la negación de q , entonces

$$-y(pr, q) = 2 - 1y(p) + y(q)i$$

De otro modo, $V(p \wedge \sim p) = 0$.

Ejemplo: $\wedge =$ «Aristóteles fue un filósofo mexicano». Esta es la conjunción de

dos proposiciones, una verdadera y la otra falsa. Por lo tanto, $V(p) - 1/2$.

Nótese que, si $q \sim p$, luego $\sim V(p \wedge q) = \sim V(p)$, tal como debe ser. Nótese también que la función de valuación salta en $q = \sim p$. Esta discontinuidad refleja lo abrupto de la negación. Si el caso **$q - \wedge p$** fuese tratado como cualquier otro caso, obtendríamos " $V(p \wedge \sim p) = (1/2)V(p)$ ", según lo cual, las inconsistencias serían medias verdades. Una salvedad similar debe hacerse respecto de la disyunción:

D5 SI/? no es la negación de q , " $V(p \vee q) = \max \{ "M/?", "V[^\wedge] \}$ ". De otro modo, $\sim V(> \vee -\gg/?) = 1$.

Ejemplo: $p \vee q = \text{«Heidegger fue un filósofo o un escritorzuelo»}$.

$$y(p \vee q) = 1.$$

Un corolario de D5 es " $V(/? \Rightarrow </) = \max \{ \sim L(-/?), \sim V(i/) \}$ ". En particular, si " $V(p) = 1$ ", entonces " $V(y p) = 0$ y $\sim V(/? \Rightarrow </) = y\{q\}$ ", y si " $V(>) < 1$ ", entonces " $V_j - y(?) = 1$ y $\Rightarrow y) = 1$ ".

En este sistema, la negación no se presenta en grados: como la muerte, es abrupta, igualadora y poco valiosa. Este es el motivo de que los críticos puedan acertar más a menudo que aquellos que son blanco de sus críticas. No obstante, no todas las contradicciones son completamente inútiles: algunas funcionan como avisos de alarma y otras originan proyectos de investigación. Por ejemplo, en tanto que «Los ángeles son alados y los ángeles no son alados» es estéril, «El universo es infinito y el universo es finito» todavía constituye un desafío para la cosmología. O sea, si una de dos alternativas mutuamente excluyentes puede ser verdadera (aunque no necesariamente lo sea), su conjunción posee valor heurístico. Además, sin contradicciones no podríamos utilizar la estrategia del principio de *reductio ad absurdum*.

A pesar de estas virtudes redentoras, la contradicción es causa de ruina si detiene el razonamiento o paraliza la acción. Con todo, no es tan mala como la confusión, por no mencionar el sinsentido. En efecto, la contradicción puede ser «resuelta» (eliminada) con solo quitar uno de sus constituyentes y las confusiones pueden ser aclaradas por el análisis, mientras que el sinsentido es intratable. El orden jerárquico semántico correcto es este:

Sinsentido < Confusión < Contradicción < Verdad parcial < Verdad total. Y el

ordenamiento metodológico correcto es el que sigue:

Enunciado con significado < Juicio de plausibilidad < Puesta a prueba < Asignación del valor de verdad.

(El significado precede a la puesta a prueba y las proposiciones no contrastadas no poseen valor de verdad conocido: véase Bunge, 1974b. Esta tesis pone de cabeza la tesis de la verificación del significado del Círculo de Viena.)

La siguiente tarea es elaborar un sistema de postulados consistente, incorporando algunos o todos los desiderata anteriores. Son pertinentes tres advertencias. La primera es que si la verdad y la falsedad se consideran mutuamente

complementarias uno puede sentirse tentado a postular que $\sim V(\sim p) = 1 - \sim V(p)$. Sin embargo, esta suposición implica que la negación de una media verdad (= media falsedad), que debería ser completamente verdadera, vale lo mismo que su afirmación. Además, junto con D4, lleva al inadmisibles resultado de que las conjunciones y las disyunciones poseen el mismo valor de verdad. Permítaseme repetir: negar es mucho menos valioso que afirmar. Este es el motivo de que el falsificacionismo solamente sea útil para descartar los errores.

La segunda advertencia es que uno debería resistirse a la tentación de definir la verdad parcial en términos de probabilidades, tentación a la que ni Reichenbach ni Popper lograron sustraerse. Una razón de ello es que la verdad y la probabilidad no son interdefinibles, aunque solo fuese porque la verdad se predica de las proposiciones, en tanto que la probabilidad solo puede predicarse de los hechos de cierto tipo (recuérdese el cap. 14). Otra razón es que el concepto de verdad tiene precedencia lógica respecto del de probabilidad, ya que cuando se ponen a prueba enunciados probabilísticos, ya sea en forma teórica o en forma experimental, se da por sentado que pueden ser verdaderos hasta cierto punto. Finalmente, los valores de verdad no se combinan como las probabilidades. Por ejemplo, el valor de verdad de la conjunción de dos proposiciones independientes con el mismo valor de verdad es igual a este último, en tanto que la probabilidad de la conjunción de dos eventos equiprobables independientes es igual al producto de sus probabilidades, el cual es menor que sus probabilidades individuales.

La tercera y última advertencia es que la teoría debería incluir el concepto de fiabilidad de la fuente de la verdad (por ejemplo, de la técnica de puesta a prueba). En efecto, a menudo sucede que asignamos altos valores de verdad cuando utilizamos un método poco preciso, solo para descubrir que, cuando se utiliza un procedimiento más preciso, los valores de verdad son en realidad más bajos. Esto sugiere la conveniencia de añadir el siguiente desideratum:

Dé Si a una proposición p se le pueden asignar diferentes valores de verdad basados en pruebas con diferentes fiabilidades, $r(p)$, elíjase la asignación que maximiza el producto de los dos valores:

$$r(p) \cdot \sim V(p) = \max.,$$

donde la fiabilidad $r(p)$ puede asumir valores entre 0 y 1.

Esto es suficiente en cuanto a los desiderata para la función de valuación. La enumeración de estas condiciones se propone como un proyecto de investigación que consiste en encontrar al menos un conjunto de axiomas que satisfaga la mayoría de los desiderata previos. Este proyecto no se intentará aquí.

Otro proyecto de investigación que será aquí bosquejado es el de establecer una métrica de la verdad (o métrica «alética»²), vale decir definir la distancia entre dos proposiciones cualesquiera, con respecto a sus valores de verdad. Una métrica de la verdad posible es la función δ : $P \times P \rightarrow \mathbb{R}$, tal que para todop, q y r de P ,

- (a) si $p \rightarrow q$ entonces $S(p, q) = 0$;
- (b) $S(p, q) = S(q, p)$;
- (c) $S(p, q) + \delta(q, r) = \delta(p, r)$;
- (d) si $p = \langle M(a) = r \rangle$, y $q = \langle M(b) = s \rangle$, entonces $\delta(p, q) = |r - s|$.

Si las distancias entre dos proposiciones p, q y una línea de base b son dadas, los postulados (b) y (c) permiten computar la distancia alé- tica entre las proposiciones dadas:

$$S(p, q) = \delta(p, b) + \delta(q, b).$$

Estas fórmulas deberían ser útiles para comparar los resultados de las mediciones.

Por último, puede definirse el concepto de verdad relativa o verdad relativa a una línea de base b que se toma como completamente verdadera, como $V(p, b) = \delta(p, b)$. Por ejemplo, si p es una solución aproximada, mientras que b es la solución conocida exacta, entonces la distancia entre ellas es igual al error de la primera relativo a la segunda: $\delta(p, b) = \epsilon$. El conocimiento de ϵ contribuye a evaluar el método de aproximación.

¹ En el original: *aiethic*, del griego *aletheia* (verdad). [N del X]

4. La emergencia del conocimiento de la verdad

Según el platonismo, las ideas existen de por sí y lo mismo ocurre con sus valores de verdad. O sea, las proposiciones serían verdaderas o falsas más allá de nuestro conocimiento de ello. Los aristotélicos y los materialistas niegan la existencia independiente de las ideas. Pero no necesitan tomar partido en el debate acerca de si la verdad y la falsedad son inherentes a las proposiciones o deben ser descubiertas. Unicamente un análisis metodológico del proceso de puesta a prueba (o verificación) puede contribuir a este debate. Sostengo que tal análisis sugiere que a) si se las considera como procesos cerebrales, las proposiciones son verdaderas o falsas hasta cierto punto, desde el momento en que son pensadas, pero b) los valores de verdad deben ser descubiertos por medio del análisis (en el caso de las proposiciones formales) o por procedimientos empíricos, tales como contar y pesar, en el caso de las proposiciones acerca del mundo real. Si se me permite una metáfora biológica, la verdad es innata, pero su conocimiento explícito es adquirido.

En otras palabras, la ponderación de los méritos de una proposición fáctica es el estado final de un proceso de ocho pasos:

1. Formular p de modo tan preciso como sea posible.

2. Controlar el conocimiento antecedente para averiguar si p es compatible con este y si es probable" que sea nueva o que, hasta el momento, no haya sido puesta a prueba.
3. Controlar si p es, en principio, pasible de ser puesta a prueba.
4. Asegurarse de que vale la pena poner a prueba o volver a ponerla a prueba.
5. Diseñar un procedimiento para poner a prueba.
6. Poner en marcha un procedimiento para poner a prueba.
7. Llevar a cabo las pruebas de verdad.
8. Evaluar el valor de verdad, a la luz tanto del conocimiento antecedente como de los hallazgos de la puesta a prueba; o sea, enunciar la metaproposición $V(p) = v$.

En las ciencias y en las tecnologías, algunas puestas a prueba no son concluyentes. En tales casos, se debe suspender por un tiempo el juicio acerca de los valores de verdad, con la esperanza de poder repetir la puesta a prueba modificando, tal vez, las técnicas involucradas. Por ejemplo, hasta hace unas pocas décadas, las pruebas a favor de la hipótesis de que fumar causa cáncer eran inconcluyentes; de igual modo, cierto número de procedimientos médicos han sido discontinuados a la luz de resultados nuevos que les son desfavorables.

Sin embargo, la verdad fáctica, como correspondencia entre un hecho en el cerebro del investigador y otro hecho, es una relación objetiva que se sostiene o no con independencia de todo procedimiento de prueba. Para percatarse de esto, considérese el sencillo ejemplo siguiente. De pronto oigo un ruido atronador, pero no sé qué lo ha causado. Entonces, concibo las siguientes conjeturas:

- A Que fue un trueno.
- B Que fue una onda de choque supersónica.
- C Que fue un disparo de cañón.
- D Que fue una explosión de dinamita.
- E Que fueron fuegos artificiales.

Miro, escucho y pregunto en un esfuerzo por hallar pruebas a favor o en contra de estas cinco conjeturas. Al emprender esta tarea, supongo tácitamente que solo una de ellas es verdadera. Como soy un realista y no un constructivista, supongo que la verdad fáctica -la adecuación entre las ideas y los hechos a los que se refieren- no es una construcción y mucho menos una construcción social. Entonces, miro hacia el cielo y veo nubes negras, que se mueven rápidamente, y una luz relampagueante. Luego, «concluyo» (hipotetizo) que A era verdadera, aunque no lo sabía en el momento en que la pensé. Desde luego, investigaciones subsiguientes pueden mostrar que A era falsa: en realidad, un avión supersónico causó el estruendo. Pero el punto es que tales indagaciones se realizan con el fin de descubrir si la «correspondencia» se sostiene o no.

En resumen, el conocimiento de la verdad emerge de las puestas a prueba, se presenta en grados y, en principio, hay maneras de mejorar la precisión de los cálculos y las mediciones. Particularmente, la teoría de la aproximación, una rama de la matemática, contiene métodos de aproximaciones sucesivas, que en ciertos casos permiten la convergencia uniforme hacia la verdad. Para bien o para mal, estos métodos no están disponibles en las ciencias fácticas. En consecuencia, no tiene sentido pensar en secuencias infinitas de proposiciones fácticas con valores de verdad cada vez mayores. Las razones de ello son las siguientes (Bunge, 1963: 124):

1. Los estándares de rigor y los estimadores de error no están fijos de una vez y para siempre, sino que cambian a medida que cambian las metas y las técnicas.
2. Si bien la historia del conocimiento muestra mejoramiento en las aproximaciones, no muestra una convergencia uniforme hacia un límite, aunque solo fuese porque el progreso a menudo se logra cambiando el rumbo y reemplazando ciertas hipótesis por otras con conceptos totalmente nuevos.
3. El concepto de infinitud involucrado en la definición de convergencia uniforme hacia la verdad (o hacia cualquier otra cosa) no se aplica a conjuntos finitos de proposiciones contrastables.

Lo máximo que podemos esperar es que aumente la precisión de casi todas las proposiciones fácticas cuantitativas interesantes. Este es un artículo de fe de los científicos fácticos.

Nuestro próximo problema es averiguar si la ética y la ideología también pueden y deben ser transformadas de dogmas en disciplinas científicas.

5. Ética e ideología centradas en la verdad

Según la sabiduría popular, los valores y las normas morales son subjetivos, una cuestión de sentimientos, de gusto o de intereses creados. Me propongo desafiar este punto de vista. Sostengo que la moral puede ser científica, en el sentido de que las reglas de una moralidad viable y justa sean compatibles con lo que se sabe acerca de la naturaleza humana y la vida social. Esta tesis ha sido formulada y discutida extensamente en otro sitio (Bunge, 1989). Aquí deberán bastar unos pocos ejemplos.

El primer ejemplo es el altruismo recíproco o *qu-idpro quo*. A diferencia del egoísmo predicado por los utilitaristas y los neoliberales, esta norma posee un firme fundamento en las ciencias sociales. En efecto, favorece la justicia y la cohesión sociales y, de tal modo, propicia tanto la paz como el progreso de la sociedad. (Irónicamente, el lema de Brasil, *Ordem e progresso* todavía está vigente, aunque

estuvo inspirado en la hace mucho fenecida filosofía de Auguste Comte.)

Segundo ejemplo: a diferencia de la pedagogía tradicional, su sucesor moderno sostiene que el aprendizaje es su propia recompensa. Como consecuencia, en lugar de utilizar como incentivo el castigo, utiliza la recompensa y su denegación. Esta reorientación tiene dos raíces. Una es la tesis moral de que no estamos condenados a sufrir (a diferencia de lo que enseñaba Lutero), sino que podemos disfrutar de la vida. La otra es el descubrimiento, realizado por la psicología moderna, de que los niños responden mejor a la recompensa y su denegación que al castigo. Ambas ideas son ajenas a los mitos del pecado original y la condena eterna.

Un tercer ejemplo es el caso de la procreación responsable, comenzando por la planificación familiar. Sostengo que es cruel traer niños al mundo cuando no son deseados, puesto que no serán amados y, en consecuencia, no serán criados ni educados adecuadamente. Y, puesto que la crueldad es abominable, la oposición a la planificación familiar es rotundamente inmoral. La inmoralidad de condenar el uso del condón está incrementada por la actual epidemia de sida, habida cuenta de que el sexo sin protección transmite el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) que causa esa pasmosa enfermedad.

Otro ejemplo es la prohibición de utilizar células madre embrionarias para investigar y para reemplazar tejidos enfermos o muertos. Esta prohibición es igualmente cruel y, por consiguiente, inmoral, porque condena a la incapacidad y a la muerte prematura a las víctimas de enfermedades neurodegenerativas, tales como la de Parkinson, la de Alzheimer y la de Huntington. La prohibición está fundada en una falsedad: que un embrión humano de cinco días, el blastocisto -que consiste solamente en unas 150 células- es una persona. La verdad es que no somos personas desde la concepción: nos convertimos en personas gradualmente, a medida que nos desarrollamos desde el huevo fertilizado y el embrión, hasta el feto, el recién nacido, el niño y más allá.

En cambio, debería detenerse la clonación humana hasta que se muestre que es segura. Y hasta que se invente un instrumento legal que evite los litigios provenientes de los derechos de sucesión de los individuos que son a la vez hijos y hermanos de los donantes de células. Las razones para apoyar esta moratoria no pueden ser morales, habida cuenta de que los gemelos idénticos son clones naturales uno del otro (y solamente unas pocas tribus atrasadas prohíben criar a los gemelos idénticos. En todo caso, hay poderosas razones científicas y legales contra la clonación humana.)

Las principales razones científicas en el presente son las que siguen. Primero, un mundo superpoblado como el nuestro no necesita de la reproducción artificial. (Lejos de ser una especie en peligro, la nuestra es el peligro supremo para las demás especies.) Segundo, son demasiados los clones artificiales que presentan defectos genéticos graves, entre ellos el acortamiento de los telómeros (los extremos de los cromosomas). Esto sugiere que los clones artificiales, a diferencia de sus equivalentes naturales, pueden nacer ya viejos y, por ende, tener tendencia a sufrir dolencias de la vejez cuando aún son jóvenes o, incluso, desde el nacimiento.

Cualquiera de estas razones debería bastar para prohibir la clonación humana por el momento. Y en ambos casos, la norma moral está fundada en consideraciones científicas: la verdad muestra el camino hacia lo bueno y lo correcto.

Pasemos ahora de los casos a las generalizaciones. Un código moral puede o bien ser tradicional o bien estar actualizado con auxilio de la ciencia y la tecnología. Si es tradicional, pasará por alto o aun rechazará importantes verdades descubiertas en los últimos siglos, entre ellas que la desigualdad social no es una característica genética y que el desarrollo normal del niño requiere, además de buena nutrición, higiene y educación, de amor. Por consiguiente, este código tolerará severos desajustes entre la moral y la vida moderna, contribuyendo así a la infelicidad de mucha gente. Este es el motivo por el cual las religiones organizadas, apegadas como están al pasado, son fábricas de infelicidad: baste pensar en la discriminación por género y las prohibiciones sobre el matrimonio de prueba, el divorcio, la contracepción, el aborto (incluso en caso de violación), el suicidio asistido y, eventualmente, la terapia génica.

Una moralidad científica, en cambio, valoraría más el disfrute de la vida que la observación de dogmas que pueden haber estado justificados hace varios milenios para proteger la viabilidad de unas pocas tribus pequeñas y atrasadas en ambientes hostiles. Para resumir, en tanto que las morales tradicionales serán, con seguridad, obsoletas, opresivas y discriminadoras, un código moral científico, al estar fundado en la verdad objetiva, se ajustaría a la vida moderna y sería liberador e inclusivo. En efecto, ¡la verdad (científica o, mejor dicho, su reconocimiento) os hará libres!

Hay buenos argumentos que permiten elaborar una ideología política científica, vale decir una que esté fundada en las ciencias sociales. Tómese, por ejemplo, el igualitarismo, el cual en una variante u otra ha sido preconizado (aunque nunca practicado de modo consistente) por el liberalismo clásico y el socialismo democrático, así como por Spinoza, Locke, Rousseau y Kant. ¿Por qué sería deseable la igualdad social (y no solamente legal)? Porque a) la psicología social ha mostrado que las personas no solo sienten insatisfacción cuando sufren privaciones, sino también cuando se hallan en condiciones ostensiblemente peores que sus vecinos (la bien confirmada teoría del grupo de referencia de Merton), b) la sociología ha mostrado que la cohesión social aumenta con la participación social y disminuye con la exclusión social y c) las ciencias políticas han mostrado que las sociedades profundamente divididas en el proceso de modernización son políticamente turbulentas. Por lo tanto, hay una cuota de sólida ciencia social para sostener programas políticos que busquen el igualitarismo, en particular en una de sus versiones meritocráticas, tal como la de Rawls.

Comentarios finales

El concepto de verdad es fundamental en todos los aspectos de la vida, no solo en la ciencia y la tecnología. Sin embargo, la verdad nunca se presenta sola: siempre debe estar acompañada por el trabajo y el amor -o, al menos, el interés- por los demás. La búsqueda de la verdad requiere de amor por la verdad, así como de arduo

trabajo. El trabajo sin verdad es o bien ineficiente o bien explotación y, sin amor, puede ser pura monotonía. El amor sin verdad puede ser engañoso y sin trabajo es insostenible. No obstante, entre los tres valores en cuestión hay conflictos y, por lo tanto, compromisos. Cuando la verdad es la meta que lo sobrepasa todo, como en la investigación científica o humanística, puede que tengamos que sacrificar el trabajo o el amor. Pero toda vez que la meta sea el trabajo o la justicia, la verdad será un medio para lograrla. Por lo tanto, la verdad, al igual que el trabajo y la justicia, aunque algunas veces es finalidad y otras instrumento, siempre es esencial. Y con todo, paradójicamente, nadie parece haber producido una teoría de la verdad parcial y objetiva detallada, verdadera y de aceptación general. Solo tenemos unas pocas intuiciones acerca de la naturaleza de la verdad fáctica, el modo en que su conocimiento emerge de las pruebas y la confluencia de las verdades logradas en diferentes campos.

Emergencia de la enfermedad y convergencia de las ciencias biomédicas

Cuando gozamos de buena salud, podemos divertirnos haciendo bromas sobre algunos disparatados errores de los médicos. Pero cuando resurgimos desde el fondo de una enfermedad, gracias a un tratamiento exitoso, quizás estemos dispuestos a admitir que, a menudo, los galenos resuelven problemas asombrosamente difíciles. Una reflexión más profunda muestra que, frecuentemente, los fracasos de los médicos se deben más a las dificultades intrínsecas de los problemas que ellos abordan que a la incompetencia profesional. Sostengo que tales dificultades tienen tres motivos principales.

Primero, se espera que los médicos inspeccionen, comprendan y reparen el más complejo y uno de los más vulnerables sistemas del universo: el cuerpo humano viviente. Este sistema atraviesa todos los niveles de organización, desde el atómico hasta el social. Por ejemplo, una deficiencia del neuropéptido oxitocina causa autismo y, por lo tanto, retraimiento; en contraposición, la epinefrina causa euforia y, de tal modo, sociabilidad. Esta es la razón por la cual los médicos deben recurrir a una rica panoplia de herramientas, desde las drogas hasta las pruebas de laboratorio y desde la lanceta hasta el habla, entre muchas otras. Segundo, la mayoría de los problemas que enfrentan los médicos son inversos y, por consiguiente, difíciles. En efecto, estos profesionales deben conjeturar la enfermedad a partir de signos que, con frecuencia, son ambiguos. Tercero, por causa de esta dificultad y de la complejidad propia de los seres humanos, los médicos deben utilizar descubrimientos prove-

nientes de la investigación en diversas disciplinas -desde la biofísica y la bioquímica, hasta la psicología y la sociología- algunos de los cuales no se enseñan en las escuelas de medicina.

Echemos un vistazo a unos pocos problemas centrales de la iatrofi- losofía o filosofía de la medicina: la naturaleza multinivel del cuerpo humano, las peculiaridades del proceso que llamamos enfermedad y las perplejidades del diagnóstico y el tratamiento médicos.

1. Sistemas multinivel y multidisciplinariedad

La medicina moderna se caracteriza por su científicidad y sistemicidad. En efecto, a diferencia de la medicina tradicional, su sucesora moderna utiliza el método científico. Vale decir, el procedimiento por el cual se controlan las conjeturas. En el caso del diagnóstico y el tratamiento médicos este método puede ser esquematizado como sigue:

Fondo de conocimiento biomédico —> Diagnóstico o problema terapéutico
—> Hipótesis diagnóstica o terapia —> Prueba observacional o experimental
—> Evaluación de la hipótesis, el método o la terapia —> Ampliación o corrección del fondo de conocimiento —> Corrección de la práctica médica.

La anatomía y la medicina antiguas y medievales consideraban el cuerpo humano como un conjunto de órganos y humores mutuamente independientes. La medicina moderna se inició en el siglo XVII, con el descubrimiento del sistema cardiovascular, realizado por William Harvey. Le siguieron los descubrimientos de los sistemas músculo-esquelético, respiratorio, digestivo, nervioso, endocrino e inmune. Más tarde, se descubrió que varios de los sistemas interactúan, constituyendo supersistemas tales como el neuroendocrino. Esta interacción es una de las fuentes de la dificultad del diagnóstico y el tratamiento médicos. En efecto, si los subsistemas A y B interactúan, entonces un síntoma exhibido por A puede haberse originado en B y el tratamiento de A afectará, con seguridad, también a B. Eventualmente, los farmacólogos descubrieron una interacción adicional, la que se produce entre las drogas. Por ejemplo, recientemente se ha hallado que la hierba de San Juan, un popular remedio contra la depresión, reduce notoriamente la eficacia de docenas de drogas. Esto basta con respecto a las terapias sectoriales.

Con anterioridad a los tiempos de Rudolf Virchow y Claude Bernard, la medicina estaba aislada de las otras ramas del conocimiento fiable. En la medicina moderna, en cambio, converge un gran número de disciplinas: la física, la química, la biología, la psicología, la sociología y las correspondientes ciencias híbridas, tales como la bioquímica, la psiconeuroendocrinología y la sociología médica, por no mencionar la farmacología, una ciencia aplicada. Piénsese, por ejemplo, en el largo y desordenado proceso que llevó, en 1922, al descubrimiento de que la insulina cura la diabetes. Fue la culminación de un proceso de convergencia que

involucró descubrimientos e invenciones en fisiología, endocrinología, bioquímica, medicina clínica, cirugía y otras disciplinas, realizados por incontables investigadores, a lo largo de más de dos décadas, sin contar el apoyo provisto por numerosas universidades en diversos países (véase Bliss, 2000).

¿Por qué depende la medicina de tantas otras disciplinas e interdisciplinas? Primero, porque actualmente se considera al ser humano como un animal más, si bien uno con una rica vida mental e incluido en redes sociales complejas y cambiantes. Segundo, porque los procesos vitales pueden analizarse en términos de procesos físicoquímicos (lo que no significa que carezcan de propiedades biológicas emergentes). Tercero, porque los seres humanos ocupan diversos niveles de organización, desde el físico hasta el social, a causa de lo cual no pueden ser entendidos —y, mucho menos, controlados— si se fija la atención en un único nivel. Cuarto, porque el cuerpo humano es considerado, cada vez más, un sistema de sistemas, ninguno de los cuales puede ser comprendido de manera aislada. Quinto, porque la medicina moderna es considerada y practicada como una técnica fundada en la ciencia (es decir una tecnología), no como un arte basado únicamente en reglas prácticas. Sexto y por consiguiente, porque la investigación biomédica es tan polifacética y exige tanto esfuerzo, requiere de equipos tan sofisticados y tantas pruebas clínicas y puede ser tan provechosa, que debe ser financiada por gobiernos y empresas privadas.

Examinemos brevemente algunos de los problemas conceptuales planteados por el diagnóstico y el tratamiento médicos. No obstante, antes de introducirnos en esta cuestión deberíamos tener claro cuál es la naturaleza de la enfermedad: ¿es una cosa, un estado, un proceso o una construcción social que debe ser deconstruida en lugar de curada?

2. ¿Qué tipo de entidad es la enfermedad?

Si hubiésemos de confiar en el lenguaje ordinario, pensaríamos que la enfermedad es o bien una cosa o bien un estado. En efecto, cuando decimos, por ejemplo, que alguien *tiene* un resfriado, parece que tratáramos los resfriados como cosas que uno lleva y que, en algunos casos, puede pasar a otros del mismo modo que se lleva o se pasa una moneda falsa. De manera semejante, cuando decimos «Está enfermo», parece que tratamos la enfermedad como un estado, al igual que cuando decimos «Está afiebrado».

Al analizar el concepto de enfermedad, el filósofo exacto considera este asunto bajo una luz diferente. En lugar de decir que tal o cual persona *tiene* una enfermedad o *está* enferma, introduce el verbo «enfermar» y dice que tal o cual persona *enferma*. En efecto, podemos escribir *Sx*. (De seguro, esta locución viola lo que Noam Chomsky llama «la intuición lingüística del hablante nativo»). Pero esto no viene a cuento, puesto que el lenguaje común es cualquier cosa menos exacto y la intuición es, en el mejor de los casos, un disparador.)

La medicina moderna trata la enfermedad como un proceso del organismo, vale decir como una secuencia de estados corporales con un comienzo y un fin. Por consiguiente, tratar a una paciente no consiste en el intento de extraer esforzadamente algo de ella —como si de un espíritu maligno se tratase— sino en interferir en el proceso de la enfermedad hasta detenerlo o, por lo menos, mitigarlo. Más aún, no se trata de un estado instantáneo que puede ser despachado de un plumazo: la enfermedad, como la sucesión de las estaciones, es una secuencia de estados.

(El mejor modo de analizar los conceptos de estado de un organismo y de proceso es hacerlo en términos de su función de estado, es decir de la lista de propiedades biológicas de los organismos de la especie en consideración. Llamando P_1, P_2, \dots, P_n , las n propiedades conocidas de tales organismos, su función de estado es la lista o «tupia $F = (P_1, P_2, \dots, P_n)$ ».

Pf). Esta lista puede interpretarse como un vector de un espacio cartesiano de n dimensiones, del cual cada eje representa una de las n propiedades en cuestión. Este espacio se llama *espacio de estado* de los organismos de un tipo dado: llamémosle S_K , donde K designa la bioespecie. Los organismos pertenecientes a diferentes especies poseen espacios de estado diferentes. Pero, puesto que todos ellos están relacionados filogenéticamente, todos los espacios de estados organizmicos poseen una intersección no vacía. A medida que transcurre el tiempo, algunas o todas las propiedades del organismo cambian y, de manera acorde, el extremo apical del vector se mueve en el espacio de estado de la especie. Pero mientras el organismo esté vivo, su vector de estado permanecerá confinado a un área particular: llamémosla L_K . Más aún, los estados de salud se encuentran dentro de un área de menor tamaño AL , que se halla incluida en L_K . De manera abreviada: $H_K \subset L_K \subset S_K$. A medida que transcurre el proceso de enfermedad, surgirán numerosos nuevos ejes y, probablemente, otros tantos desaparecerán. El efecto neto será una distorsión del espacio de estado y de sus dos subespacios.)

El punto de vista según el cual la enfermedad es un proceso real es solamente el esqueleto que ha de ser completado por la investigación biomédica. Y los hallazgos de esa investigación, si bien objetivos, seguramente serán imprecisos en alguna medida, puesto que jamás conoceremos con precisión todas las propiedades de un organismo y sus relaciones mutuas. En otras palabras, estos hallazgos serán, en el mejor de los casos, parcialmente verdaderos. Depende de los investigadores biomédicos mejorar la precisión de nuestro conocimiento de la salud y de la enfermedad.

Esta perspectiva objetiva de la enfermedad se opone a la opinión, de moda entre los posmodernos, de que la enfermedad es una construcción social, en particular un invento de la profesión médica (véase Fleck, 1979). Por ejemplo, según este punto de vista, sin Koch no habría tuberculosis. Esta extravagante opinión, el constructivismo social, es parte del movimiento anticientífico que actualmente invade las facultades de humanidades de los países industrializados.

Esta perspectiva es patentemente falsa y peligrosa. Es falsa, porque usualmente las personas se enferman antes de ser diagnosticadas y tratadas por un médico. Y es peligrosa, porque lleva a tratar las enfermedades a través del control de la profesión médica o, tal vez, de su total supresión. El antirrealismo es, pues, riesgoso para la salud. Por consiguiente, debería ser motivo de preocupación para la ética biomédica.

3. El diagnóstico como problema inverso

Todos los médicos razonan y el razonamiento puede ser válido o inválido, desde el punto de vista lógico, independientemente del contenido de las premisas. Cuando el razonamiento que precede a una decisión médica es lógicamente inválido, la acción correspondiente puede resultar ineficaz o algo aun peor. Por ejemplo, del hecho de que un tratamiento sea ineficaz, no se sigue que la enfermedad del paciente no sea orgánica. De ello solamente se sigue que el diagnóstico realizado es incompleto o incorrecto, que el paciente ha desobedecido las instrucciones del médico o que aún no se ha inventado una terapia eficaz.

Demos un vistazo a la lógica propia del diagnóstico médico. Esta lógica es compleja, a causa de que suscita el engañoso problema de los indicadores, un tema clave que casi todos los filósofos de la ciencia y la tecnología han pasado por alto. La premisa básica es que, eventualmente, toda enfermedad se manifiesta como un síndrome o grupo de síntomas, que son a su vez características observables. El adverbio «eventualmente» procura incluir el caso de las llamadas enfermedades asintomáticas, que solo son descubiertas cuando se encuentran en estado avanzado.

En obvios símbolos, la premisa es: *Si D, entonces S*, donde *D* describe una enfermedad y *S* es la conjunción de cierto número de síntomas correspondientes. De manera más explícita:

Para todo x, si x posee la enfermedad D, entonces x exhibe el síndrome S, o $\forall x(Dx \supset Sx)$. Esta es la forma lógica correcta de la hipótesis enfermedad-síndrome, ya que falla únicamente si se presenta una enfermedad que no exhibe síntomas. Por lo tanto, el modo de controlar la verdad de esta hipótesis es observar o provocar la enfermedad y controlar si se presentan los síntomas esperados. (Con todo, como se verá más adelante, es posible fortalecer la relación *D-S*.) Por otra parte, el condicional inverso $\forall x(Sx \supset Dx)$ es incorrecto porque es falso solamente cuando aparece el síndrome sin haber enfermedad.

(Advertencia: si, para quien realiza el diagnóstico, están disponibles solo algunos de los síntomas, puede dudar entre dos o más causas posibles. En este caso, *D* será igual a la disyunción de *D*₁ o *D*₂ o ... o *D*_n de *n* proposiciones, donde *n* > 2. Únicamente más pruebas o, incluso, más investigación pueden descartar todas las disyunciones salvo una. Más aún, y obviamente, cada una de las hipótesis en cuestión debe ser plausible a la luz del cuerpo de conocimiento disponible. Este requisito deja fuera los procedimientos del tipo de ensayo y error, así como las

hipótesis mágicas y religiosas.)

Apliquemos, ahora, lo anterior. Suponiendo una hipótesis de la forma *Si D, entonces S*, la regla básica de inferencia llamada *modus ponens* nos permite razonar como sigue. Si una paciente en particular *b* sufre una enfermedad *D*, entonces exhibirá el síndrome *S*. O sea, el argumento lógicamente válido es:

Ley	$\forall x(Dx \Rightarrow Sx)$
Dato	Db
\therefore Conclusión	Sb

Con todo, esta pieza válida de lógica elemental resulta totalmente inútil para el diagnóstico. (Solo es útil para la prognosis de síntomas que todavía no han aparecido.) De hecho, el diagnóstico típico no consiste en el problema *directo* de inferir el síndrome a partir de la enfermedad, sino en el problema *inverso* de conjeturar la enfermedad a partir de los síntomas: recuérdese el capítulo 13, apartado 4 y véase la figura 16.1.

A ?

$D \rightarrow S, S \rightarrow D; \}$
 $D_3?$

a)

b)

Figura 16.1. (a) Problema directo: *Dada (hallada o supuesta) una enfermedad D, buscar o pronosticar el síndrome S. La flecha simboliza tanto la relación causal como la dirección de la inferencia, (b) Problema inverso/ Dado el síndrome S, conjeturar la enfermedad D, un problema que puede tener más de una solución. En este caso, la flecha simboliza únicamente el proceso diagnóstico.*

De hecho, el médico comienza observando solamente unos pocos signos. Si estos no bastan para elaborar una hipótesis diagnóstica, lleva a cabo u ordena una batería de pruebas que le permiten aumentar la lista de síntomas. El médico razona del siguiente modo:

Ley	$\forall x(Dx \Rightarrow Sx)$
Dato	Sb
\therefore «Conclusión»	Db .

Sin embargo, este argumento es lógicamente inválido, si bien fértil (o engañoso) desde el punto de vista heurístico. En efecto, la «conclusión» Db no está implicada por las premisas, sino que solo es sugerida por ellas. Tanto es así que más pruebas o aun una hipótesis de partida diferente darían como resultado una «conclusión» diferente. Vale decir, el médico solamente puede *conjeturar* que el

paciente sufre la enfermedad en cuestión. En forma abreviada, *Db* no es una conclusión propiamente dicha, sino otra *hipótesis*. Y, por supuesto, una hipótesis es, en el mejor de los casos, plausible, en tanto no haya pasado pruebas rigurosas. (Recuérdese el cap. 14.)

Debe hacerse hincapié en la presencia de conjeturas en el proceso diagnóstico, para contrarrestar la difundida opinión de que los buenos médicos no especulan, sino que se mantienen fieles a los datos puros y duros. De hecho, los buenos profesionales de la medicina recogen más datos que los que sus pacientes les suministran y, normalmente, lo hacen a la luz de una o más hipótesis. Deben hacerlo porque sus pacientes no pueden observar o sentir los procesos patológicos que tienen lugar en los niveles celular o molecular. Más allá de las aptitudes que tengan, los médicos conjeturan todo el tiempo (véase Murphy, 1997).

Pero, desde luego, los buenos profesionales tienden a formular hipótesis más o menos plausibles, fundándose en sus conocimientos biomédicos periódicamente actualizados. Y controlan sus conjeturas, corrigiéndolas si fuese preciso, en el transcurso del tratamiento.

Más aún, el tratamiento provee nuevos datos y puede generar nuevas hipótesis. Por ejemplo, si el tratamiento *T* para la enfermedad *D* no funciona para determinado paciente, entonces el facultativo conjeturará o bien que el paciente no tiene *D* o bien que, aunque está afectado por *D*, también sufre de una condición adicional, tal como una deficiencia de ciertas enzimas u hormonas, que torna ineficaz *T*. En cualquier caso, deberá concebir uno o más tratamientos nuevos plausibles. Si alguno de ellos funcionara, nada se habrá probado desde el punto de vista lógico, en particular porque el nuevo tratamiento podría haber actuado como un placebo. Con todo, esta objeción purista tiene poca relevancia, puesto que el médico profesional, a diferencia del investigador biomédico, está más interesado en los resultados que en la verdad. Establecer que el paciente sufre tal o cual enfermedad puede exigir nuevas pruebas o, incluso, una autopsia.

En síntesis, los buenos médicos no pueden darse el lujo de prescindir de las conjeturas. Sin embargo, a diferencia de los chamanes, de los practicantes de la medicina alternativa y de los psicoanalistas, los médicos no formulan especulaciones descabelladas, sino conjeturas instruidas y pasibles de ser puestas a prueba. Con todo, por supuesto, hasta la conjetura culta más plausible puede resultar falsa. Cuando ocurre esto, el profesional responsable ensaya una conjetura alternativa. Los médicos solo son reacios a cambiar sus conjeturas si pertenecen a alguna secta o si se los demanda por mala praxis cada vez que cometen un error.

Las consideraciones previas contribuyen a explicar por qué diferentes facultativos pueden producir diagnósticos diferentes del mismo paciente. En efecto, es probable que distintas personas formulen conjeturas distintas, incluso si han partido aproximadamente de los mismos datos, simplemente porque su fondo de conocimiento difiere un poco y porque poseen cerebros algo diferentes. A su vez, esto ayuda a explicar por qué las juntas médicas con frecuencia tienen éxito. Los

miembros de un equipo médico discuten los méritos de diferentes hipótesis hasta que —es de esperar— se alcanza el consenso acerca de cuál es la hipótesis más plausible. Con todo, en el largo plazo, solo la investigación biomédica puede reducir la duda exhibiendo los mecanismos de la enfermedad, tema que trataremos a continuación.

4. El conocimiento del mecanismo fortalece la inferencia

Fortalecer la inferencia diagnóstica es posible. Este fortalecimiento no se logra multiplicando el número de datos, ni cambiando la lógica, sino profundizando el conocimiento biomédico subyacente: descubriendo los *mecanismos* que subyacen en la relación enfermedad-síntoma. Por ejemplo, la hepatitis, de la cual se creía en la década de 1950 que se trataba de una única enfermedad, resultó ser un grupo de seis mecanismos virales, desde el A hasta el F, con diferentes efectos y pronósticos.

Unos pocos mecanismos, tales como los cortes, las magulladuras y las decoloraciones, son visibles. Pero la mayoría de ellos, como las infecciones, los trombos, las disfunciones de los órganos o la degeneración celular, son invisibles. Si se han planteado como hipótesis, a menudo pueden ser verificados en el laboratorio. Por ejemplo, si una placa de rayos X muestra una sombra en un pulmón, el médico puede sospechar que se trata de cáncer, de tuberculosis, de hongos o de tejido cicatrizal y puede ordenar una prueba adecuada, por ejemplo una biopsia. Una vez que se tiene el resultado de la prueba, una de las hipótesis competidoras puede ser eliminada y la otra confirmada, siempre y cuando la prueba sea fiable y su resultado sea inequívoco. (Recuérdese la omnipresente posibilidad de obtener positivos falsos y negativos verdaderos.)

Ahora bien, el médico posee algún conocimiento plausible acerca del mecanismo que puede haber causado los síntomas observados. Se encuentra razonablemente seguro de que dicho mecanismo es, a la vez, necesario y suficiente para que esos síntomas se hayan presentado: de que es su causa y que ningún otro proceso podría haberlos causado. Sin embargo, solo la investigación biomédica puede establecer si este es efectivamente el caso. Del mismo modo, el físico confía en las lecturas de su instrumento porque sabe cómo funciona; porque sabe que este ha sido diseñado sobre la base de una o más teorías físicas bien confirmadas. Por ejemplo, una lectura del termómetro es fiable porque está basada en una bien corroborada relación lineal entre la longitud y la temperatura de la columna termométrica: esta longitud es un indicador visible y fiable de la temperatura, que es invisible.

En general, no se puede confiar en una hipótesis indicadora a menos que esté justificada por una teoría (sistema hipotético-deductivo) bien corroborada. Por desgracia, en la medicina hay escasez de teorías verdaderas. Esta escasez teórica hace del diagnóstico médico una tarea casi tan azarosa como la profecía económica. Una fuente adicional de in

certidumbre es la enorme diversidad («variabilidad») de los seres humanos, a consecuencia de la cual diferentes individuos, aunque sufran la misma enfermedad, pueden mostrar síntomas levemente diferentes, así como distintas reacciones al tratamiento. Con todo, esto solamente muestra que hay varios mecanismos diferentes para cualquier par dado de enfermedad-síndrome.

En todo caso, si el mecanismo propuesto para una enfermedad es plausible, quien realiza el diagnóstico puede usar dos leyes en vez de una: una que vincule la enfermedad con el mecanismo y la otra que vincule el mecanismo con el síndrome. Más aún, cada una de estas nuevas leyes es más sólida, desde el punto de vista lógico, que el condicional inicial *Si D, entonces S*. En efecto, las nuevas leyes son

D si y solo si M

Y

S si y solo si M,

donde *M* describe el mecanismo de la enfermedad (infección, ataque, proliferación celular no regulada o lo que fuere). Ambas leyes son condicionales de dos sentidos, es decir bicondicionales, no simplemente condicionales de un solo sentido. En otras palabras, ahora, cada lado de la fórmula es tanto *necesario* como *suficiente* para la verdad o falsedad del otro.

Si el médico acierta el mecanismo de la enfermedad, puede razonar del siguiente modo. Primero deriva la ley enfermedad-síndrome a partir de dos leyes más profundas: la ley enfermedad-mecanismo y la ley mecanismo-síndrome:

$$\forall x(Dx \Leftrightarrow Mx) \ \& \ \forall x(Mx \Leftrightarrow Sx). \therefore \forall x(Dx \Leftrightarrow Sx).$$

A su vez,

$$\neg \forall x(Dx \Leftrightarrow Sx)$$

Sb

Db.

Y esta es una conclusión lógicamente válida, no una conjetura incierta. Es sólida porque la investigación no ha descubierto únicamente que *D* ha causado *S*, sino también que ningún otro mecanismo podría haber causado *S*.

La búsqueda del mecanismo ha rendido sus frutos: hemos eliminado la incertidumbre, por lo menos hasta que tenga lugar el próximo descubrimiento de la investigación biomédica. En otras palabras, el problema inverso ha sido resuelto por medio de su transformación en un problema directo. En concordancia con ello, una endeble inferencia verosímil o una conjetura incierta se ha convertido en un sólido argumento deductivo. Todavía es necesario conjeturar, pero únicamente

acerca de las premisas, no de la inferencia. (Las premisas son hipotéticas y, por lo tanto, plausibles en el mejor de los casos, incluso si han sido bien confirmadas experimentalmente. Y en la práctica médica son doblemente hipotéticas, porque el facultativo pudo haber escogido sus hipótesis de manera incorrecta.) Este incremento de poder inferencial se ha obtenido a un precio: el de la investigación biomédica orientada a descubrir los mecanismos previamente ocultos de la enfermedad.

Lo que es válido para el diagnóstico vale también, *mutatis mutandis*, para la terapia y el pronóstico. La terapia empírica, prescrita con el único fundamento de correlaciones enfermedad-síntoma, puede tener éxito en casos simples y bien conocidos. En cambio, los casos complejos probablemente exigirán una terapia científica. Y la terapia científica manipula deliberadamente un mecanismo conocido o conjeturado. Por ejemplo, una cirugía extraerá un trombo, reemplazará una válvula cardíaca, suturará un músculo o extraerá un trozo de glándula tiroides. La medicación adecuada eliminará gérmenes, dilatará una arteria, relajará un músculo, causará un efecto diurético, facilitará el movimiento intestinal, inhibirá o estimulará la síntesis de una proteína o calmará la ansiedad. Y la medicina social recomendará el suministro de cloacas o de agua potable, la eliminación de las fuentes de contaminación, la inmunización de una comunidad o el mejoramiento de las condiciones habitacionales o del ambiente de trabajo.

Un tratamiento experimental pone a prueba una hipótesis referente al mecanismo que explica los síntomas observados. Un tratamiento sigue siendo experimental incluso luego de haber sido probado exitosamente en una muestra de pacientes estadísticamente razonable. El tratamiento es experimental por cuanto somete una hipótesis mecanísmica a diversas pruebas; y, si no se obtienen resultados positivos, se inventa y se pone a prueba una hipótesis alternativa. Se espera que la verdad emerja, finalmente, a través de la sucesiva eliminación de las hipótesis candidatas que no tuvieron éxito durante el tratamiento (siempre y cuando no se haya perdido al paciente en el transcurso del proceso). En otras palabras, los sucesivos tratamientos experimentales han sido medios para poner a prueba y descartar hipótesis mecanísmicas: se han utilizado para profundizar el conocimiento del caso. Solamente el último tratamiento posee una relevancia puramente práctica. (Sobre la metodología del experimento y la inferencia véase Bunge, 1967a, 1983b.)

5. Malabarismos numéricos bayesianos

No cabe duda de que, si bien los médicos rara vez las utilizan explícitamente, las estadísticas epidemiológicas son una valiosa herramienta para el diagnóstico médico. Por ejemplo, puesto que la tuberculosis es endémica de Calcuta, es razonable sospechar que esa es la causa de una hemoptisis presentada por un habitante de esa ciudad. No obstante, solo una investigación más profunda, tal

como la utilización de rayos X o la búsqueda de bacilos de Koch en la sangre, puede establecer el valor de verdad de la hipótesis. En todo caso, la epidemiología provee frecuencias, no probabilidades, habida cuenta de que el inicio de una enfermedad es un hecho causal, no uno aleatorio. Esta es la razón por la cual los médicos hablan de etiología, no de «tychología».²⁵ En otras palabras, las estadísticas de morbilidad y mortalidad proveen estimaciones de *probabilidades* ", como la del cáncer de pulmón entre los fumadores masculinos de 50 años. Esta probabilidad"" no es cuestión de opinión o de incertidumbre, puesto que los mecanismos por los cuales el fumar produce cáncer de pulmón son conocidos, al menos en líneas generales.

No obstante, los teóricos de la medicina y los epidemiólogos pertenecientes a la escuela bayesiana han fomentado el uso del cálculo de probabilidades en el diagnóstico y en el tratamiento médicos. Las ideas que subyacen en esta posición son las que siguen. Primero, cuando se esté inseguro, recórrase a la probabilidad (subjetiva). (Esta opinión fue criticada en el cap. 14, apartado 6.) Segundo, las relaciones entre un síndrome *S* y su causa *D*, así como entre el tratamiento *T* y su resultado *O*, son probabilísticas a causa de las incertidumbres involucradas. O sea, el médico sería responsable de evaluar opiniones con probabilidades definidas. Pasemos a examinar este procedimiento.

Para evitar la innecesaria duplicación de las fórmulas, unificaremos diagnóstico y tratamiento, considerando la enfermedad y el tratamiento como causas *C* y el síndrome y el resultado como efectos *E*. Tendremos, entonces, cuatro pretendidas probabilidades: las probabilidades previas $P(C)$ y $P(E)$ y las probabilidades condicionales $P(E|C)$ y $P(C|E)$, las dos últimas llamadas por los bayesianos «probabilidad""» y «probabilidad posterior», respectivamente. Las primeras dos, entonces, se leerán «la probabilidad de la causa *C*» y «la probabilidad del efecto *E*», respectivamente. Los restantes símbolos serán interpretados como «la probabilidad del efecto *E* dada la causa *C*» y «la probabilidad [inversa] de la causa *C* dado el efecto *E*», respectivamente. En ocasiones, los mismos argumentos de la función de probabilidad *P* son interpretados en términos de hipótesis y datos. Por ejemplo, se dice que $E(E|C)$ es la probabilidad de la prueba o dato *E*, dada la hipótesis *C*, en tanto que $E(C|E)$ sería la probabilidad inversa de la hipótesis *C* dado el dato o prueba *E*.

Las mencionadas probabilidades están relacionadas por el teorema de Bayes:

$$P(C|E) = P(C) \cdot P(E|C)/P(E).$$

Esta es la pieza central del diagnóstico médico y la inferencia estadística bayesianos. Si bien se trata de una fórmula del cálculo de probabilidades que es correcta, hay serias objeciones a su interpretación en términos de causas (o hipótesis) y efectos (o datos). La primera de ellas es que el cálculo de probabilidades se refiere a mecanismos *aleatorios*, en tanto que el proceso de

²⁵ En el original *tycheology*, del griego *tyché* (preparar). [N del T.]

enfermedad es esencialmente causal, por lo que las relaciones entre enfermedad y síntoma y entre tratamiento y resultado son causales. Por ejemplo, el exceso de colesterol en la sangre causa la obstrucción de las arterias y el bypass quirúrgico restaura el flujo sanguíneo normal: aquí no hay nada aleatorio. Otra objeción es que rara vez conocemos las «probabilidades» (en rigor, frecuencias) previas de la enfermedad (o el tratamiento) y el síndrome (o el resultado), vale decir $P(C)$ y $P(\text{£})$. Por consiguiente, el bayesiano las inventa; pero si las probabilidades son inventadas, entonces no se está haciendo ciencia. La opinión cuantificada no es más rigurosa que la opinión cualitativa.

Puede replicarse que dichas probabilidades pueden ser estimadas a través de las frecuencias. Es cierto, algunas veces los epidemiólogos pueden decirnos la frecuencia de una enfermedad en una población dada, lo cual proveería de una estimación de $P(C)$. Sin embargo, habitualmente las restantes tres frecuencias se desconocen. En el mejor de los casos, los informes y textos médicos nos dicen que cierto £ está «habitualmente», «típicamente» o «muy frecuentemente» asociado a C (Eddy y Clanton, 1982). En consecuencia, el diagnóstico bayesiano es imposible en la práctica y, por añadidura, es conceptualmente erróneo, porque supone que la relación entre enfermedad y síndrome es aleatoria.

A primera vista, estas objeciones pueden ser superadas si C y £ se interpretan como proposiciones: C como la hipótesis de que ocurre la enfermedad (o el tratamiento) y £ como el dato de que se presenta el síndrome S (o el resultado) en cuestión. Sin embargo, esta reinterpretación no funciona, puesto que no se puede asignar probabilidades a las proposiciones, no más que lo que se les puede asignar velocidades o viscosidades: recuérdese el capítulo 14. Solo se puede asignar probabilidades a los hechos (estados y eventos) y esto siempre y cuando esos hechos sean aleatorios.

No obstante, nada de lo antedicho invalida la búsqueda epidemiológica de asociaciones entre enfermedades y síndromes. Hay dos tipos de asociación: la *probabilidad** del síndrome S cuando se da la enfermedad D y la plausibilidad de la hipótesis de que el síndrome S indique la enfermedad D . Sin embargo, tales probabilidades"" y plausibilidades son producto de la estadística médica y no de la fórmula de Bayes. Por ejemplo, la plausibilidad del diagnóstico del cáncer de mama basado en una mamografía positiva es 0,40, en tanto que la probabilidad"" de dar una prueba positiva teniendo cáncer puede ser cercana a 1. (Recuérdese la posibilidad de falsos negativos.) Estos números y las cifras de incidencia del cáncer y la prueba de mamografía no se combinan según la fórmula de Bayes, tal como se ve claramente en las tablas de Eddy (1982). Aun más perturbador es el hallazgo de Eddy de que el 95% de los médicos estadounidenses confunden la probabilidad"" y la plausibilidad en cuestión, las cuales en realidad son muy diferentes, tanto conceptual como numéricamente. Claramente, el bayesianismo es peligroso para la salud.

En conclusión, la teoría de la probabilidad no debería ser utilizada en el

diagnóstico o en el tratamiento médicos, porque ambos procesos dependen de la causalidad más que del azar. En medicina, el azar interviene únicamente cuando se ponen a prueba hipótesis nulas o en las pruebas clínicas, cuando se asignan pacientes o bien al grupo control o bien al grupo experimental. Además, transformar la salud en un juego de azar es al mismo tiempo inmoral y absurdo. A continuación se argumentará que esta máxima se aplica tanto a la terapia como al diagnóstico.

6. Administración de terapias basada en la teoría de la decisión

Habiendo fracasado ya en la estrategia militar, el análisis político, la administración y en otros campos, se prueba ahora la teoría de la decisión en medicina. La idea es elegir el curso de acción que más probablemente" maximice la utilidad esperada del resultado. Este es el producto de la probabilidad por la utilidad de la alternativa en cuestión. Por ejem-

pio, entre dos alternativas, tales como dos tratamientos médicos diferentes para determinada enfermedad, se comienza por estimar sus respectivas probabilidades y utilidades. En el caso médico, las probabilidades pueden ser identificadas con las frecuencias de éxito, en tanto que las utilidades pueden equipararse con los incrementos en la longevidad de los pacientes. Supuestamente, se ha de proceder como se indica a continuación:

Tratamiento T_1 : Frecuencia = f_1 , utilidad = u_1 , utilidad esperada *Tratamiento T_2 :* Frecuencia = f_2 , utilidad = u_2 , utilidad esperada = $f_2 \cdot u_2$ *Regla de decisión:* Prefiérase T_1 a T_2 si y solo si $f_1 \cdot u_1 > f_2 \cdot u_2$

Pongamos a prueba este método con dos casos extremos: un tratamiento de gran frecuencia de éxito, pero con escaso beneficio y un tratamiento con baja frecuencia de éxito, pero con elevado beneficio. En ocasiones, los números se combinan de tal modo que los beneficios esperados son los mismos en ambos tratamientos, como en este ejemplo:

T_1 , $f_1 = 9/10$, $u_1 = 1/10$, $f_1 \cdot u_1 = 9/100$ Bajo riesgo, beneficio escaso T_2 , $f_2 = 1/10$, $u_2 = 9/10$, $f_2 \cdot u_2 = 9/100$ Elevado riesgo, elevado beneficio.

En este caso, la regla de decisión se acomoda tanto al tahúr como a quien no es proclive a correr riesgos, con lo que la elección entre alternativas se transforma en una cuestión de mero temperamento. Dado que esto es cualquier cosa menos una elección racional, sugiero que la regla de decisión aquí desarrollada es inadecuada.

Por consiguiente, se necesita una regla de decisión que permita discriminar mejor entre alternativas. Además, el número de años de vida extra que se obtienen no es una medida apropiada del beneficio médico: también es importante la calidad de vida. Con seguridad, un año de vida activa es preferible a cinco años en un respirador.

Puede objetarse que el caso anteriormente presentado es demasiado simple como para ser realista, habida cuenta de que es probable* que todo tratamiento tenga más de un resultado, tales como el beneficio central y algún efecto secundario perjudicial. En el caso de los efectos posibles múltiples, se debe calcular la utilidad esperada usando la fórmula

$P(O_j) \cdot V(O_j)$ para $j = 1, 2, \dots$, donde O_j es el resultado del tratamiento T_j y $V(O_j)$ la respectiva utilidad (valor o beneficio subjetivo). Apliquemos esta receta al caso en que el médico puede elegir entre dos tratamientos, cada uno de los cuales tiene dos resultados posibles:

7, con probabilidades Tucura parcial] 7j) y 7(sin cambios[^])
 7', con probabilidades P(cura|7,) y P(muerte|7,)

Todo médico prudente (averso al riesgo) probablemente* rechazará 7,, aun si la probabilidad de muerte es pequeña. Pero la teoría de la decision recomienda ponderar ambas alternativas y elegir la mayor de las utilidades esperadas que siguen:

$$P(\text{cura parcial}^{\wedge}) - V(\text{cura parcial}) + 7(\text{sin cambios}|T,) \cdot P(\text{sin cambios}) P(\text{cura}|T,) \cdot V_{\text{cura}} + 7(\text{muerte}|7,) \cdot \wedge(\text{muerte})$$

Aun si se supone que tanto el médico como el paciente pueden estimar estas probabilidades, ¿cómo se les asignará el beneficio? Ni siquiera sabemos el rango de valores de la supuesta función de utilidad *V*. En particular, ¿cuáles son los valores de la ausencia de cambios y de la muerte? Supóngase, por ejemplo, que 7, tiene el 50% de oportunidades de producir una cura parcial, en tanto que las oportunidades de 7, de producir una cura total son del 90%. Y supóngase que a cura, cura parcial, ausencia de cambios y muerte se asignan valores de 1, 1/2, 0 y -1 respectivamente. Luego, se obtiene

$$\begin{aligned} \text{para } 7_p & 1/2 \cdot 1/2 + 1/2 \cdot 0 = 1/4, \text{ y} \\ \text{para } 7_{,} & 9/10 \cdot 1 + 1/10 \cdot (-1) = 8/10 = 4/5, \end{aligned}$$

el cual es 3,2 veces mayor que el de 7_r. De tal modo, la teoría de la decisión recomienda definitivamente el agresivo tratamiento 7,. Sostengo que ningún médico responsable asumiría un riesgo de muerte tan elevado (10%), salvo, quizás, en un caso terminal.

La abrumadora mayoría de los médicos (y la mayoría de los pacientes) son contrarios al riesgo -en lugar de tahúres- porque tienen un compromiso con la máxima hipocrática de no dañar. También afirmo que los administradores de negocios y los estrategas militares responsables procuran minimizar las pérdidas antes que maximizar los beneficios. No obstante, probablemente* ninguno de ellos adjudique números definidos, aunque falsos, a sus opciones. Se contentan con ordenarlas jerárquicamente.

En suma, ya sea en el diseño de tratamientos ya sea en la realización de diagnósticos, el médico competente utiliza datos de máxima fiabilidad, provenientes de diversas fuentes, e imagina y prueba varias hipótesis más o menos plausibles. Nunca calcula probabilidades, porque sabe que los mecanismos de la enfermedad son causales, no aleatorios. Esto no significa excluir a priori la posibilidad de métodos de diagnóstico y de terapia cuantitativos. Presuntamente, estos emergerán junto con las teorías apropiadas sobre el proceso de la enfermedad.

7. La medicina entre la ciencia básica y la tecnología

Deben reconocerse tres diferentes aspectos de la medicina:

La investigación biomédica: una ciencia aplicada, tal como la ciencia de los materiales.

El diseño de terapias: una tecnología, tal como la ingeniería mecánica.

La práctica médica: una técnica o servicio, tal como la plomería, solo que mucho más sofisticada.

Esta distinción, sin embargo, no implica una separación. En efecto, la práctica médica competente está fundada tanto en descubrimientos biomédicos verdaderos como en terapias exitosas. Las tres dependen de la farmacología (diseño y prueba de drogas) y de la industria farmacéutica. Y todas ellas se combinan en un ciclo: *Mesa de trabajo* \rightarrow *Clínica* \rightarrow *Fábrica* \rightarrow *Clínica* \rightarrow *Mesa de trabajo*.

Ahora bien, el diseño, la puesta a prueba, el mejoramiento y la producción en masa aun de la más simple y mejor conocida de las drogas exigen una pericia técnica que esté fundada en un cuerpo de conocimiento básico (químico y biológico). En particular, el diseñador de drogas necesita comprender el mecanismo que la droga dispara o bloquea en el organismo. De otro modo, sería incapaz de recomendar las dosificaciones adecuadas o efectuar pruebas exitosas y, de tal modo, tener la esperanza de producir una droga más eficiente, por ejemplo, con menos efectos colaterales. (Advertencia: hasta el momento, la mayor parte de lo que se llama «diseño de drogas» es, en realidad, un ciego ejercicio de prueba y error, a un ritmo aproximado de medio millón de moléculas por año.)

La invención de las terapias con antibióticos -una historia fascinante que ha sido contada numerosas veces- contribuirá a aclarar la relación entre la ciencia y la tecnología. Todo comenzó en 1928, cuando el bacteriólogo Alexander Fleming descubrió accidentalmente que, en una caja de Petri, un cultivo de *Staphylococcus* -la bacteria que produce el pus- desaparecía a medida que crecía cierto moho. Fleming examinó este moho y descubrió que estaba compuesto por las esporas de un hongo del género *Pénicillium*. Y lejos de contentarse con registrar este sorprendente hecho, conjeturó que las esporas, que llamó *Penicillium rubrum*, producían una sustancia que mataba las bacterias de *Staphylococcus*.

Una posible reconstrucción del razonamiento de Fleming es la que sigue:

Hipótesis confirmada (ley): la penicilina mata estafilococos, o $P \Rightarrow K$. [1]

Conjetura: lo que mata estafilococos cura infecciones purulentas, o $K \Rightarrow C$. [2]

Estas dos premisas en forma conjunta implican la consecuencia práctica

$P \Rightarrow C$, vale decir: la penicilina cura infecciones purulentas. [3]

Es probable que Fleming y sus colaboradores, Howard Florey y Ernst Chain, dieran un salto hacia una hipótesis más general y, por ende, más ambiciosa, a saber

La penicilina cura todas las infecciones bacterianas o $P \Rightarrow B$. [4]

La premisa [1] pertenece a la bacteriología, una ciencia básica. La premisa [2] pertenece a la ciencia biomédica, una ciencia aplicada. Únicamente las proposiciones tercera y cuarta pertenecen a la terapéutica, una rama de la medicina, que es esencialmente una tecnología, habida cuenta de que su meta es modificar cosas con vistas a mejorarlas.

Nótese que, contrariamente a lo que pueda parecer, [3] y [4] no se siguen directamente de [1], aunque solo fuese porque el concepto de infección aparece en [2], pero no en [1]. En otras palabras, [1] y [2] son mutuamente independientes desde el punto de vista lógico y, por ende, también lo son desde el punto de vista metodológico. O sea, la confirmación (o el debilitamiento) experimental de una no apoya (ni socava) la otra. Por consiguiente, deben ser puestas a prueba por separado.

No obstante, aún estamos lejos de la etapa de la prescripción: los médicos no sabrían qué prescribir, ya que nada de lo anterior garantiza la disponibilidad comercial del primer antibiótico. Deben llevarse a cabo dos pasos más: de la mesa de trabajo en el laboratorio científico a la mesa de trabajo del farmacólogo y de esta a la planta farmacéutica. En efecto, la sustancia originalmente aislada por Fleming y sus colaboradores se mostró a la vez inestable y de potencia insuficiente como para ser utilizada con propósitos terapéuticos. Más aún, es bien sabido que lo que funciona *in vitro* puede no hacerlo *in vivo*. Uno de los motivos de esta diferencia es que la droga de interés, si bien puede resultar eficaz contra el germen en cuestión, puede interferir con algunas funciones vitales, tales como la síntesis de ciertas proteínas clave.

Una investigación aplicada más profunda, a lo largo de un período de 13 años, superó esos problemas. De hecho, los investigadores básicos y aplicados de la Universidad de Oxford tuvieron éxito en preparar muestras de penicilina estables, las cuales fueron inyectadas en pacientes con enfermedades infecciosas severas con los espectaculares resultados ya conocidos. Las pruebas clínicas completaron la fase preindustrial. Esta última tuvo lugar en los Estados Unidos, en 1941, y culminó con la purificación, estabilización y producción en masa del primer antibiótico industrial y, a la vez, la droga más eficaz desde la quinina y la aspirina.

La tecnología subyacente en la producción en masa de la penicilina está basada en la siguiente terapéutica:

Regla: Utilícese penicilina para tratar infecciones bacterianas. [5]

Puesto que esta es una regla o prescripción, es más o menos eficiente en lugar

de verdadera o falsa. Más aún, no es completamente eficiente. En efecto, algunas enfermedades bacterianas requieren antibióticos diferentes, de los cuales hay ahora una gran familia. Ello es así porque la hipótesis [4] es excesivamente optimista. Con todo, las drogas antibacterianas más recientes no hubieran sido buscadas y desarrolladas si [4] no hubiera sido inventada, puesta a prueba y fallado en muchos casos.

La industria farmacéutica fue poderosamente incentivada por [5]. Pero todavía no se tenía la menor idea de cómo fabricar una penicilina estable y purificada a gran escala y, más aún, en forma de cápsulas que resultasen amigables para el usuario. Esta difícil tarea les estaba reservada a los químicos industriales y a los ingenieros químicos. Además, incluso disponer de la penicilina no era la solución final, hasta tanto no se estableciera la dosificación correcta. Y esta era una tarea para más pruebas farmacológicas y clínicas, una empresa complicada por el hecho de que personas diferentes reaccionan a la misma droga de manera diferente y porque algunas bacterias se han tornado resistentes a las drogas a causa del repetido uso de los antibióticos.

Con todo, este no es el final de la historia. Como sucede habitualmente en ciencia y tecnología, la solución de un problema permite a los investigadores formular nuevas preguntas. En este caso, el siguiente problema científico planteado fue: ¿cómo funcionan los antibióticos? Vale decir, ¿cuáles son los mecanismos que los antibióticos desencadenan en la célula enferma? La pregunta es a la vez científica y médicamente importante, ya que una vez que el mecanismo ha sido descubierto, se puede intervenir en él, para bien o para mal.

Esa pregunta motivó numerosos proyectos de investigación a lo largo de varias décadas. Eventualmente, se descubrió que algunos antibióticos actúan sobre la pared celular inhibiendo la síntesis de una molécula que es un componente necesario de la pared que, como consecuencia, colapsa; otros antibióticos interfieren en la síntesis de proteínas, o bien inhibiéndola o bien produciendo proteínas anormales. Otros antibióticos, incluso, modifican el metabolismo de los ácidos nucleicos, cambiando el ritmo al cual se sintetizan las proteínas.

Los procesos de I & D que acabamos de describir pueden resumirse del siguiente modo:

1. *Fase de prueba:* Bacteriología —» Bioquímica —» Farmacología —» Terapéutica.
2. *Fase práctica:* Terapéutica —» Química industrial —» Ingeniería química —» Industria.
3. *Nueva fase de investigación:* Biología celular —» Biología molecular —» Farmacología Drogas mejores —» Pruebas clínicas —» Eventual reevaluación de las drogas.

La primera fase comenzó con el descubrimiento científico y culminó con la innovación tecnológica. Esta última desencadenó más innovaciones tecnológicas,

las cuales dieron como resultado toda, una nueva rama de la industria. A su vez, el enorme éxito práctico (médico e industrial) de los antibióticos alentó el desarrollo de más investigación básica respecto de los mecanismos de acción de los antibióticos. Y algunos de los resultados de esta investigación sugirieron la búsqueda de antibióticos más eficaces y eficientes.

En síntesis, lo que comenzó como una pregunta inocua y desinteresada, a saber, ¿por qué el moho verde atacó los estafilococos?, desencadenó un enorme proceso de I & D que ha producido inmensos beneficios médicos y pecuniarios, que todavía se cosechan medio siglo después. Pero la tecnología y el negocio de los antibióticos no cayó como un fruto maduro del árbol de la ciencia básica: ambos tuvieron que ser contruidos con ingenio y gran esfuerzo.

Esta historia de éxitos no es única. Echese un vistazo alrededor y se verá una plétora de productos —la mayoría benéficos y algunos perjudiciales- del matrimonio de la ciencia, la tecnología y los negocios, desde la salud y la purificación del agua hasta las vacunas y los procedimientos quirúrgicos, de la corriente eléctrica a la refrigeración, desde la

TV y los ordenadores hasta los cajeros automáticos y el comercio electrónico y así sucesivamente.

Una de las moralejas de esta historia es la que sigue: distíngase la ciencia de la tecnología si lo que se desea es saber más, pero relacióneselas si lo que se desea es hacer mejor.

Comentarios finales

Cualquiera que tenga cierta familiaridad, aunque solo sea superficial, con la práctica médica sabe que - como todo el mundo - los médicos cometen errores. Algunos de estos errores son inevitables, a causa de las lagunas que existen en el cuerpo de conocimiento médico, notoriamente por la escasez de teorías médicas. Otros son evitables porque son de tipo lógico: dependen del entrenamiento en el pensamiento lógico, no de la investigación biomédica. Si los decanos de las escuelas de medicina lo supieran, incluirían la lógica deductiva elemental, la estadística y la metodología científica en el plan de la carrera. Con toda seguridad, el entrenamiento precoz en estas disciplinas mejorará la calidad del diagnóstico y del tratamiento médicos. A su vez, esto disminuiría tanto la tasa de morbilidad de la población como el número de demandas por mala praxis. Hay todo tipo de riquezas -conocimiento, salud, dinero- detrás de la convergencia de las disciplinas en el estudio y la administración de la emergencia y extinción de la enfermedad.

Emergencia de la convergencia y de la divergencia

La historia del conocimiento humano es la historia de la búsqueda de la verdad (ciencia y humanidades) o de la eficiencia (tecnología). Esta búsqueda está jalonada por sucesos de dos tipos: la separación de una nueva disciplina (o especialización o divergencia) y la fusión o integración (o convergencia). Véase la figura 17.1. La especialización es exigida por la diversidad del mundo y la creciente riqueza de nuestras herramientas mentales, en tanto que la integración es requerida por la contraposición entre la fragmentación del conocimiento y la unidad del mundo.

En este capítulo examinaremos unos pocos ejemplos reveladores, tanto de divergencia como de convergencia, con vistas a comprender por qué ambas son necesarias y cómo emerge cada una de ellas para corregir los excesos y limitaciones de la otra. Analizaremos, también, las condiciones necesarias para la fusión o síntesis de teorías o disciplinas enteras, puesto que no todos los híbridos concebibles tienen sentido o son viables. Por ejemplo, por el momento, la ecología molecular no es una síntesis de dos disciplinas, sino solo la utilización de técnicas moleculares, tales como las pruebas de ADN para determinar el sexo y el parentesco, de manera parecida a como los historiadores del arte utilizan los rayos X para descubrir pinturas debajo de las pinturas. En cambio, la neurociencia cognitiva social es una síntesis genuina, porque investiga las funciones y disfunciones cerebrales que regulan la conducta social, una tarea que necesita la construcción de puentes entre las tres ciencias fundadoras. La historiografía practicada por la innovadora es-

î
tiempo

(a)

(b)

Figura 17.1. *Dos -procesos paralelos: (a) especialización o divergencia de disciplinas y (b) integración o convergencia.*

cuela de los *Annales* es otra de tales síntesis, dado que todas las ciencias sociales y biosociales convergen en ella.

1. Divergencia

Una de las características del período moderno es la proliferación de las ciencias. Cuatro siglos atrás, en los comienzos de la Revolución Científica, solo había una ciencia fáctica propiamente dicha: la física. Más aún, solamente una de sus ramas, la mecánica —que incluía la astronomía—, tenía estándares elevados. Otros estudios, tales como la química y la biología, se encontraban en la etapa protocientífica y campos enteros como la psicología y los estudios sociales se hallaban, en el mejor de los casos, en la matriz filosófica. Dos siglos más tarde, alrededor de 1800, había al menos cuatro ciencias fácticas en el sentido moderno del término: la física, la química, la biología y la economía.

Desde entonces, cada uno de estos campos se ha dividido en cientos de subcampos y han emergido disciplinas y transdisciplinas completamente nuevas, como la psicología, la sociología, la bioquímica y la socioeconomía. Esta vasta diversidad de intereses está acompañada por una escasa comunicación entre las respectivas comunidades científicas. Así pues, la comunidad BEC (la de los especialistas en condensaciones de Bose-Einstein) no sabrían qué decirles a los miembros de la comunidad de la apoptosis (quienes estudian la muerte celular programada). Hoy en día, hay varios miles de disciplinas y subdisciplinas con sus respectivas comunidades científicas. Peor todavía, las barreras que las separan son tan elevadas que pocos procuran atravesarlas. ¡Hágase la prueba de saltar de la física

17

de alta energía a la psicología o de la biología molecular a la sociología!

Como si esta división del conocimiento según la materia de estudio no fuese suficiente, algunos futuros investigadores se enfrentan con

una profunda fractura metodológica, en particular en el campo de los estudios sociales. En efecto, estos se encuentran divididos en tres escuelas principales. La científica, la pseudocientífica y la literaria. Por ejemplo, la mayoría de los estudios estadísticos sobre la desigualdad social son científicos; en contraposición, las explicaciones sociobiológicas y de la elección racional acerca de actitudes humanas tales como el altruismo y la guerra, el amor y la religión son ingeniosas fantasías; y las verbosas y opacas meditaciones de los hermeneutas y otros posmodernos son, en el mejor de los casos, literarias.

Incluso el propio ámbito científico está dividido en enfoques rivales. Aun mucho después de Newton, sigue habiendo discusiones entre los poco reflexivos cazadores y recolectores de datos y aquellos que emprenden investigaciones orientadas por hipótesis. Y mucho de lo que pasa por teoría es o bien búsqueda de correlaciones estadísticas de Corta vida o fantasías para todo uso acerca de la elección racional.

No es sorprendente, pues, que actualmente se dude del antiguo ideal de la unidad de las ciencias o que, incluso, se lo ridiculice y que se proclame la desunión de las ciencias (véanse, por ejemplo, Dupré, 1993 y Galison y Stump, 1996). La idea subyacente es que el universo es demasiado diverso como para ser explicado por un puñado de disciplinas. Sin embargo, esta insistencia en la desunión parece ser solo una reacción contra el proyecto reduccionista. Si se abandonara este proyecto, entonces la unificación a través de la fusión, en lugar de por medio de la reducción, sería todavía una meta viable y que vale la pena, tal como han argumentado algunos filósofos (por ejemplo, Bunge, 1983b; Bechtel, 1986; Kincaid, 1997; Morrison, 2000).

2. Convergencia

Por definición, todas las ciencias fácticas estudian hechos, ya sean de ocurrencia efectiva o realmente posibles. Y de todas ellas, aun de las ciencias sociales, se espera que los estudien de manera científica, vale decir según el método científico, antes que por la contemplación del propio ombligo, la observación de una bola de cristal, la prueba y el error o el análisis del discurso. O sea, debajo de las apariencias, las ciencias son ontológica y metodológicamente una: todas ellas estudian cosas supuestamente reales y sus cambios de un modo característico que es bastante diferente del modo en que proceden los teólogos, los críticos literarios, los chamanes e incluso los artesanos. Esta es la razón por la cual los filósofos, desde Whewell (1847) hasta recientemente, han alabado todos los esfuerzos por unificar teorías e incluso ciencias completas. Solían ensalzarse a Newton, Maxwell y Darwin por haber unificado dominios enteros de hechos.

Más allá de los temores y las esperanzas de los filósofos, las fronteras entre las ciencias se están desdibujando. En otras palabras, las «ciencias se están tornando más —no menos— unificadas» (Medawar, 1984: 72). De hecho, en las ciencias y las tecnologías, la unificación ha estado ocurriendo al mismo tiempo que la

diversificación. Obsérvese la floreciente investigación transdisciplinaria en todos los principales campos. Uno de los casos mejor conocidos es la síntesis del darwinismo con la genética clásica ocurrida en las décadas de 1930 y 1940. Pero ha habido muchos otros casos de integración, si bien menos glamorosos. Uno de ellos es el de la geología contemporánea, una síntesis de petrología, mineralogía, estratigrafía, orografía y sismología. Otro es el de la toxicología, confluencia de la bioquímica, la patología, la epidemiología y la farmacología; y que es, además, un campo que se halla en la intersección de la ciencia básica y la tecnología.

Casos más recientes e igualmente notorios de convergencia fueron la emergencia de la cibernética y la investigación operativa en la década de 1940 y el de la biología molecular en la década de 1950. La cibernética surgió de la necesidad de comprender, diseñar y administrar comunicaciones y sistemas de control de todo tipo, ya fuesen físicos, biológicos o sociales (véase, por ejemplo, Wiener, 1948). La investigación operativa surgió de la necesidad de administrar grandes sistemas socio-técnicos, tales como los convoyes navales y las empresas (véase, por ejemplo, Churchman, Ackoff y Arnoff, 1957). Y la biología molecular emergió como una síntesis de la genética y la bioquímica, del deseo de comprender la composición, estructura espacial y funciones del material hereditario (véase, por ejemplo, Olby, 1974). En los tres casos, ciertas disciplinas previamente no relacionadas convergieron para abordar emergentes, tales como los bucles de retroalimentación y la coordinación de un gran número de unidades, que son característicos de los sistemas de componentes múltiples, como las células y las fábricas.

Un caso de hibridación aun más reciente es la emergencia de la biología evolutiva del desarrollo o *evo-devo*. Esta nueva ciencia, con su propia publicación periódica *-Evolution and Development-* hace furor en nuestros días (véanse, por ejemplo, Maynard Smith et al., 1985; Gould, 1992; Raff, 2000; Arthur, 2002 y Wilkins, 2002). Los estudios *evo-devo* emergieron a partir del deseo de explicar tanto la evolución como la conservación de las vías de desarrollo (mecanismos) y, en particular, el origen de la especiación, así como de la estasis. Habida cuenta de que las novedades evolutivas emergen en el curso del desarrollo individual, la filogenia debe emerger, de algún modo, a partir de la ontogenia, aunque no exactamente de la manera imaginada por Ernst Haeckel en la década de 1860. Y dado que esta nascente ciencia busca descubrir los mecanismos que subyacen en los patrones de ramificación filogenética, constituye un eslabón perdido entre la genética y la biología evolutiva. Otro eslabón perdido es el estudio de la plasticidad fenotípica o la capacidad de un genoma para esculpir diferentes fenotipos bajo diferentes condiciones ambientales. Este estudio también requiere de la cooperación de varias disciplinas, principalmente de la genética, la biología orgánica, la sistemática, la biología evolutiva y la ecología.

Como consecuencia de la síntesis *evo-devo*, se reconoce que la idea tradicional de que la evolución actúa únicamente como un tamiz que elimina las variaciones genéticas no adaptadas tiene dos defectos (Arthur, 1997). Es unilateral, a causa de que

hace hincapié en la destrucción (muerte y extinción) en desmedro de la construcción (emergencia); y es simplista, ya que la selección actúa directamente sobre el organismo completo, no sobre sus genes. Por ende, el esquema tradicional «Mutación —» Nuevos genes —» Nuevas especies» está siendo actualmente completado para producir el que sigue: «Mutación —» Nuevos genes —» Nuevas proteínas —» Nuevos patrones de desarrollo —» Nuevos fenotipos —» Nuevas relaciones organismo-ambiente —» Nuevas especies». El enfoque *evo-devo* estudia los procesos intermedios que llevan desde los nuevos genes (que emergen principalmente a través de la mutación y la recombinación) y sus proteínas respectivas hasta los nuevos fenotipos. Y el estudio de la plasticidad fenotípica enfatiza el papel del ambiente en la expresión y supresión génica.

De tal modo, el nuevo panorama pone otra vez al organismo individual en el centro de la biología, entre la molécula y la población, así como en medio de su hábitat. También reemplaza la ficción de un adulto instantáneo, propia de la biología evolutiva y la genética de poblaciones clásicas, por el organismo real en desarrollo, al que considera el asiento de la novedad cualitativa. En conclusión, la emergencia del enfoque *evo-devo* ha proporcionado no solo una multitud de importantes descubrimientos, sino también una perspectiva novedosa tanto del desarrollo como de la evolución. Y ha reforzado los lazos entre las dos disciplinas madres, así como los de estas con la genética, la ecología y la paleontología.

En general, el desdibujarse de las fronteras interdisciplinarias ocurre como resultado de cualquiera de dos movimientos: hibridación y fagocitación. El resultado del primer proceso es la emergencia de una nueva interdisciplina, como la geografía política, la biología evolutiva del desarrollo y la neurociencia cognitiva. El segundo proceso, la fagocitación, consiste en la inclusión de una disciplina dentro de otra. Esta inclusión puede ser legítima, como en el caso de la reducción de la óptica al electromagnetismo, o ilegítima, como en los casos de la biología molecular y la biología estructural.

La reducción de la óptica a la teoría electromagnética, hacia el final del siglo XIX, fue legítima, porque se descubrió que las ondas luminosas son ondas electromagnéticas. En cambio, la biología molecular y la biología estructural no pertenecen a la biología, sino a la bioquímica y a la biofísica, respectivamente. Esto es así porque la biología propiamente dicha, como la vida, solo comienza en el nivel celular. En efecto, la biología molecular y la biología estructural estudian moléculas, no seres vivos. En particular, la biología estructural investiga el plegamiento de las proteínas como un fenómeno físico. El nombre de «biología» parece ser únicamente una artimaña diseñada para atraer a estudiantes y fondos para la investigación, en tiempos en que la biología es la ciencia estrella y la física un empobrecido brahmán. Este caso debería alertarnos acerca de la importancia del análisis filosófico de la trans-disciplinariedad.

3. Advertencia contra la unificación prematura

Caben las siguientes palabras de advertencia: debe evitarse el matrimonio prematuro entre las disciplinas, porque se corre el riesgo de que resulte estéril. Un examen de unas pocas amalgamas prematuras famosas puede mostrar algunas de las condiciones necesarias para que la síntesis de disciplinas sea exitosa. Echemos un rápido vistazo a tres de estos casos: la frenología, la psicología evolutiva y la cosmología cuántica.

Es bien sabido que los frenólogos se propusieron diagnosticar las características psicológicas de las personas examinando las protuberancias de la caja craneana, sobre la base de que tales protuberancias son indicadores fiables del desarrollo del cerebro y que las funciones mentales están localizadas. Aunque eventualmente la neurociencia reivindicó una versión moderada del localizacionismo (véase el cap. 12), su postulación por parte de la frenología era pura especulación y, desde luego, tocar el cuero cabelludo es inútil si lo que se quiere es identificar subsistemas cerebrales.

La primera semilla de psicología evolutiva fue plantada por Charles Darwin o, mejor dicho, cayó de su obra *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (1871) [El origen del hombre y la selección en relación con el sexo]. Sin embargo, esta tentativa no logró producir interés: la psicología estaba todavía en su infancia, separada de la biología, y la etología aún no había nacido. Este fracaso enseña una lección obvia: para que el matrimonio de dos disciplinas sea fructífero, ambas deben haber alcanzado cierta madurez.

El siguiente intento se realizó un siglo después (véase Barkow, Cosmides y Tooby, 1992). Aunque (o a causa de que) se hizo popular inmediatamente, esta tentativa también fracasó, si bien por diferentes razones. Los principales motivos de este fracaso fueron estos. Primero, no se siguió el método científico: en lugar de pruebas firmes se propusieron historias ingeniosas, aunque simplistas, acerca del origen de casi todos los elementos sociales. Segundo, la fusión consistió en una reducción de la psicología a la biología y de esta última a la genética. Tal como señalamos en el capítulo 9, se trató de un doble error, habida cuenta de que el cerebro no solo está moldeado por los genes y el ambiente natural, sino también por el desarrollo (ontogenia) y el entorno social.

Nuestro último caso de una síntesis fallida será el de la cosmología cuántica (véase, por ejemplo, Atkatz, 1994). Esta teoría aspira ser una síntesis de la teoría cuántica y la cosmología relativista. Pero que lo haya logrado es discutible, porque la teoría en cuestión viola deliberadamente los principales teoremas de conservación incluidos en las teorías madre. (En particular, viola los teoremas de conservación de la energía y de los momentos lineal y angular de la teoría cuántica, así como el teorema relativista de conservación del tensor de energía de tensión.) En consecuencia, la cosmología cuántica contradice los axiomas que implican esos teoremas. Solo utiliza las partes de las teorías fundadoras que le resultan convenientes. Por consiguiente, esta teoría no es la síntesis que pretende ser.

Peor todavía, la cosmología cuántica incluye ideas decididamente absurdas,

tales como que el universo se inició atravesando una barrera de potencial. Esta idea presenta dos problemas. El primero es que la nada, nada puede atravesar. El segundo es que la antedicha barrera de potencial no es más que un constructo matemático, con una forma tal que recuerda a la de una barrera de potencial. En efecto, lejos de representar un campo físico, tal como se supone que sea una barrera de potencial ordinaria, la mencionada barrera es una función de la función de escala cósmica (el radio del universo en un modelo cerrado). Más aún, posee un gradiente nulo, habida cuenta de que solo depende del tiempo. Y ni siquiera posee la dimensión de una energía. En consecuencia, no tiene sentido calcular la probabilidad de ocurrencia del efecto túnel, la cual de todos modos sería igual a 1, puesto que el universo existe. Una suposición que se ha propuesto y que resulta aun más estrambótica es que, antes de existir, el universo es (o no es) libre de elegir la curvatura que tendrá (Coule y Martin, 2000). No se nos dice qué o quién predetermina o toma la decisión. Pero al menos podemos sentirnos seguros de que hay ciertos obstáculos para la creación de un universo en el laboratorio.

¿Qué diferencia hay entre la cosmología cuántica y la ciencia ficción? ¿Qué tal si declarásemos una moratoria respecto de la cosmología cuántica hasta que descubramos, por lo menos, si el universo es espacialmente finito (cerrado) o infinito (abierto)? En síntesis, parece que las condiciones necesarias para la fusión exitosa de la teoría cuántica con la cosmología clásica aún no se han satisfecho.

La lección principal que podemos aprender de los ejemplos anteriores es que, al amalgamar dos campos de investigación o dos teorías, se deberían conservar sus principios característicos y mejor corroborados, puesto que ningún embrión se desarrollará en una cáscara vacía. Desde luego, pueden ser necesarios algunos sacrificios. Pero solo los componentes que son obviamente falsos pueden descartarse sin riesgo. Por ejemplo, la llamada Síntesis Moderna (de la biología evolutiva con la genética) no conservó la hipótesis de la herencia de los caracteres adquiridos, que Darwin había heredado de Lamarck. Y ninguna síntesis futura de la biología evolutiva con la psicología debería conservar una sola de las suposiciones falsas de la psicología cognitiva computacional, tales como la separación de la cognición y la emoción y la estricta compartmentación (modularidad) de las funciones mentales. (Recuérdese el cap. 11.)

Los ejemplos presentados nos sugieren que adoptemos el siguiente principio metodológico: la síntesis de campos o teorías debe conservar el grueso del conocimiento involucrado. La palabra «grueso» es deliberadamente imprecisa. No debemos especificar a priori el porcentaje de principios de las teorías fundadoras que deben ser sacrificados al realizar su síntesis. No obstante, claro, de todos ellos debe darse precedencia por sobre los demás a los más corroborados.

4. Por qué son necesarios ambos procesos

Hay dos razones principales para la división de disciplinas. Una es epistemológica: a

medida que el conocimiento sobre un tema aumenta en amplitud y profundidad, exige una mayor especialización y, por consiguiente, se torna menos accesible a los investigadores de otros campos. Por ejemplo, si bien una reacción química es un proceso tanto físico como químico, su estudio puede ser abordado o bien por químicos o bien por físicos. (Con todo, solamente los fisicoquímicos o quimicofísicos producirán la explicación más completa.) Una segunda razón o, mejor dicho, causa, es social: toda especialización involucra la formación de una comunidad con intereses que pueden ser conflictivos respecto de los de otros dominios. En algunos casos, esta división social enmascara una unidad subyacente. Este parece ser el caso de la fisicoquímica y la química física.

Algunos campos de investigación se han separado únicamente para volver a reunirse más tarde, cuando se ha reconocido la transdisciplinariedad de los problemas que estudian. Ejemplos bien conocidos de ello son la biología evolutiva y la biología del desarrollo, la psicología y la biología y la economía y la sociología. Se trata de casos de divergencia reversible. Los casos de divergencia irreversible son mucho menos numerosos. De hecho, solamente conozco uno: el de la matemática y la física, las cuales divergieron en el siglo **XIX** con la emergencia del álgebra abstracta y la teoría de conjuntos. Incluso en épocas tan recientes como un siglo atrás, la mecánica racional era enseñada por matemáticos (muchos de los cuales se resistieron a la mecánica relativista por creer que la mecánica, por ser racional, es una ciencia a priori y, en consecuencia, invulnerable al experimento).

La razón para la convergencia es menos obvia, pero no menos sólida. El mundo real es uno, y muchos procesos, si bien difieren respecto de ciertos rasgos, comparten otros. De tal modo, el estudio de los procesos de autoorganización espontánea, tales como la emergencia del orden macrofísico a partir del desorden microfísico -como en los casos de la solidificación, el inicio del ferromagnetismo y el agrupamiento de células que tiene lugar durante la morfogénesis- han revelado algunos principios generales comunes. Esto ha motivado el surgimiento de la sinérgica, una multidisciplina (véase Haken, 1989).

Así como la explicación de la emergencia frecuentemente requiere de la convergencia de dos o más disciplinas, la convergencia puede, a su vez, explicar o incluso predecir la emergencia. Por ejemplo, Alan Turing, padre de la famosa máquina de Turing, predijo en 1952 la existencia de ondas químicas. Turing investigó la difusión de reacciones químicas a través de un medio, por ejemplo un líquido. Vale decir, acopló las ecuaciones de la cinemática química con las ecuaciones de difusión de Fourier. De modo independiente, B. P. Belousov y M. A. Zhabotinsky produjeron esas ondas en el laboratorio (véanse, por ejemplo, Glansdorff y Prigogine, 1971 y Ball, 2001). El estudio de los sistemas de difusión de reacciones constituye actualmente un pujante capítulo de la química.

En otras ocasiones, la fragmentación es resultado de la superficialidad. Baste recordar tres episodios históricos. Hasta el siglo **XVII**, la mecánica estaba dividida en dos ramas desconectadas: la terrestre y la celeste (o astronomía). Solo el trabajo

de Galileo sugirió que la materia involucrada era única. Y Newton probó este punto cuando construyó la primera teoría científica exitosa que podía afirmar legítimamente incluir todo el universo, si bien no la totalidad de los procesos en él. Tomó otros dos siglos combinar la mecánica con la termología, una fusión que produjo las leyes de la termodinámica satisfechas por todos los sistemas macrofísicos, sin importar su composición. Tercer ejemplo: antes de la aceptación de la tesis materialista de que los acontecimientos mentales son acontecimientos cerebrales, el estudio de la mente y el del cerebro seguían caminos paralelos. La neurociencia cognitiva solo se ha establecido firmemente en nuestro tiempo.

En cuanto a la razón epistemológica de la convergencia, fue provista por David Hilbert (1935 [1918]: 151). Hilbert afirmó que no es suficiente que las fórmulas de una teoría física sean mutuamente consistentes: además, no deben contradecir las proposiciones de los campos vecinos. Por ejemplo, la mecánica debe ser compatible con la teoría electromagnética. He llamado a esta condición *consistencia, externa* y la he extendido a todas las teorías científicas (Bunge, 1967a). Thagard (1978) la llama «coherencia explicativa». Por ejemplo, una teoría psicológica debe ser coherente con la neurociencia pertinente y una teoría lingüística debe encajar con el grueso de la psicología y la sociología. De la misma manera, una teoría económica debe ajustarse a la sociología pertinente; así pues, una teoría sobre las transacciones económicas debe tener en cuenta que estas tienen lugar entre los miembros de una red social y no entre agentes mutuamente independientes.

La consistencia externa puede ser considerada una condición de científicidad. El aislamiento de una disciplina, como en los casos de la parapsicología y el psicoanálisis, es una marca distintiva de la pseudo-ciencia (Bunge, 1983b). A su vez, la razón de este requisito es que la fragmentación del conocimiento humano es parcialmente convencional. En consecuencia, este sistema no debe representarse mediante un mapa de naciones soberanas, sino como una roseta cuyos pétalos estén parcialmente superpuestos.

Las consideraciones precedentes poseen una importancia fundamental en la cuestión de la relación entre la profundidad y la amplitud de una investigación. Al respecto, la concepción heredada sostiene que estos rasgos del conocimiento están inversamente relacionados uno con otro. (Más precisamente, la relación es válida entre el contenido o sentido de un predicado y su extensión o amplitud: véase, por ejemplo, Bunge, 1974b.) Sin embargo, la clara superioridad de las estrategias transdisciplinarias respecto de las unidisciplinarias en relación con el abordaje de problemas polifacéticos y multinivel desafía la concepción heredada. Hemos visto, en efecto, que al menos en estos casos, es necesaria la amplitud para alcanzar la profundidad.

Veamos, por último, cómo está afectando la revolución informática a la actual división del trabajo científico. A primera vista, la ampliación y el fortalecimiento de la red global de comunicación deberían hacer más intensos los vínculos interdisciplinarios. De hecho, Internet ha facilitado enormemente la formación de

grupos de colaboración internacionales, así como la búsqueda de información que solía estar conceptual y geográficamente distante. Al fin y al cabo, dos documentos tomados al azar de Internet se encuentran, en promedio, a solo 19 clicks de distancia (Albert, Jeong y Barabási, 1999). El mundo del conocimiento es, pues, un mundo pequeño, al menos potencialmente.

Sin embargo, Van Alstyne y Brynjolfsson (1996) han argumentado que el mismo mecanismo puede ayudar a balcanizar la ciencia, al fortalecer los lazos entre los investigadores dentro de campos altamente especializados, encerrándolos en lugar de promoviéndolos a saltar las vallas. En otras palabras, la convergencia conceptual sería enmascarada o hasta frustrada por la excesiva cohesión social. No obstante, que Internet promueva la insularidad o la universalidad, depende en gran medida de los intereses individuales, los cuales son parcialmente moldeados por la propia perspectiva filosófica. De allí el potencial de la filosofía para promover o bien obstaculizar la integración de la ciencia. Lo que sugiere una prueba más para evaluar las filosofías: ¿favorecen u obstaculizan la unificación del conocimiento y, por ende, su desarrollo?

5. La lógica y la semántica de la integración

El problema de la fusión de teorías y campos íntegros de investigación científicos ha sido objeto de demasiado pocos análisis filosóficos (véanse, por ejemplo, Darden y Maull, 1977 y Bunge, 1983b). Examinemos, por consiguiente, algunas de las principales ideas relacionadas con ello. Si las disciplinas precursoras son representadas por medio de elipses, su fusión puede representarse como la intersección entre esas elipses. Y todo el sistema de las ciencias puede representarse como una roseta con cientos de pétalos que se superponen parcialmente. Pero, obviamente, no toda yuxtaposición de disciplinas tendrá como resultado su legítima unión. Por ejemplo, la geosociología, la antropología cuántica y la economía molecular son monstruos sin esperanza alguna.

Por supuesto, además de los casos claros, hay también casos límite. Uno de ellos puede ser la ecofisiología o estudio de los procesos fisiológicos bajo estrés ambiental, tales como las sequías, la escasez de alimentos y la intensa contaminación del aire. En efecto, quizá la única diferencia entre la ecofisiología y la fisiología tradicional es que, en tanto que esta última fingía que, en términos generales, el ambiente es constante, la ecofisiología toma en cuenta los cambios ambientales. En consecuencia, puede no tratarse realmente de una síntesis de dos disciplinas, sino más bien de una corrección de la fisiología estándar. Para admitir la ecofisiología como una genuina nueva interciencia debemos esperar la emergencia de una teoría híbrida que contenga tanto leyes fisiológicas como ecológicas, así como los puentes entre los conceptos clave de ambas disciplinas.

Sostengo que dos disciplinas cualesquiera, no importa cuán ajenas sean la una con respecto a la otra, pueden conectarse a través de un número apropiado de

vínculos. Por ejemplo, la sociología llega hasta las ciencias de la tierra por intermedio de la gestión de recursos, una tecnología social. Y la politología se conecta con la matemática pura por medio del diseño de políticas, puesto que la producción matemática requiere tanto de fondos como de cerebros.

Bosquejemos las condiciones necesarias para una unión fértil de dos disciplinas previamente separadas, a fin de formar una multidisciplina M_{12} o una interdisciplina 7_p . Llamemos D_1 y D_2 a los precursores de la disciplina híbrida (ya sea multi o inter). A continuación, llamemos iRiP_i y ${}^iR\{D_2\}$ a las respectivas clases de referencia (o colecciones de entidades investigadas por D_1 y D_2 respectivamente). Luego, llamemos $C(D_1)$ y $C(D_2)$ a los conjuntos de conceptos técnicos (o específicos) de las respectivas disciplinas. Estos conceptos aparecen en las dos convenciones siguientes.

Definición 17.1 M_v es la multidisciplina constituida por las disciplinas D_1 y D_2 si

- $IR(M_{12}) = HiDf IR(D_2)$ es no vacía;
- hay un conjunto no vacío $G(M_v)$ de fórmulas de pegamento (o puente) en $D_1 Z?$, en los cuales aparecen los conceptos de $C(Zj)$, así como los de $C(D_2)$.

Definición 17.2 I_{17} es la interdisciplina comprendida entre las disciplinas D_1 y $\mathcal{E}?$, si

- $\mathcal{B}U_j = iRiD \wedge n {}^iRiD_7$ es no vacía;
- hay un conjunto no vacío $G(/_p)$ de fórmulas de pegamento (o puente) en D_1 y D_2 , en los cuales aparecen los conceptos de $C(Dj)$, así como los de $C(\mathcal{E}?)$.

Se observará que en tanto que U (suma lógica) es la marca registrada de la multidisciplinariedad, la de la interdisciplinariedad es n (intersección lógica). H, el concepto de referencia semántico, ha sido exactificado en otro sitio (Bunge, 1974a), al igual que el concepto epistemológico de campo de investigación (Bunge, 1983b). Entiendo que este último es lógicamente previo al concepto de disciplina sociológico, porque las personas se unen a los laboratorios, institutos o departamentos donde se cultivan los temas que les interesan. Este es el motivo por el cual quienquiera que emprenda el estudio de, digamos, la sociología de la comunidad política, presupone alguna idea acerca de la sociología política como una rama del conocimiento. Dime lo que estudias y podré averiguar cuál es la red profesional a la que perteneces.

6. Pegamento

La idea de un concepto específico o técnico, tal como el de estructura social en sociología, el de productividad en economía, el de poder en política y el de revolución en historiografía, es tan familiar que difícilmente necesite ser comentado. En cambio, algunas aclaraciones del concepto de fórmula de pegamento (o puente) pueden ser útiles y mucho más por cuanto la expresión «fórmula puente» ha sido utilizada con un significado diferente en la literatura filosófica sobre la reducción. Los siguientes ejemplos bastarán para esbozar una noción intuitiva.

Biofísica: los componentes hidrofóbicos de una proteína están ocultos entre sus pliegues.

Biología evolutiva del desarrollo: la novedad evolutiva emerge durante el desarrollo.

Psicofísica: la intensidad con que se percibe un estímulo físico es una función de poder de este último.

Neurociencia cognitiva: aprender consiste en la emergencia de nuevos sistemas de neuronas (Hebb).

Neurociencia cognitiva social: la reacción de la amígdala ante estímulos sociales negativos depende de la personalidad del sujeto (extrovertido o introvertido).

Neurolingüística: un ataque severo en un centro del lenguaje causa discapacidades en el habla.

Mediana social: la morbilidad y la pobreza están correlacionadas positivamente.

Psicología social: el estrés fisiológico es más intenso cuanto más bajo sea el estatus en un sistema social.

Demografía económica: el ritmo de desarrollo económico es inversamente proporcional a la tasa de nacimientos.

Socioeconomía: la productividad laboral está inversamente correlacionada con la desigualdad en el ingreso.

Sociología política-, un efecto del Estado de bienestar es moderar a la izquierda política.

Economía política: la globalización económica da lugar al surgimiento de sistemas no democráticos de control y consulta supranacionales. *Sociología legal*: a medida que las sociedades se tornan más complejas, el derecho penal se toma menos importante que el derecho civil (Durkheim).

Estos ejemplos sugieren que una fórmula de pegamento (o puente) puede ser o bien una ley o bien una hipótesis indicadora o «definición operacional», vale decir un vínculo entre lo observable y lo no observable. Desde luego, es tarea del investigador inventar fórmulas de pegamento adecuadas para las disciplinas que procura sintetizar. Pero, al menos, un resultado estándar en la lógica matemática garantiza su existencia bajo ciertas condiciones. Se trata del teorema de interpolación de la lógica elemental (véase, por ejemplo, Adamowicz y Zbierski, 1997). Adaptado a nuestro problema, el teorema es como sigue:

Teorema 17.1 Sean A y B fórmulas de las disciplinas D_1 y D_2 , respectivamente. Si $A \Rightarrow B$ es válido para la unión $D_1 \vee D_2$, entonces hay una proposición C en la intersección $D_1 \cap D_2$, tal que $A \Rightarrow C$ vale en D_1 y $C \Rightarrow B$ vale en D_2 .

Este teorema es pertinente respecto de nuestro tema, por dos razones. Para comenzar, relaciona la multidisciplinariedad ($D_1 \cap D_2$) con la interdisciplinariedad ($D_1 \cup D_2$). Segundo, garantiza que la primera implica la segunda, lo que puede sonar bastante contraintuitivo. Vale decir, hemos demostrado el

Teorema 17.2 Si D_1 y D_2 son disciplinas que satisfacen la Definición 17.2 y el Teorema 17.1, entonces su intersección es no vacía: $D_1 \cap D_2 \neq \emptyset$.

De más está decir que esta no es una receta para fabricar mterdisci- plinas: únicamente alienta su búsqueda, al mostrar que ciertos híbridos son conceptualmente posibles. Que las fórmulas de pegamento (o puente) adecuadas se hallen o no dependerá no solo del ingenio del investigador: dependerá fundamentalmente de si las fórmulas en cuestión representan puentes existentes en el mundo real.

El Teorema 17.2 sugiere la siguiente medida de la cercanía (o grado de interdisciplinariedad) entre dos disciplinas D_i y D_j

$$K = |D_i \cap D_j| / |D_i \cup D_j|$$
, donde $|X|$ simboliza la numerosidad del conjunto X . El valor K oscila entre 0 —para campos totalmente ajenos, tales como la física de partículas y la historia del arte— y 1 para campos idénticos. De más está decir que la medida K es más fácil de definir que de estimar en cada caso particular.

En resumen, un campo de investigación amplio probablemente consista no solo en disciplinas y subdisciplinas, sino también en multi- disciplinas e interdisciplinas. Por ejemplo, la lingüística no contiene únicamente la lingüística general (o estudio general de la gramática), sino también interdisciplinas tales como la neurolingüística, la psico- lingüística, la sociolingüística y la lingüística histórica. Mientras más puentes tengan, estarán mejor ensambladas y serán más útiles.

7. Las ciencias y las tecnologías integradas

Introduzcamos, a continuación, una última convención:

Definición 17.3 Una multidisciplina o interdisciplina es

- o bien una *multiciencia* o bien una *interciencia* si es científica;
- o bien una *multitecnología* o bien una *intertecnología* si es tecnológica.

Para que una multidisciplina o interdisciplina sea científica (o tecnológica) es necesario, aunque insuficiente, que las fórmulas de pegamento estén razonablemente bien confirmadas o que sean pasibles de ser puestas a prueba, al menos en principio. Otra condición necesaria para la científicidad es que al menos uno de los precursores de la disciplina híbrida sea científico (o tecnológico). Que esta condición es insuficiente lo prueba la existencia de la astrología (un híbrido de la astronomía y la psicología popular) y la psichistoria (una cruza entre la historia y el psicoanálisis).

En síntesis, el pedigrí no basta: toda afirmación acerca del estatus científico de una disciplina híbrida debe ser confirmada de manera independiente. Vale decir, el híbrido en cuestión debe haber mostrado que se vale del método científico y que es consistente con el grueso del conocimiento pertinente (ya sea científico o tecnológico), así como con las perspectivas naturalista y realista de la ciencia. Tal como argumentamos en el capítulo 9, la sociobiología humana y sus actuales sucesores de moda, la psicología evolutiva y la medicina evolutiva, no satisfacen estas condiciones porque, mayormente, se trata de fantasías. Estas historias no están en el buen camino, aunque solo fuese porque pasan por alto las variables

económicas, políticas y culturales. Ejemplos: las afirmaciones de que todos los varones de todas las sociedades han sido «diseñados» para responder a condiciones que prevalecieron hace

100.000 años en la sabana del África oriental, que la religiosidad está en el genoma y que la tristeza y aun la depresión son adaptaciones saludables.

Por último, puede describirse el Teorema 17.2 como la siguiente tesis metodológica programática:

Tesis 17.1 Dadas dos disciplinas cualesquiera con algún referente en común, puede interpolarse una tercera disciplina entre ellas.

Esta tesis es infalsificable, ya que si una tentativa de formar una interdisciplina fracasa, siempre puede culparse de ello a las personas que hicieron el intento. No obstante, al igual que otras tesis infalsificables -entre ellas las de la fealdad y la cognoscibilidad del mundo y la de la perfectibilidad humana-, la tesis en cuestión es fértil desde el punto de vista heurístico. (A propósito, no solamente la filosofía sino también la ciencia en proceso contienen abundantes hipótesis programáticas, tales como «La variable y depende de la variable x », en la que la forma de la dependencia habrá de ser determinada mediante la investigación. Y algunas de estas hipótesis programáticas pueden ser infalsificables en tiempo real.)

Un primer corolario de la tesis antedicha es que, al menos en principio, no hay ciencias ni tecnologías independientes. Puesto en términos positivos, todas las ciencias y las tecnologías son interdependientes en alguna medida. Esta característica es tan importante que merece ser elevada al estatus de norma incluida en la definición misma de científicidad. Llamo a esta condición *consistencia, externa* y le he asignado el mismo peso que a la consistencia interna, la precisión y la contrastabilidad (Bunge, 1967a). La consistencia externa es mucho más que la mera compatibilidad, la cual es satisfecha de manera trivial por dos campos cualesquiera que no poseen referentes en común, como en el caso de la geografía y la virología. La consistencia externa consiste en la superposición parcial. Por ejemplo, una teoría económica debe respetar el principio de conservación de la energía; en cambio, puede violar el segundo principio de la termodinámica, del incremento del desorden, puesto que este solamente es válido para sistemas cerrados. En resumen, toda ciencia genuina se superpone parcialmente con otras ciencias. En términos estrictos, no hay campos unidisciplinarios.

De ello se sigue que si un campo de conocimiento está separado de todas las ciencias, entonces no es científico. Por ejemplo, la grafología, la parapsicología y el psicoanálisis son ajenos e incluso contrarios a la psicología experimental y a la neurociencia. Esto basta para descartarlos por ser pseudociencias. En gran medida, lo mismo es válido para la microeconomía neoclásica y los modelos de la teoría de juegos en politología, ya que estas disciplinas se enorgullecen de ser autosuficientes. Dime qué compañías no tienes y te diré dónde fracasará.

¿Cuán lejos debe ir uno en la búsqueda de la fusión de disciplinas? Edward O. Wilson (1998), el prominente zoólogo y fundador de la sociobiología

contemporánea, ha preconizado la «conciliación» (unificación) de todas las ramas del conocimiento. Estoy de acuerdo en que esta meta es deseable y alcanzable y que está cada vez más cerca. Pero disiento con la tesis de Wilson de que esa unidad deba lograrse a través de la reducción. En particular, no comparto que toda convención social tenga raíces biológicas y pueda, por ende, ser explicada por la biología.

Una objeción fundamental al proyecto de la unificación de las ciencias sociales por medio de su reducción a la biología es la que sigue. Hay pruebas abrumadoras a favor de la hipótesis de que las normas sociales son invenciones sociales y de que estas son adoptadas o impuestas, reformadas o rechazadas por la gente sin importar sus semejanzas o desemejanzas biológicas (recuérdese el cap. 9). Solo piénsese en los enormes y rápidos cambios en las costumbres sociales que han tenido lugar en los países desarrollados, durante el último siglo, como resultado de movimientos políticos y culturales: el empoderamiento de la mujer, la tolerancia de la homosexualidad, la aceptación de las relaciones sexuales con fines placenteros en lugar de estrictamente reproductivos, la abolición de la pena de muerte, la difusión del Estado de bienestar, la masificación de las universidades, la difusión de la comida rápida por todo el mundo y la sustitución de la prensa impresa por la televisión como principal medio de información y entretenimiento. Ninguno de estos cambios puede ser relacionado con modificaciones génicas ni con la selección natural.

La conciliación defendida en este libro no borra las diferencias entre las disciplinas, puesto que no elimina la riqueza del mundo ni en el nivel físico ni en el nivel cultural.

Comentarios finales

La riqueza cualitativa del universo es tan patente que, a primera vista y tal como Dupré (1993) y otros han afirmado, la unidad de las ciencias parece un sueño imposible. Pero, por supuesto, tal diversidad siempre ha estimulado a filósofos y científicos a buscar la unidad subyacente, tanto en lo ontológico como en lo epistemológico. Por ejemplo, lejos de ser dualista, la neurociencia cognitiva concibe los procesos mentales como procesos cerebrales y la psicología social fisiológica complementa la explicación biológica de lo mental con una reflexión sobre los inputs y outputs sociales de la cognición y la emoción. Además, en ambos campos de investigación se practica el método científico, aun cuando no haya consenso acerca de su naturaleza. En síntesis, la multiplicación de las ciencias de la mente ha estado acompañada por un aumento de su convergencia.

Hay poderosos argumentos para pensar que la raíz última de los movimientos de unificación está en la materialidad, la sistematicidad, la legalidad y la cognoscibilidad del universo. De tal modo, la diversidad en los detalles es consistente con la unidad total, igual que una explicación de los particulares es complementaria de la búsqueda de patrones: contrariamente a lo que afirman los

hermeneutas, todas las ciencias son tanto idiográficas como nomotéticas y utilizan el método científico (Bunge, 1996).

Sin embargo, la unidad básica tanto del mundo como de la ciencia no implica el éxito del reduccionismo radical. Por ejemplo, la reducción de la química a la física atómica por medio de la mecánica cuántica es, por el momento, solamente parcial aunque solo fuese porque requiere de conceptos adicionales, como los de unión covalente, y de supuestos adicionales, como la ecuación de cambio de la cinética química clásica. De igual modo, la reducción de la psicología a la neurociencia es ontológica (al identificar lo mental con lo neural) pero no epistemológica, puesto que la neurociencia cognitiva es una típica interdisciplina, que utiliza conceptos psicológicos desconocidos para la biología, tales como los de atención y percepción, placer y temor, empatía e intención, personalidad y neurosis (véase Bunge, 1990).

Otro ejemplo es la reciente compleción de la secuenciación del genoma humano, popularizado como el acto de descifrar del Libro de la Vida y saludado como una victoria del reduccionismo radical. Si bien se trata de un notorio logro de la *Big Science*, no fue una victoria filosófica, habida cuenta de que la brecha entre el genotipo y el fenotipo todavía está por cubrirse. En efecto y tal como hasta Sydney Brenner (2000) ha advertido, la participación de las proteínas en los procesos intracelulares y las interacciones intercelulares que hacen funcionar los órganos y todo el organismo todavía se halla lejos de ser bien conocida. (Brenner es el mismo prominente biólogo molecular que, en 1982, había profetizado que si le diesen la secuencia completa del genoma de un organismo y un ordenador poderoso, podría computar todo el organismo.)

En resumen, aquí —como en cualquier otro caso— el conocimiento de las partes es necesario, pero insuficiente para explicar cómo aquellas se combinan para formar un todo con propiedades (emergentes) peculiares. Este es el motivo por el cual la reducción, aunque en efecto sea necesaria, debe ser complementada por la integración toda vez que esta sea factible: porque el mundo es uno respecto de ciertos aspectos, a la vez que diverso respecto de otros, y a causa de que no es un agregado de elementos singulares sino un sistema de sistemas. Aquí, al igual que en cualquier otro caso, la epistemología y la metodología deben ajustarse a la ontología y esta debe ser coherente con la ciencia.

Para concluir. Hace un siglo, en su memorable discurso para el Segundo Congreso Internacional de Matemáticos, el gran David Hilbert (1901) señaló que, lejos de estar aislado, cada problema matemático pertenece a alguna cadena de problemas, cadena que puede atravesar ciertas barreras erigidas previamente. Y concluyó su discurso afirmando que la matemática es «un todo indivisible, un organismo cuya viabilidad está condicionada por la interdependencia de sus partes». La tesis de este capítulo es que lo mismo es válido para todas las ciencias: su salud depende de que sean parte de un único sistema conceptual -si bien no uno sin costuras—, aun cuando sus respectivas comunidades de investigación estén socialmente separadas. Nadie puede relacionarse con un millón de investigadores,

pero cualquiera puede detectar o concebir un puente conceptual hacia una disciplina vecina, en particular si adopta el enfoque sistémico y el método científico, y si utiliza la lengua de todas las ciencias, a saber, la matemática. Estos procesos de convergencia a menudo son requeridos por el descubrimiento de emergentes y, a su vez, pueden engendrar la búsqueda de más convergentes.

Glosario filosófico

Acontecimiento. Cambio de estado de una cosa concreta. Suceso.

Agatonismo. La filosofía moral cuyas máximas peculiares son «Disfruta de la vida y ayuda a vivir» y «Todo derecho implica un deber y viceversa». Una especie de fusión del deontologismo con el utilitarismo.

Axiología. Teoría de los valores.

Causa y efecto. La causa de un acontecimiento es el acontecimiento que es, a la vez, necesario y suficiente para su ocurrencia.

Cientificismo. El punto de vista epistemológico según el cual toda cosa que pueda ser conocida, se investiga mejor de manera científica. El cientificismo une el racioempirismo con el método científico. No confundir con el descuido de las características suprafísicas.

Computacionismo. La hipótesis programática según la cual los procesos naturales y sociales de ciertos tipos son computacionales o algorítmicos.

Condicional. Proposición de la forma «Si A, entonces B» o, más brevemente, «A \Rightarrow B».

Constructivismo. Ontológico: el mundo es una construcción humana (individual o social). Epistemológico: todas las ideas son constructos, ninguna deriva directamente de la percepción.

Contraejemplo. Excepción respecto de una supuesta ley o regla.

- Contrailustración.** Reacción contra la Ilustración. Características: irracionalismo y conservadurismo social. Iconos: Hegel, Nietzsche y Heidegger.
- Contrastabilidad empírica.** La capacidad de una hipótesis o una teoría de ser confirmada o falsificada en cierta medida por los datos empíricos. Una característica de la ciencia y la filosofía científica, en contraposición con la teología y el esoterismo.
- Convergencia (de líneas de investigación).** Fusión de dos o más líneas de investigación previamente separadas. Ejemplos: neurociencia cognitiva y socioeconomía.
- Dato.** Una pieza de información tal como «La población mundial supera actualmente los 6000 millones de personas». Un dato científico es una prueba a favor o en contra de una hipótesis o una teoría científicas.
- Definición.** Convención en virtud de la cual se establece una identidad entre un concepto o término y otros conceptos o términos, como en « $2 =_{df} 1 + 1$ » y «Propiedad emergente $=_{df}$ Propiedad de una totalidad, de la cual sus componentes carecen». No confundir con descripción ni con suposición.
- Deontologismo.** La filosofía moral que nos liga a nuestros deberes sin tener en cuenta las consecuencias para nosotros mismos o para otros. Rivales: el utilitarismo y el agatonismo.
- Divergencia (de líneas de investigación).** La separación de una línea de investigación en dos o más especialidades.
- Dualismo.** La familia de doctrinas según las cuales hay dos clases igualmente básicas, pero mutuamente irreductibles, tales como la materia y la mente o la naturaleza y la sociedad. Un caso particular del pluralismo.
- Elección racional, teoría de la.** La teoría según la cual todo actor prefiere o debería preferir la acción que lleva al resultado que maximiza sus utilidades esperadas. (La utilidad esperada de un resultado es igual al producto de su probabilidad por su utilidad.)
- Emergencia.** Novedad cualitativa. Una propiedad de los sistemas.
- Empirismo.** La doctrina epistemológica según la cual la experiencia es la fuente y la prueba de toda idea.
- Epistémico.** Relacionado con el conocimiento, como en «Los datos son el equivalente epistémico de los hechos».
- Epistemología.** El estudio filosófico de la cognición y su producto, el conocimiento. Puede ser descriptiva o prescriptiva (normativa). Principales escuelas: escepticismo, intuicionismo, empirismo, convencionalismo, ficcionismo, racionalismo y racioempirismo.
- Escepticismo.** La familia de epistemologías que o bien niegan la posibilidad de cierto conocimiento (escepticismo radical) o bien afirman que debemos dudar antes de creer y, a menudo, incluso después de haber adoptado una creencia (escepticismo moderado).
- Espacio de estado.** El conjunto de todos los estados posibles en que las cosas de un

tipo dado pueden estar. Puede conceptuarse como un espacio cartesiano de n dimensiones medido por una función de estado de n dimensiones, tal como el índice de desarrollo humano.

Estado (de una cosa). La totalidad de las propiedades de una cosa en un instante dado.

Estructura de un sistema. La totalidad de las relaciones entre los componentes del sistema y entre estos y el entorno del sistema.

Ética. El estudio filosófico de las normas morales o las reglas de la recta conducta.

Exactificación. Transformación de un constructo borroso en uno exacto. Ejemplo: probable^{'''} —> probable.

Existencia. Conceptual: perteneciente a un contexto conceptual, tal como una teoría.

Material: ser parte del mundo real o poseer energía. Ejemplo: algo existe: $(3x)$

Ex.

Existencial, cuantificador. Exactificación del concepto de «algunidad» [*sameness*], tal como en «Algunos objetos son sistemas» o, de modo abreviado, $3xSx$. En matemática, «algún» y «existe» son intercambiables.

Explicación. Descripción de un mecanismo.

Extinción [submergence]. La desaparición de una o más propiedades de una cosa o sistema a causa de su metamorfosis en otras cosas, como en la pérdida de masa cuando un electrón se fusiona con un antielectrón (positrón) para producir un fotón.

Falibilismo. La familia de epistemologías que afirman que la mayor parte del conocimiento, si no todo, está sujeto a revisión.

Fenomenismo. El punto de vista filosófico de que solo hay fenómenos (apariencias para alguien) o de que solamente estos pueden conocerse. El fenomenismo se opone al realismo.

Fenómeno. Percepción de un hecho, a diferencia del hecho mismo. Por ejemplo, el color es distinto de la longitud de onda. Los fenómenos ocurren únicamente en cerebros.

Fondo de conocimiento. Lo que se conoce hasta el momento, el punto de partida de un proyecto de investigación.

Funcionalismo. El punto de vista según el cual lo importante es la función y no el «sustrato» (materia). Predominante en la psicología cognitiva antes de la emergencia de la neurociencia cognitiva.

Hecho. Estado o cambio de estado de una cosa material.

Hermenéutica. La escuela de pensamiento según la cual a) los símbolos son lo más importante o incluso lo único existente y b) los he

chos sociales deben comprenderse mediante la captación intuitiva de las intenciones o metas de los actores involucrados en ellos.

Hipótesis. Una proposición, ya sea particular o general, que afirma más que cualquiera de los datos que son pertinentes con respecto a ella.

Holismo. La familia de doctrinas según las cuales las cosas se presentan como totalidades no analizables. El compañero ontológico del intuicionismo.

Idealismo filosófico. La ontología según la cual las ideas preexisten a todo lo demás y lo dominan. No confundir con altruismo.

Ilustración, tradición de la. Respeto por la razón, la investigación, la verdad y los derechos humanos, especialmente por la libertad. Articulada por primera vez en el siglo XVIII.

Individualismo. El punto de vista según el cual los componentes básicos del universo son los individuos aislados.

Interdisciplina. La disciplina formada por una combinación (no solamente por una yuxtaposición) de dos o más disciplinas.

Intuicionismo. La familia de doctrinas epistemológicas según las cuales la intuición, por ser total e inmediata, es superior a todo otro tipo de cognición. El compañero epistemológico del holismo.

Legalidad, principio de. El principio, presupuesto tácitamente por todas las ciencias, de que todo, aun el azar, satisface alguna ley.

Ley. Regularidad o patrón. Ley objetiva: inherente a las cosas y, por ende, una propiedad de ellas. Ley conceptual: fórmula que captura un patrón objetivo. En ocasiones se la llama «enunciado nomológico» para evitar la confusión con el patrón que se espera que represente.

Lógica. La parte común de la lógica y la matemática, centrada en la forma lógica y en la deducibilidad, sin importar el contenido de las proposiciones en cuestión. La lógica puede ser tradicional o no tradicional. La lógica tradicional o clásica es la teoría de la deducción inherente a todas las ciencias fácticas.

Macrorreducción. Reducción a entidades de niveles superiores. Ejemplo: explicación de la conducta individual en términos de estímulos ambientales.

Material. Capaz de cambiar por sí mismo, que posee energía.

Materialismo. La familia de ontologías naturalistas según las cuales todos los existentes son materiales. Dos principales versiones: vulgar o fisicista («Todo es físico») y emergentista («Existen diversos tipos de materia: física, química, viviente, social y técnica»). Según el materialismo, los predicados «es material» y «es real» son coextensivos (se aplican a las mismas cosas), aun cuando no significan lo mismo.

Pluralismo. La familia de filosofías que afirma la pluralidad de clases básicas (pluralismo respecto de la sustancia), propiedades básicas (pluralismo respecto

- de las propiedades) o ambas. El materialismo emergentista es pluralista con respecto a las propiedades, pero monista con respecto a la sustancia: una sustancia, muchas propiedades.
- Pragmatismo. La doctrina epistemológica según la cual la práctica es el origen, la prueba y el valor de todas las ideas.
- Probabilidad. Cuantificación del azar o aleatoriedad. Una propiedad de los estados o de los cambios de estado, no de las proposiciones. No confundir con posibilidad cualitativa, probabilidad" o plausibi- lidad.
- Proceso. Un cambio de estado de una cosa no instantáneo, una secuencia de estados de una cosa. Puede formalizarse como una secuencia de valores de una función de estado, vale decir una trayectoria del espacio de estado de las cosas de cierto tipo.
- Propiedad. Característica o rasgo de un elemento, como el área de una figura cerrada, la energía de un cuerpo, la edad de un organismo y la estructura de una sociedad.
- Proposición. Un enunciado, tal como «Estoy leyendo», capaz de ser verdadero o falso en alguna medida. No confundir con «propuesta».
- Prueba. Un conjunto de datos pertinentes respecto de alguna hipótesis.
- Pseudociencia. Un cuerpo de creencias exhibido como científico, a pesar de ser inconsistente con el grueso del conocimiento científico antecedente.
- Racioempirismo. Fusión del racionalismo con el empirismo.
- Racionalismo. La doctrina epistemológica según la cual la cognición involucra el razonamiento. Racionalismo radical: para saber, la ra.- zón es suficiente. Racionalismo moderado: la razón es necesaria para comprender.
- Real. Que existe en sí y de por sí, vale decir sea o no percibido o imaginado por alguien.
- Realismo. La filosofía según la cual el mundo externo existe con independencia del investigador y puede ser conocido, al menos en parte. El realismo se opone al escepticismo radical, al convencionalismo, al fenomenismo y al idealismo.
- Reducción. Operación conceptual a través de la cual se afirma o se muestra que a) un elemento es idéntico a otro o b) está incluido en este o c) es un agregado o bien una combinación o bien un promedio de otros elementos.
- Regia. Procedimiento estandarizado o patrón de conducta humana, como en «La regla de evitación del incesto es universal».
- Relativismo epistemológico. El punto de vista según el cual toda idea es relativa al sujeto o al grupo social y, por lo tanto, ninguna sería transcultural y mucho menos universalmente válida.
- Semántica. El estudio del significado y de la verdad. No confundir con «un mero asunto de palabras».
- Significado semántico. Una propiedad de los constructos. Referencia o denotación junto con sentido o connotación. No confundir con el «significado» de una acción, o sea su meta.

- Sistema.** Un objeto complejo cuyos componentes se encuentran unidos por fuertes vínculos -lógicos, físicos, biológicos o sociales- y que posee propiedades globales (emergentes) de las cuales sus componentes carecen.
- Sistêmica.** La rama de la ontología que se interesa por las características generales de los sistemas concretos. Algunos de sus capítulos son la teoría de las máquinas de Turing, la cibernética (la teoría general del control) y la sinérgica (la teoría general del autoensamblado). La mayoría de los autores que han contribuido a la sistêmica han sido científicos, ingenieros o ambas cosas.
- Sistemismo.** Ontología: Todo es un sistema o bien un componente de un sistema. Epistemología: Toda pieza de conocimiento es o debe ser miembro de un sistema conceptual, tal como una teoría.
- Subjetivo.** Un proceso que ocurre dentro de la cabeza de un sujeto. El principal objeto de estudio de la psicología.
- Subjetivismo.** La familia de filosofías según las cuales todo está en la mente del sujeto (idealismo subjetivo) o nada puede conocerse de manera objetiva.
- Tautología.** Una verdad lógica, tal como «La conjunción de una proposición y su negación es falsa».
- Tecnología.** Cuerpo de conocimiento inventado y utilizado para diseñar, producir y mantener artefactos, ya sean físicos (como los ordenadores), biológicos (como las vacas) o sociales (como los hospitales).
- Teoría.** Sistema hipotético-deductivo: un sistema de proposiciones, cada una de las cuales implica otras o es implicada por otras.
- Universal, cuantificador.** Prefijo «para todo», como en « $\forall x$ (x es real si y solo si x es mutable)».
- Utilidad.** Valor subjetivo.
- Utilitarismo.** La filosofía moral que prescribe maximizar la utilidad o beneficio esperado para uno mismo o para otros. Rivales: el deontologismo y el agatonismo.
- Valor de verdad.** Uno de los diversos grados de adecuación (verdadero, falso, semiverdadero, etc.) que una proposición puede tener o adquirir.
- Verdad fáctica.** La adecuación de las ideas a los hechos que ellas representan, como en «Llueve» cuando, efectivamente, está lloviendo.
- Verdad formal.** La coherencia de una idea con un cuerpo de ideas previamente aceptado. Ejemplos: tautologías y teoremas.
- Verdad parcial.** La adecuación menos que perfecta de una idea a su referente, como en « $7t = 3$ ».
- Verstehen.** Comprensión intuitiva. El «método» de la hermenéutica.

Referencias bibliográficas

- Adamowicz, Z. y Zbierski, P. 1997. *Logic of Mathematics: A Modern Course of Classical Logic*. Nueva York, John Wiley & Sons.
- Adams, M., Dogic, Z., Keller, S. L. y Fraden, S. 1998. Entropically driven microphase transitions in mixtures of colloidal rods and spheres, *Nature*, núm. 393, pp. 249-351.
- Adorno, T. y Horkheimer, M. 1972. *Dialectic of Enlightenment*. Nueva York, Herder & Herder. [*Dialéctica de la Ilustración*. Madrid, Trotta, 1998.]
- Agassi, J. 1987. Methodological individualism and institutional individualism, en J. Agassi e I. C. Jarvie (comps.), *Rationality: The Critical View*. Dordrecht, Martinus Nijhoff, pp. 119-150.
- Agazzi, E. (comp.). 1991. *The Problem of Reductionism in the Sciences*. Dordrecht y Boston, Kluwer.
- Agnati, L. F., Fuxe, K., Nicholson, C. y Syková, S. (comps.). 2000. *Volume Transmission Revisited, Progress in Brain Research*, vol. CXXV. Amsterdam, Elsevier.
- Albert, H. 1994. *Kritik der reinen Hermeneutik*. Tübingen, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck).
- Albert, R., Jeong, H. y Barabási, A.-L. 1999. Diameter of the world-wide web, *Nature*, núm. 401, p. 130.
- Anderson, A. K. y Phelps, E. A. 2001. Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events, *Nature*, núm. 411, pp. 305-309.
- Arkin, A. y Ross, J. 1994. Computational functions in biochemical reaction networks, *Biophysical Journal*, núm. 67, pp. 560-578.

- Armstrong, E. y Falk, D. (comps.). 1982. *Primate Brain Evolution: Methods and Concepts*. Nueva York, Plenum.
- Arthur, W. 1997. *The Origin of Animal Body Plans: A Study in Evolutionary Developmental Biology*. Cambridge, Cambridge University Press.
- . 2002. The emerging conceptual framework of evolutionary developmental biology, *Nature*, núm. 415, pp. 757-764.
- Asfaw, B., Gilbert, W. H., Beyene, Y., Hart, W. K., Renne, P. B., Gabriel, G. W., Vrba, E. S. y White, T. D. 2002. Remains of *Homo erectus* from Bouri, Middle Awash, Ethiopia, *Nature*, núm. 416, pp. 317-320.
- Ashby, E. R. 1963 [1956]. *An Introduction to Cybernetics*. Nueva York, John Wiley & Sons.
- Athearn, D. 1994. *Scientific Nihilism: On the Loss and Recovery of Physical Explanation*. Albany, NY, State University of New York Press.
- Atkatz, D. 1994. Quantum cosmology for pedestrians, *American Journal of Physics*, núm. 62, pp. 619-627.
- Baldi, S. 1998. Normative versus social constructivist processes in the allocation of citations: a network-analytic model, *American Sociological Review*, núm. 63, pp. 829-846.
- Ball, P. 2001. *The Self-Made Tapestry: Pattern Formation in Nature*. Oxford, Oxford University Press.
- Barbas, H. 1995. The anatomical basis of cognitive-emotional interactions in the primate prefrontal cortex, *Neuroscience Behavioral Reviews*, vol. 19, núm. 3, pp. 499-510.
- Barkow, J. H., Cosmides, L. y Tooby, J. (comps.). 1992. *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Bartlett, M. S. 1975. *Probability, Statistics and Time: A Collection of Essays*. Londres, Chapman & Hall.
- Barton, R. A. y Harvey, P. H. 2000. Mosaic evolution of brain structure in mammals, *Nature*, núm. 405, pp. 1055-1058.
- Bates, E. y Goodman, J. C. 1999. On the emergence of grammar from lexicon, en MacWinney (comp.), pp. 29-79.
- Baudrillard, J. 1973. *Le miroir de la production*. Paris, Casterman.
- Bechtel, W. (comp.). 1986. *Integrating Scientific Disciplines*. Dordrecht y Boston, Martinus Nijhoff.
- Becker, G. S. 1976. *The Economic Approach to Human Behavior*. Chicago, University of Chicago Press.
- Berlinski, D. 1976. *On Systems Analysis*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Bernard, C. 1952 [1865]. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris, Flammarion.
- Berry, M. 1975. *An Introduction to Systemic Linguistics*, 2 vols. Nueva York, St Martin's Press.
- Bertalanffy, L. von. 1950. An outline of general system theory, *British Journal for the Philosophy of Science*, núm. 1, pp. 139-164.
- . 1968. *General System Theory*. Nueva York, George Braziller.
- Bhabha, H. K. 1990. *Nation and Narration*. Londres, Routledge.
- Bindra, D. 1976. *A Theory of Intelligent Behavior*. Nueva York, Wiley 6c Sons.

- Black, D. 1976. *The Behavior of Lato*. Nueva York, Academic Press.
- Blair, R. J. R., Morris, J. S., Frith, C. D., Perreu, D. I. y Dolan, R. j. 1999. Dissociable neural responses to facial expressions of sadness and anger, *Brain*, núm. 122, pp. 883-893.
- Bliss, M. 2000. *The Discovery of Insulin*. 3ª ed. Toronto, University of Toronto Press.
- Blitz, D. 1992. *Emergent Evolution: Qualitative Novelty and the Levels of Reality*. Dordrecht y Boston, Reidel.
- Bloom, H., De Man, P., Derrida, J., Hartman, G. y Miller, J. H. 1990. *Deconstruction and Criticism*. Nueva York, Continuum.
- Blumer, H. 1969. *Symbolic Interactionism*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- Bohr, N. 1958. *Atomic Physics and Human Knowledge*. Nueva York, John Wiley & Sons.
- Bolzano, B. 1950 [1851]. *Paradoxes of the Infinite*. Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Booth, J. W., James, P. y Meadwell, H. (comps.). 1993. *Politics and Rationality*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Boring, E. G. 1950. *A History of Experimental Psychology*, 2ª ed. Nueva York, Appleton-Century-Crofts. [Historia de la psicología experimental. México, Trillas, 1980.]
- Botvinick, M., Nystrom, L. E., Fissell, K., Carter, C. S. y Cohen, J. D. 1999. Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex, *Nature*, núm. 402, pp. 179-181.
- Boudon, R. 1974. *Education, Opportunity, and Social Inequality*. Nueva York, Wiley.
- . 1980. *The Crisis in Sociology*. Nueva York, Columbia University Press.
- . 1981. *The Logic of Social Action*. Londres, Boston y Henley, Routledge & Kegan Paul.
- . 1998. *Etudes sur les sociologues classiques*. Paris, Quadrige/Presses Universitaires de France.
- . 2001. *The Origin of Values: Sociology and Philosophy of Beliefs*. New Brunswick, NJ, Transaction Publishers.
- . 2002. Sociology that really matters, *European Sociological Review*, núm. 18, pp. 371-378.
- . 2003. *Y-a-t-il encore une sociologie?* Paris, Odile Jacob.
- Bourricaud, F. 1977. *L'individualisme institutionnel: Essai sur la sociologie de Talcott Parsons*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Braithwaite, R. B. 1953. *Scientific Explanation*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Braudel, F. 1969. *Ecrits sur l'histoire*. Paris, Flammarion.
- . 1972 [1949]. *The Mediterranean and the Mediterranean World in the Age of Philip II*, 2ª ed. Nueva York, Harper & Row.
- Brenner, S. 2000. The end of the beginning, *Science*, núm. 287, pp. 2173-2174.
- Broad, C. D. 1925. *The Mind and its Place in Nature*. Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Buck, R. C. 1956. On the logic of general behavior systems theory, en H. Feigl y M. Scriven (comps.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Minneapolis, University of Minnesota Press, vol. I, pp. 223- 238.
- Bunge, M. 1951. What is chance?, *Science & Society*, núm. 15, pp. 209-231.

- . 1956. Do computers think?, *British Journal for the Philosophy of Science*, núm. 7, pp. 139-148 y 212-219.
- . 1959a. *Causality: The Place of the Causal Principle in Modern Science*. Cambridge, MA, Harvard University Press. Ed. rev.: Nueva York, Dover, 1979. [*La causalidad. El principio de causalidad en la ciencia moderna*. Buenos Aires, Sudamericana, 1997.]
- . 1959b. *Metascientific Queries*. Evanston, IL, Charles C. Thomas.
- . 1962a. *Intuition and Science*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall. Reimpr.: Westport, CT, Greenwood Press, 1975.
- . 1962b. Cosmology and magic, *The Monist*, núm. 44, pp. 116-141.
- . 1963. *The Myth of Simplicity*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- . 1964. Phenomenological theories, en M. Bunge (comp.), *The Critical Approach: Essays in Honor of Karl Popper*. Nueva York, Free Press, pp. 234-254.
- . 1967a. *Scientific Research*. 2 vols. Berlin, Heidelberg y Nueva York, Springer-Verlag. Ed. rev.: *Philosophy of Science*. 2 vols., New Brunswick, Transaction Publishers, 1998. [*La investigación científica*. México, Siglo XXI Editores, 2001.]
- . 1967b. *Foundations of Physics*. Berlin, Heidelberg y Nueva York, Springer-Verlag.
- . 1971. Is scientific metaphysics possible?, *Journal of Philosophy*, núm. 68, pp. 507-520.
- . 1973a. *Philosophy of Physics*. Dordrecht y Boston, D. Reidel. [*Filosofía de la Física*, Barcelona, Ariel, 1978.]
- . 1973b. *Method, Model, and Matter*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
- . 1974a. *Treatise on Basic Philosophy*, vol. I: *Sense and Reference*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
- . 1974b. *Treatise on Basic Philosophy*, vol. II: *Interpretation and Truth*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
- . 1976. Possibility and probability, en W. L. Harper y C. A. Hooker (comps.), *Foundations of Probability Theory, Statistical Inference, and Statistical Theories of Science*. Dordrecht y Boston, D. Reidel, vol. III, pp. 17-34.
- . 1977a. *Treatise on Basic Philosophy*, vol. III: *The Furniture of the World*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
- . 1977b. Levels and reduction, *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and comparative Physiology*, núm. 2, pp. 75-82.
- . 1979a. *Treatise on Basic Philosophy*, vol. IV: *A World of Systems*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
- . 1979b. The mind-body problem in an evolutionary perspective, en *Brain and Mind: Ciba Foundation Symposium*, núm. 69, pp. 53-63. Amsterdam, Excerpta Medica.
- . 1980. *The Mind-Body Problem*. Oxford, Pergamon Press. [*El Problema Mente-Cerebro*, Madrid, Tecnos, 1985.]
- . 1981a. *Scientific Materialism*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
- . 1981b. Four concepts of probability, *Applied Mathematical Modelling*, núm. 5, pp. 306-312.
- . 1982. Is chemistry a branch of physics?, *Zeitschrift für Allgemeine*

- Wissenschaftstheorie*, núm. 13, pp. 209-233.
- . 1983a. *Treatise on Basic Philosophy*, vol. V: *Exploring the World*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
 - . 1983b. *Treatise on Basic Philosophy*, vol. VI: *Understanding the World*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
 - . 1984. Philosophical problems in linguistics, *Erkenntnis*, núm. 21, pp. 107- 173.
 - . 1985a. *Treatise on Basic Philosophy*, vol. VII: *Philosophy of Science and Technology*, Part I: *Formal and Physical Sciences*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
 - . 1985b. *Treatise on Basic Philosophy*, vol. VII: *Philosophy of Science and Technology*, Part II: *Life Science, Social Science, and Technology*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
 - . 1986. A philosopher looks at the current debate on language acquisition, en I. Gopnik y M. Gopnik (comps.), *From Models to Modules*. Norwood, NJ, Ablex Pub. Co., pp. 229-239.
 - . 1989. *Treatise on Basic Philosophy*, vol. VIII: *Ethics: The Good and the Right*. Dordrecht y Boston, D. Reidel.
 - . 1990. What kind of discipline is psychology: Autonomous or dependent, humanistic or scientific, biological or sociological?, *New Ideas in Psychology*, núm. 8, pp. 121-137.
 - . 1991. The power and limits of reduction, en E. Agazzi (comp.), pp. 31-49.
 - . 1996. *Finding Philosophy in Social Science*. New Haven, CT, Yale University Press. [*Buscar la filosofía en las áencias sociales*. México y Madrid, Siglo XXI Editores, 1999.]
 - . 1997a [1980]. *Ciencia, técnica y desarrollo*, 2¹ ed. Buenos Aires, Sudamericana.
 - . 1997b. Moderate mathematical fictionism, en E. Agazzi y G. Darwas (comps.), *Philosophy of Mathematics Today*. Dordrecht y Boston, Kluwer Academic, pp. 51-71.
 - . 1997c. Mechanism and explanation, *Philosophy of the Social Sciences*, núm. 27, pp. 410-465.
 - . 1998. *Social Science under Debate*. Toronto, University of Toronto Press. [*Las ciencias sociales en discusión*. Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 1999.]
 - . 1999. *The Sociology-Philosophy Connection*. New Brunswick, NJ, Transaction Publishers. [*La relación entre la sociología y la filosofía*. Barcelona, Edf, 2000.]
 - . 2000a. Systemism: The alternative to individualism and holism, *Journal of Socio-Economics*, mim. 29, pp. 147-157.
 - . 2000b. Ten modes of individualism -none of which works- and their alternatives, *Philosophy of the Social Sciences*, mini. 30, pp. 384-406.
 - . 2000c. Energy: Between physics and metaphysics, *Science and Education*, núm. 9, pp. 457-461.
 - . 2000d. Physicians ignore philosophy at their risk-and ours, *Facta Philo- sophica*, núm. 2, pp. 149-160.
 - . 2001a. *Philosophy in Crisis: The Need for Reconstruction*. Amherst, NY, Prometheus Books. [*Crisis y reconstrucción de la filosofía*. Barcelona, Gedisa, 2002.]

- . 2001b. Systems and emergence, rationality and imprecision, free-wheeling and evidence, science and ideology: Social science and its philosophy according to van den Berg, *Philosophy of the Social Sciences*, núm. 3, pp. 404-423.
- . 2003a. *Philosophical Dictionary*, 2ª ed. Amherst, NY, Prometheus Books. [Véase *Diccionario de filosofía*. México, Siglo XXI Editores, 2001.]
- . 2003b. How does it work?, *Philosophy of the Social Sciences*, en prensa.
- Bunge, M. y Ardila, R. 1987. *Philosophy of Psychology*. Nueva York, Springer-Verlag. [*Filosofía de la psicología*. Barcelona, Ariel, 1988.]
- Bunge, S. A., Klingberg, T., Jacobsen, R. B. y Gabrieli, J. D. E. 2000. A resource model of the neural basis of executive working memory, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 97, núm. 7, pp. 3573-3578.
- Buss, D. M., Haselton, M. G., Shackelford, T. K., Bleske, A. L. y Wakefield, J. C. 1998. Adaptations, exaptations, and spandrels, *American Psychologist*, núm. 53, pp. 533-548.
- Cabanac, M. 1999. Emotion and phylogeny, *Japanese Journal of Physiology*, núm. 49, pp. 1-10.
- Cacioppo, J. T. y Petty, R. E. (comps.). 1983. *Social Psychophysiology: A Sourcebook*. Nueva York, Guilford Press.
- Card, D. 1995. *Myth and Measurement: The New Economics of the Minimum Wage*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Carnap, R. 1938. Logical foundations of the unity of science, en *International Encyclopedia of Unified Sciences*. Chicago, University of Chicago Press, vol. I, núm. 1, pp. 42-62.
- Cavalli-Sforza, L. L., Menozzi, P. y Piazza, A. 1994. *The History and Geography of Human Genes*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Changeux, J.-P. 1997. *Neuronal Man: The Biology of Mind*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Chomsky, N. 1984. *Modular Approaches to the Study of the Mind*. San Diego, San Diego State University Press.
- . 1995. Language and nature, *Mind*, núm. 104, pp. 1-61.
- Churchland, P. S. y Sejnowski, T. J. 1993. *The Computational Brain*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Churchman, C. W., Ackoff, R. y Arnoff, E. L. 1957. *Introduction to Operations Research*. Nueva York, John Wiley & Sons.
- Clemens, T. S. 1990. *Science vs. Religion*. Buffalo, NY, Prometheus Books.
- Clutton-Brock, T. 2002. Breeding together: Kin selection and mutualism in cooperative vertebrates, *Science*, núm. 296, pp. 69-72.
- Cockburn, A. 1998. Evolution of helping behavior in cooperatively breeding birds, *Annual Review of Ecology and Systematic*, núm. 29, pp. 141-177.
- Coleman, J. S. 1964. *Introduction to Mathematical Sociology*. Glencoe, IL, The Free Press.
- . 1990. *Foundations of Social Theory*. Cambridge, MA, Belknap Press of Harvard University Press.
- Collins, R. 1998. *The Sociology of Philosophies: A Global Theory of Intellectual Change*. Cambridge, MA, Belknap Press of Harvard University Press.
- Collins, W. A., Maccoby, E. E., Steinberg, L., Hetherington, E. M. y Bornstein, M. H. 2000. Contemporary research on parenting, *American Psychologist*, núm. 55,

- pp. 218-232.
- Cook, K. S. y Hardin, R. 2001. Norms of cooperativeness and networks of trust, en M. Hechter y D. Opp (comps.), pp. 327-347.
- Corballis, M. C. 2002. *From Hand to Mouth: The Origin of Language*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Cosmides, L. y Tooby, J. 1987. From evolution to behavior: Evolutionary psychology as the missing link, en J. Dupré (comp.), *The Latest on the Best: Essays on Evolution and Optimality*. Cambridge, MA, MIT Press, pp. 277-306.
- . 1992. Cognitive adaptations of social exchange, en J. Barkow et al. (comps.), pp. 163-228.
- Coule, D. H. y Martin, J. 2000. Quantum cosmology and open universes, *Physical Review D* 61, pp. 063501.
- Cramér, H. 1946. *Mathematical Methods of Statistics*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Crews, F. 1998. *Unauthorized Freud: Doubters confront a Legend*. Nueva York, Penguin Books.
- Curtis, J. E., Baer, D. E. y Grab, E. G. 2001. Nations of joiners: Explaining voluntary association membership in democratic societies, *American Sociological Review*, núm. 66, pp. 783-805.
- D'Abro, A. 1939, *The Decline of Mechanism (in Modern Physics)*. Nueva York, D. Van Nostrand.
- Damasio, A. R. 1994. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. Nueva York, Putnam.
- . 2000. *The Feeling of What Happens*. Londres, Heinemann.
- Damasio, A. R., Harrington, A., Kagan, J., McEwen, B. S., Moss, H. y Shaikh, R. (comps.). 2001. *Unity of Knowledge: The Convergence of Natural and Human Science*. Nueva York, New York Academy of Sciences.
- Darden, L. y Maull, N. L. 1977. Interfield theories, *Philosophy of Science*, núm. 44, pp. 43-64.
- Dawkins, R. 1976. *The Selfish Gene*. Nueva York, Oxford University Press.
- Deblock, C. y Brunelle, D. 2000. Globalization and new normative frameworks: The Multilateral Agreement on Investment, en G. Lachapelle y J. Trent (comps.), *Globalization, Governance and Identity: The Emergence of New Partnerships*. Montreal, Presses de l'Université de Montreal, pp. 83-126.
- De Finetti, B. 1937. La prévision: Ses lois logiques, ses sources subjectives, *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, núm. 7, pp. 1-68.
- Dehaene, S., Kerszberg, M. y Changeux, J.-P. 1998. A neuronal model of a global workspace in effortless cognitive tasks, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, núm. 95, pp. 14529-14534.
- Dehaene, S. y Naccache, L. 2001. Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework, *Cognition*, núm. 79, pp. 1-37.
- Dennett, D. C. 1991. *Consciousness Explained*. Boston, Little, Brown.
- . 1995. *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*. Nueva York, Simon & C Schuster.
- D'Holbach, P. H. T. 1773. *Système social*. 3 vols. Reimpr.: Hildesheim-Nueva York,

- Georg Olms, 1969.
- Diamond, J. 1997. *Guns, Germs, and Steel*. Nueva York, W. W. Norton.
- Dijksterhuis, E. J. 1961. *The Mechanization of the World Picture*. Oxford, Clarendon Press.
- Dillinger, M. 1990. On the concept of a language, en P. Weingartner y G. J. W. Dorn (comps.), pp. 5-28.
- Dilthey, W. 1959 [1883] *Einleitung in die Geisteswissenschaften*, en *Gesammelte Schriften*, núm. 4, pp. 318-331, Stuttgart, Teubner.
- Dixon, W. J. y Boswell, T. 1996. Dependency, disarticulation, and denominator effects: Another look at foreign capital penetration, *American Journal of Sociology*, núm. 102, pp. 543-562.
- Donald, M. 1991. *Origins of the Modern Mind*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Dover, G. 2000. *Dear Mr. Darwin: Letters on the Evolution of Life and Human Nature*. Londres, Widenfield & Nicholson.
- Drosdowski, G. 1990. *Deutsch-Sprache in einem geteilten Land*. Manheim, Dudenverlag.
- Dubrovsky, B. 2002. Evolutionary psychiatry. Adaptationist and nonadaptationist conceptualizations, *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, núm. 26, pp. 1-19.
- Du Pasquier, L.-G. 1926. *Le calcul des probabilités: Son évolution mathématique et philosophique*. Paris, Hermann.
- Dupré, J. 1993. *The Disorder of Things*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Eddy, C. 1982. Probabilistic reasoning in clinical medicine: Problems and opportunities, en D. Kahneman, P. Slovic y A. Tversky (comps.), pp. 249-267.
- Eddy, D. M. y Clanton, C. H. 1982. The art of diagnosis, *New England Journal of Medicine*, núm. 306, pp. 1263-1268.
- Engels, F. 1954 [1878]. *Anti-Dühring*. Moscú, Foreign Languages Publishing House. [*El Anti-Dühring*. Buenos Aires, Claridad, 1967.]
- Everett, H. III. 1957. «Relative state» formulation of quantum mechanics, *Reviews of Modern Physics*, núm. 29, pp. 454-462.
- Fehr, E. y Gächter, S. 2000. Cooperation and punishment in public goods experiments, *American Economic Review*, núm. 90, pp. 980-994.
- Fiske, D. W. y Shweder, R. A. (comps.). 1986. *Metatheory in Social Science: Pluralisms and Subjectivities*. Chicago, University of Chicago Press.
- Fleck, L. 1979 [1935]. *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Prólogo de T. S. Kuhn. Chicago y Londres, University of Chicago Press.
- Fodor, J. A. 1975. The mind-body problem, *Scientific American*, vol. 244, núm. 1, pp. 114-123.
- . 1983. *The Modularity of the Mind*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Fogel, R. W. 1994. Economic growth, population theory, and physiology: The bearing of long-term processes on the making of economic policy, *American Economic Review*, núm. 84, pp. 369-395.
- Franklin, J. 2001. *The Science of Conjecture*. Baltimore, MD, Johns Hopkins Press.
- Franklin, U. 1990. *The Real World of Technology*. Montreal y Toronto, CBC Enterprises.

- Fréchet, M. 1955. *Les mathématiques et le concret*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Fredrickson, G. M. 2002. *Racism: A Short History*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Freud, S. 1938 [1900], *The Interpretation of Dreams*, en A. A. Brill (comp.), *The Basic Writings of Sigmund Freud*. Nueva York, Modern Library.
- Gadamer, H.-G. 1976. *Philosophical Hermeneutics*. Berkeley, CA, University of California Press.
- Galbraith, J. K. y Berner, M. (comps.). 2001. *Inequality and Industrial Change: A Global View*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Galison, P. y Stump, D. J. (comps.). 1996. *The Disunity of Science: Boundaries, Contexts and Power*. Stanford, CA, Stanford University Press.
- Gallagher, H. L., Happé, F., Brunswick, N., Fletcher, P. C., Frith, U. y Frith, C. D. 2000. Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of «theory of mind» in verbal and nonverbal tasks, *Neuropsychologia*, núm. 38, pp. 11-21.
- Gazzaniga, M. S. (comp.). 2000. *The New Cognitive Neurosciences*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Geertz, C. 1973. *The Interpretation of Cultures*. Nueva York, Basic Books. [*La interpretación de las culturas*. Barcelona, Gedisa, 1990.]
- Giddens, A. 1984. *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. Cambridge, UK, Polity Press.
- Gilbert, S. F., Opitz, J. M. y Raff, R. A. 1996. Resynthesizing evolutionary and developmental biology, *Developmental Biology*, núm. 173, pp. 357- 372.
- Gilfillan, S. C. 1970. *The Sociology of Invention*, 2ª ed. Cambridge, MA, MIT Press.
- Gini, C. 1952. *Patologia economica*, 5ª ed. Turin, UTET.
- Glansdorff, P. y Prigogine, I. 1971. *Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations*. Londres, Wiley-Interscience.
- Good, I. J. 1950. *Probability and the Weighing of Evidence*. Nueva York, Charles Griffin.
- Gould, S. J. 1977. *Ontogeny and Phylogeny*. Cambridge, MA, The Belknap Press of Harvard University Press.
- . 1992. Ontogeny and phylogeny-revisited and reunited, *BioEssays*, núm. 14, pp. 275-279.
- . 2002. *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Gould, S. J. y Lewontin, R. C. 1979. The spandrels of San Marco and the panglossian paradigm: A critique of the adaptationist programme, *Proceedings of the Royal Society of London*, serie B, núm. 205, pp. 581-598.
- Graham, L. R. 1993. *The Ghost of the Executed Engineer*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Greenfield, S. 2000. *Private Life of the Brain*. Londres, Penguin Press.
- Griffin, D. R. 2001. *Animal Minds: Beyond Cognition and Consciousness*. Chicago, University of Chicago Press.
- Gross, P. R. y Levitt, N. 1994. *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science*. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press.
- Habermas, J. 1967. *Zur Logik der Sozialwissenschaften*. Frankfurt, Suhrkamp.

- Haken, H. 1989. Synergistics: An overview, *Reports on Progress in Physics*, núm. 52, pp. 515-553.
- Halliday, [M.] A. K. 1985. *An Introduction to Functional Grammar*. Londres, Edward Arnold.
- Hamilton, W. D. 1964. The genetical evolution of social behavior, *Journal of Theoretical Biology*, núm. 7, pp. 1-16, 17-52.
- Handy, R. y Kurtz, P. 1964. *A Current Appraisal of the Behavioral Sciences*. Great Barrington, MA, Behavioral Research Council.
- Harding, S. 1986 *The Science Question in Feminism*. Ithaca, NY, Cornell University Press.
- Hardy, G. H. 1967. *A Mathematician's Apology*. Prólogo de C. P. Snow. Cambridge, Cambridge University Press.
- Harrington, A. 1996. *Reenchanting Science: Holism in German Culture from Wilhelm II to Hitler*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Hartmann, N. 1949. *Neue Wege der Ontologie*, 3ª ed. Stuttgart, Kohlhammer Verlag.
- Hauser, M. D., Chomsky, N. y Tecumseh Fitch, W. 2002. The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve?, *Science*, núm. 298, pp. 1569-1579.
- Hebb, D. O. 1980. *Essay on Mind*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Hebb, D. O., Lambert, W. E. y Tucker, G. R. 1971. Language, thought and experience, *Modern Language Journal*, núm. 55, pp. 212-222.
- Hechter, M. y Borland, E. 2001. National self-determination: The emergence of an international norm, en M. Hechter y D. Opp (comps.), pp. 186-233.
- Hechter, M. y Opp, D. (comps.). 2001. *Social Norms*. Nueva York, Russell Sage Foundation.
- Hedström, P. y Swedberg, R. (comps.). 1998. *Social Mechanisms: An Analytical Approach to Social Theory*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Helmuth, L. 2001. From the mouths (and hands) of babes, *Science*, núm. 293, pp. 1758-1759.
- Hempel, C. G. 1965. *Aspects of Scientific Explanation*. Nueva York, The Free Press.
- Hilbert, D. 1901. *Mathematische Probleme*. Reimpr.: *Gesammelte Abhandlungen* 3, pp. 290-329. Berlin, Julius Springer, 1935.
- . 1935 [1918]. *Axiomatisches Denken*. Reimpr.: *Gesammelte Abhandlungen*, núm. 3, pp. 146-156. Berlin, Julius Springer.
- Hill, A. V. 1956. Why biophysics?, *Science*, núm. 124, pp. 1233-1237.
- Hintikka, J. 1999. The emperor's new intuitions, *Journal of Philosophy*, núm. 96, pp. 127-147.
- Hirschman, A. O. 1981. *Essays in Trespassing: Economics to Politics and Beyond*. Cambridge, Cambridge University Press.
- . 1990. The case against «One thing at a time», *World Development*, núm. 18, pp. 1119-1120.
- Hoffman, R. E. y McGlashan, T. H. 1999. Using a speech perception neural network simulation to explore normal neurodevelopment and hallucinated «voices» in schizophrenia, *Progress in Brain Research*, núm. 121, pp. 311-325.
- Hogarth, R. M. y Reder, M. W. 1987. *Rational Choice: The Contrast between Economics and Psychology*. Chicago, University of Chicago Press.

- Holland, J. H. 1998. *Emergence: From Chaos to Order*. Oxford, Oxford University Press.
- Homans, G. C. 1974. *Social Behavior: Its Elementary Forms*, ed. rev. Nueva York, Harcourt Brace Jovanovich.
- Hubei, D. H. y Wiesel, T. N. 1968. Receptive fields, binocular interaction, and functional architecture in the cat's visual cortex, *Journal of Physiology*, núm. 160, pp. 515-524.
- Huelsenbeck, J. R., Ronquist, F., Nielsen, R. y Bollback, J. P. 2001. Bayesian inference of phylogeny and its impact on evolutionary biology, *Science*, núm. 294, pp. 2310-2314.
- Hughes, G. E. y Cresswell, M. J. 1968. *An Introduction to Modal Logic*. Londres, Methuen.
- Humphreys, P. 1985. Why Propensities Cannot Be Probabilities, *Philosophical Review*, núm. 94, pp. 557-570.
- Husserl, E. 1970 [1936]. *The Crisis of European Sciences and Transcendental Phenomenology*. Evanston, IL, Northwestern University Press.
- Huxley, T. H. y Huxley, J. 1947. *Evolution and Ethics: 1893-1943*. Londres, Pilot Press.
- James, P. 2002. *International Relations and Scientific Progress: Structural Realism Reconsidered*. Columbus, Ohio State University Press.
- Jeffrey, H. 1937. *Scientific Inference*, 2ª ed. Cambridge, Cambridge University Press.
- Johansson, S. R. 2000. Macro and micro perspectives on mortality history, *Historical Methods*, núm. 33, pp. 59-72.
- Johnson, J. G., Cohen, P., Smalles, E. M., Jasen, S. y Brook, J. S. 2002. Television viewing and aggressive behavior, during adolescence and adulthood, *Science*, núm. 295, pp. 2468-2471.
- Kahneman, D., Slovic, P. y Tversky, A. (comps.). 1982. *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Kahneman, D. y Tversky, A. 1982. Subjective probability: A judgment of representativeness, en D. Kahneman, P. Slovic y A. Tversky (comps.), pp. 32-47.
- Kanazawa, S. y Still, M. C. 2001. The emergence of marriage norms: An evolutionary psychological perspective, en M. Hechter y D. Opp (comps.), pp. 274-304.
- Kary, M. y Mahner, M. 2002. How would you know if you synthesized a thinking thing?, *Minds and Machines*, núm. 12, pp. 61-86.
- Kauffman, S. A. 1993. *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. Nueva York, Oxford University Press.
- Kempthorne, O. 1978. Logical, epistemological and statistical aspects of nature-nurture data interpretation, *Biometrika*, núm. 34, pp. 1-23.
- Keynes, J. M. 1973 [1936]. *The General Theory of Employment, Interest and Money*, en *Collected Writings*, vol. VII. Londres, Macmillan y Cambridge University Press.
- Kim, J. 1978. Supervenience and nonlogical incommensurability, *American Philosophical Quarterly*, núm. 15, pp. 149-156.
- Kincaid, H. 1997. *Individualism and the Unity of Science: Essays on Reduction*,

- Explanation, and the Special Sciences*. Lanham, MD, Rowman & Littlefield.
- Kitcher, P. 1985. *Vaulting Ambition: Sociobiology and the Quest for Human Nature*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Klir, G. J. (comp.). 1972. *Trends in General Systems Theory*. Nueva York, Wiley-Interscience.
- Koerner, E. F. K. 1973. *Ferdinand de Saussure: Origin and Development of his Linguistic Thought in Western Studies of Language. A Contribution to the History and Theory of Linguistics*. Braunschweig, Vieweg.
- Kolmogorov, A. N. 1956 [1933]. *Foundations of the Theory of Probability*. Nueva York, Chelsea Publ. Co.
- Kolnai, A. 1938. *The War against the West*. Londres, Victor Gollancz.
- Koshland, D. E., Jr. 2002. The seven pillars of life, *Science*, núm. 295, pp. 2215-2216.
- Kosslyn, S. M. y Koenig, O. 1995. *Wet Mind: The New Cognitive Neuroscience*. Nueva York, The Free Press.
- Kraft, J. 1957. *Von Husserl zu Heidegger: Kritik der phdnomenologischen Philosophie*, 2ª ed. Frankfurt y Main, Öffentliches Leben.
- Kreiman, G., Koch, C. y Fried, I. 2000. Imagery neurons in the human brain, *Nature*, núm. 408, pp. 357-361.
- Kronz, F. y Tiehen, J. 2002. Emergence and quantum mechanics, *Philosophy of Science*, núm. 69, pp. 324-347.
- Kuhl, P. K. 2000. Language, mind, and brain: Experience alters perception, en M. S. Gazzaniga (comp.), *The New Cognitive Neurosciences*, 2ª ed. Cambridge, MA, MIT Press, pp. 99-115.
- Kurtz, P. 1986. *The Transcendental Temptation: A Critique of Religion and the Paranormal*. Buffalo, NY, Prometheus Books.
- Kuznets, S. 1955. Economic growth and income inequality, *American Economic Review*, núm. 65, pp. 1-28.
- Kyburg, H. E., Jr. 1961. *Probability and Logic of Rational Belief*. Middletown, CT, Wesleyan University Press.
- Labov, W. 1972. *Sociolinguistic Patterns*. Filadélfia, University of Pennsylvania Press.
- Lacan, J. 1966. *Écrits*. Paris, Éditions du Seuil.
- Lanczos, C. 1949. *The Variational Principles of Mechanics*. Toronto, University of Toronto Press.
- Lange, F. A. 1905 [1866]. *Geschichte des Materialismus*. 2 vols. Leipzig, Philipp Reclam.
- Lashley, K. S. 1949. Persistent problems in the evolution of mind, *Quarterly Review of Biology*, núm. 24, pp. 28-42.
- Laszlo, E. 1972. *Introduction to Systems Philosophy*. Nueva York, Gordon & Breach.
- Latour, B. y Woolgar, S. 1986. *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*, ed. rev. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Lepore, E. y Pylyshyn, Z. (comps.). 1999. *What is Cognitive Science?* Malden, CA, Blackwell.
- Lerner, D. (comp.). 1963. *Parts and Wholes*. Nueva York, Free Press.

- Lévy, M. 1979. Relations entre chimie et physique, *Epistemología*, núm. 2, pp. 337-370.
- Lewes, G. FI. 1874. *Problems of Life and Mind*. Londres, Truebner.
- Lewis, D. 1986. *On the Plurality of Worlds*. Oxford, Basil Blackwell.
- Lewontin, R. 2000. *It ain't necessarily so*. Nueva York, New York Review Books.
- Llinás, R. 2001. *I of the Vortex: From Neuron to Self*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Lloyd, E. A. 1999. Evolutionary psychology: The burdens of proof, *Biology and Philosophy*, núm. 14, pp. 211-233.
- Lloyd Morgan, C. 1923. *Emergent Evolution*. Londres, Williams & Norgate.
- Lomnitz, L. A. 1977. *Networks and Marginality: Life in a Mexican Shantytown*. San Francisco, Academic Press.
- Looijen, R. C. 2000. *Holism and Reductionism in Biology and Ecology*. Dordrecht y Boston, Kluwer Academic.
- Lovejoy, A. O. 1953 [1936]. *The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Lowe, E. J. 2002. *A Survey of Metaphysics*. Oxford, Oxford University Press.
- Luhmann, N. 1987. *Soziale Systeme: Grundrisse einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt, Suhrkamp.
- Machamer, P. K., Darden, L. y Craver, C. F. 2000. Thinking about mechanisms, *Philosophy of Science*, núm. 67, pp. 1-25.
- Machamer, P. K., Grush, R. y McLaughlin, P. (comps.). 2001. *Theory and Method in the Neurosciences*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.
- MacWhinney, B. (comp.). 1999. *The Emergence of Language*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Mahner, M. (comp.). 2001. *Scientific Realism: Selected Essays by Mario Bunge*. Amherst, NY, Prometheus Books.
- Mahner, M. y Bunge, M. 1996a. Is religious education compatible with science education?, *Science & Education*, núm. 5, pp. 101-123.
- . 1996b. The incompatibility of science and religion sustained: A reply to our critics, *Science & Education*, núm. 5, pp. 189-199.
- . 1997. *Foundations of Biophilosophy*. Berlín y Nueva York, Springer- Verlag. [*Fundamentos de Biofilosofía*. Buenos Aires, Sudamericana, 2000.]
- . 2001. Function and functionalism: A synthetic perspective, *Philosophy of Science*, núm. 68, pp. 75-94.
- Mann, M. 1986. *The Sources of Social Power*, vol. I: *A History of Power from the Beginning to A. D. 1760*. Cambridge, Cambridge University Press.
- . 1993. *The Sources of Social Power*, vol. II: *The Rise of Classes and Nation-States*. Cambridge, Cambridge University Press.
- March, J. G. y Simon, H. A. 1958. *Organizations*. Nueva York, John Wiley.
- Marr, D. 1982. *Vision*. San Francisco, W. H. Freeman.
- Martin, M. 2000. *The Uses of Understanding in Social Science: Verstehen*. New Brunswick, NJ, Transaction Publishers.
- Martinich, A. P. (comp.). 1996. *The Philosophy of Language*, 3ª ed. Nueva York, Oxford University Press.
- Marx, K., Engels, F. y Lenin, V. I. 1977. *On Dialectical Materialism*. Moscú, Progress.

- Massey, D. S. 2002. A brief history of human society: The origin and role of emotion in social life, *American Sociological Review*, núm. 67, pp. 1-29.
- Maynard Smith, J., Burian, R., Kauffman, S., Alberch, P., Campbell, J., Goodwin, B., Lande, R., Raup, D. y Wolpert, L. 1985. Developmental constraints and evolution, *Quarterly Review of Biology*, núm. 60, pp. 265-287.
- Mayr, E. 1982. *The Growth of Biological Thought*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Medawar, P. 1984. *The Limits of Science*. Nueva York, Harper Sc Row.
- Melvill Jones, G., Berthoz, A. y Segal, B. 1984. Adaptive modifications of the vestibulo-ocular reflex by mental effort in darkness, *Experimental Brain Research*, núm. 56, pp. 149-153.
- Merton, R. K. 1968 [1957]. *Social Theory and Social Structure*. Nueva York, The Free Press. [*Teoría y estructura sociales*. México, Fondo de Cultura Económica, 1992.]
- . 1973. *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago, University of Chicago Press. [*La Sociología de la Ciencia. Investigaciones teóricas y empíricas*. Madrid, Alianza, 2 vols., 1977.]
- . 1976. *Sociological Ambivalence and Other Essays*. Nueva York, The Free Press.
- . 2001 [1938]. *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*. Nueva York, Howard Fertig.
- Mesulam, M-M. 1990. Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory, *Annals of Neurology*, núm. 28, p. 597-613.
- Miikkulainen, R. y Mayberry, M. R. III. 1999. Disambiguation and grammar as emergent soft constraints, en B. MacWhinney (comp.), pp. 153-176.
- Mill, J. S. 1952 [1843, 1875]. *A System of Logic*. Londres, Longmans, Green.
- Milsum, J. H. (ed.). 1968. *Positive Feedback: A General Systems Approach to Positive/Negative Feedback and Mutual Causality*. Oxford, Pergamon Press.
- Moessinger, P. 1988. *La psychologie morale*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Morris, J. S., Öhman, A. y Dolan, R. J. 1998. Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala, *Nature*, núm. 393, pp. 467- 470.
- Morrison, M. 2000. *Unifying Scientific Theories*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Moser, P. K. (comp.). 1990. *Rationality in Action: Contemporary Approaches*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Mountcastle, V. 1998. *Perceptual Neuroscience: The Cerebral Cortex*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Murphy, E. A. 1997. *The Logic of Medicine*, 2ª ed. Baltimore y Londres, Johns Hopkins University Press.
- Nagel, E. 1961. *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. Nueva York, Harcourt, Brace & World.
- Navarro, V. (comp.). 2002. *The Political Economy of Social Inequalities: Consequences for Health and Quality of Life*. Amityville, NY, Baywood Pub. Co.
- Negroponte, N. 1996. *Being Digital*. Nueva York, Vintage Books. [*Ser digital*. Buenos Aires, Atlántida, 1996.]

- Nesse, R. M. y Williams, G. C. 1994. *Why We Get Sick: The New Science of Darwinian Medicine*. Nueva York, Vintage.
- Neurath, O. 1931. Soziologie im Physikalismus, en R. Haller y H. Rutte (comps.), *Gesammelte philosophische und methodologische Schriften*, vol. II, pp. 533-562. Viena, Hölder-Pichler-Tempsky, 1981.
- . 1944. Foundations of the Social Sciences, en *International Encyclopedia of Unified Science*, vol. II, núm. 1. Chicago, University of Chicago Press.
- Newmeyer, F. J. (comp.). 1988. *Linguistics: The Cambridge Survey*, vol. IV; *Language: The Socio-cultural Context*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Novikoff, A. B. 1945. The concept of integrative levels in biology, *Science*, núm. 101, pp. 209-215.
- Ocampo, J. A. y Taylor, L. 1998. Trade liberalization in developing economies: Modest benefits but problems with productivity growth, macroprices, and income distribution, *Economic Journal*, núm. 108, pp. 1523-1546.
- Ochsner, K. N., Bunge, S. A., Gross, J. J. y Gabrieli, J. D. E. 2002. Rethinking feeling: An fMRI study of the cognitive regulation of emotion, *Journal of Cognitive Neuroscience*, núm. 14, pp. 1215-1229.
- Ochsner, K. N. y Lieberman, M. D. 2001. The emergence of social cognitive neuroscience, *American Psychologist*, núm. 56, pp. 717-734.
- Olby, R. 1974. *The Path to the Double Helix*. Seattle, University of Washington Press.
- Olson, M. 1971. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*, 2ª ed. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Outhwaite, W. 1987. *New Philosophies of Social Science: Realism, Hermeneutics, and Critical Theory*. Londres, Macmillan.
- Pareto, V. 1935 [1916]. *A Treatise on General Sociology*, 4 vols. Nueva York, Harcourt, Brace & Co.
- Peirce, C. S. 1965 [1982-93]. *Scientific Metaphysics*, en C. Hartshorne y P. Weiss (comps.), *Collected Papers*, vol. VI. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Petroski, H. 1992. *To Engineer is Human: The Role of Failure in Successful Design*. Nueva York, Vintage.
- Pfisterer, A. R. y Schmid, B. 2002. Diversity-dependent production can decrease the stability of ecosystem functioning, *Nature*, núm. 416, pp. 84-86.
- Piaget, J. 1965. *Etudes sociologiques*. Ginebra, Librairie Droz.
- Pickel, A. 2001. Between social science and social technology, *Philosophy of the Social Sciences*, núm. 31, pp. 459-487.
- Pinker, S. 1997. *How the Mind Works*. Nueva York, W. W. Norton.
- Polya, G. 1954. *Mathematics and Plausible Reasoning*. 2 vols. Princeton, Princeton University Press.
- Popper, K. R. 1945. *The Open Society and its Enemies*. Londres, George Routledge & Sons. [La sociedad abierta y sus enemigos. Barcelona, Paidós, 1981.]
- . 1957. The propensity interpretation of the calculus of probability, and the quantum theory, en S. Körner (comp.), *Observation and Interpretation*, pp. 65-70 y 88-89.
- . 1959 [1935]. *The Logic of Scientific Discovery*. Londres, Heineman. [La lógica de la investigación científica. Madrid, Tecnos, 1973.]

- . 1970. A realist view of logic, physics, and history, en W. Yourgrau y A. D. Breck (comps.), *Physics, Logic, and History*. Nueva York y Londres, Plenum, pp. 1-30.
- . 1974. Scientific reduction and the essential incompleteness of all science, en E. Ayala y T. Dobzhansky (comps.), *Studies in the Philosophy of Biology*. Berkeley y Los Angeles, University of California Press, pp. 259-284.
- . 1985 [1967], The rationality principle, en D. Miller (comp.), *Popper Selections*. Princeton, Princeton University Press, pp. 357-365.
- Portes, A. 2000. The hidden abode: Sociology as analysis of the unexpected, *American Sociological Review*, pp. 65, pp. 1-18.
- Premack, D. y Woodruff, G. 1978. Does the chimpanzee have a theory of mind?, *Behavioral and Brain Sciences*, núm. 1, pp. 515-526.
- Pylyshyn, Z. 1999. What's in your mind?, en E. Lepore y Z. Pylyshyn (comps.), pp. 1-25.
- Raff, R. A. 2000. Evo-devo: The evolution of a new discipline, *Nature Rev. Genetics*, núm. 1, pp. 74-79.
- Ramsey, F. P. 1931. *The Foundation of Mathematics*. Londres, Kegan Paul.
- Rayner, K., Foorman, B. R., Perfetti, C. A., Pesetsky, D. y Seidenberg, M. S. 2002. How should reading be taught?, *Scientific American*, vol. 286, núm. 3, pp. 84-91.
- Renfrew, C. y Zubrow, E. B. W. (comps.). 1994. *The Ancient Mind: Elements of Cognitive Archaeology*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Ricoeur, P. 1981. *Hermeneutics and the Human Sciences: Essays on Language, Action and Interpretation*. John B. Thompson (comp.). Cambridge, Cambridge University Press.
- Rilling, J. K., Gutman, D. A., Zeh, T. R., Pagnoni, G., Berns, G. S. y Kiets, C. D. 2002. A neural basis for social cooperation, *Neuron*, núm. 35, pp. 395-405.
- Rodríguez, A. y Rodrik, D. 2001. Trade policy and economic growth: A skeptic's guide to the cross-national evidence, en B. Bemanke y K. Rogoff (comps.), *NBER Macroeconomic Annual 2000*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Rorty, R. 1979. *Philosophy and the Mirror of Nature*. Princeton, Princeton University Press.
- Ruppin, E., Reggia, J. A. y Glanzman, D. (comps.). 1999. Understanding brain and cognitive disorders: The computational perspective, *Progress in Brain Research*, vol. CXXI, pp. ix-xv.
- Saarenin, E. (comp.). 1980. *Conceptual Issues in Ecology*. Dordrecht y Boston, D. D. Reidel.
- Sachs, I. 2000. *Understanding Development*. Oxford, Oxford University Press.
- Sampson, R. J., Raudenbush, S. W. y Earls, F. 1997. Neighborhoods and violent crime: A multilevel study of collective efficacy, *Science*, núm. 277, pp. 918-924.
- Savage, L. J. 1954. *The Foundation of Statistics*. Nueva York, Wiley & Sons.
- Schacter, D. 2001. *The Seven Sins of Memory: How the Mind Forgets and Remembers*. Boston, Houghton Mifflin.
- Schaffner, K. 1969. The Watson-Crick model and reductionism, *British Journal for the Philosophy of Science*, núm. 20, pp. 325-348.
- Schelling, T. C. 1978. *Micromotives and Macrobehavior*. Nueva York, W. W. Norton.
- Schönwandt, W. L. 2002. *Planung in der Krise? Theoretische Orientierungen für Architektur, Stadt-und Raumplanung*. Stuttgart, W. Kohlhammer.

- Schütz, A. 1967 [1932], *The Phenomenology of the Social World*. Evanston, IL, Northwestern University Press.
- Searle, J. R. 1980. Minds, brains and programs, *Behavioral and Brain Sciences*, núm. 3, pp. 417-424.
- . 1997. *The Mystery of Consciousness*. Nueva York, New York Review Books.
- Sellars, R. W. 1922. *Evolutionary Naturalism*. Chicago, Open Court.
- Sellars, R. W., McGill, V. J. y Farber, M. (comps.). 1949. *Philosophy for the Future: The Quest for Modern Materialism*. Nueva York, McMillan.
- Shérif, M. y Shérif, C. W. (comps.). 1969, *Interdisciplinary Relationships in the Social Sciences*. Chicago, Aldine.
- Smelser, N. J. y Swedberg, R. (comps.). 1994. *The Handbook of Economic Sociology*. Princeton, NJ, Princeton University Press; Nueva York, NY, Russell Sage Foundation.
- Smoluchowski, M. 1918. Über den Begriff des Zugalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik, *Naturwissenschaften*, núm. 6, pp. 253-263.
- Sober, E. 2000. *Philosophy of Biology*, 2ª ed. Boulder, CO, Westview Press.
- Sober, E. y Wilson, D. S. 1998. *Unto Others*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Soros, G. 1998. *The Crisis of Global Capitalism. (The Open Society Endangered.)*. Nueva York, Public Affairs. [*La crisis del capitalismo global. La sociedad abierta en peligro*. Barcelona, Plaza Scjanés, 1999.]
- Stenger, V. J. 1995. *The Unconscious Quantum: Metaphysics in Modern Physics and Cosmology*. Amherst, NY, Prometheus Books.
- Sternberg, R. J. 1985. *A Triarchic Theory of Human Intelligence*. Nueva York, Cambridge University Press.
- Stiglitz, J. E. 2001. *Quis custodiet custodesi*: Corporate governance failures in the transition, en J. E. Stiglitz y P.-A. Muet (comps.), *Governance, Equity, and Global Markets*. Oxford, Oxford University Press, pp. 22-54.
- Stinchcombe, A. L. 1968. *Constructing Social Theories*. Chicago, University of Chicago Press.
- Stove, D. 1995. *Darwinian Fairytales*. Aldershot, UK, Avebury Ashgate Publications.
- Streeten, P. 2001. *Globalisation: Threat or Opportunity?* Copenhagen, Copenhagen Business School Press.
- Suppes, P. 1970. *A Probabilistic Theory of Causality*. *Acta Philosophica Fennica* XXIV. Amsterdam, North Holland.
- Sutherland, S. 1995. *Irrationality: Why We don't Think Straight*. New Brunswick, NJ, Rutgers University Press.
- Swedberg, R. 1990. *Economics and Sociology: Redefining Boundaries: Conversations with Economists and Sociologists*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Taylor, C. 1971. Interpretation and the sciences of man, *Review of Metaphysics*, núm. 25, pp. 3-51.
- Tegmark, M. 2002. Measuring spacetime: From the Big Bang to black holes, *Science*, núm. 296, pp. 1427-1433.

- Thagard, P. 1978. The best explanation: Criteria for theory choice, *Journal of Philosophy*, núm. 75, pp. 76-92.
- Thompson Klein, J. 1990. *Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice*. Detroit, Wayne State University Press.
- Tilly, C. 1998. *Durable Inequality*. Berkeley, University of California Press.
- . 2001. Mechanisms in political processes, *Annual Reviews of Political Science*, núm. 4, pp. 21-41.
- Tocqueville, A. de. 1998 [1856], *The Old Regime and the French Revolution*, vol. I, trad. A. S. Kahan. Chicago, University of Chicago Press.
- Tootell, R. B. H., Switkes, E., Silverman, M. B. y Hamilton, S. L. 1998. Functional anatomy of macaque striate cortex II. Retinotopic organization, *Journal of Neuroscience*, núm. 8, pp. 1531-68.
- Torrey, E. F. 1992. *Freudian Fraud: The Malignant Effect of Freud's Theory on American Thought and Culture*. Nueva York, HarperCollins.
- Treisman, A. M. y Gelade, G. 1980. A feature-integration theory of attention, *Cognitive Psychology*, núm. 12, pp. 97-136.
- Trigger, B. 2003a. *Artifacts & Ideas: Essays in Archaeology*. New Brunswick, NJ, Transaction Publishers.
- . 2003b. *Understanding Early Civilizations*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Tsebelis, G. 1990. Penalty has no impact in crime: A game-theoretic analysis, *Rationality and Society*, núm. 2, pp. 255-286.
- Turnbull, C. M. 1972. *The Mountain People*. Nueva York, Simon Sc Schuster.
- Tversky, A. y Kahneman, D. 1974. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases, *Science*, núm. 185, pp. 1124-1131.
- . 1982. Availability: A heuristic for judging frequency and probability, en D. Kahneman, P. Slovic y A. Tversky (comps.), pp. 163-178.
- Urbain, G., Job, P., Allard, G. y Champetier, G. 1939. *Traité de chimie générale*. Paris, Hermann.
- Van Alstyne, M. y Brynjolfsson, E. 1996. Could the Internet balkanize science?, *Science*, núm. 274, pp. 1479-1480.
- Van den Berg, A. 2001. The social sciences according to Bunge, *Philosophy of the Social Sciences*, núm. 31, pp. 83-103.
- Vanderburg, W. H. 2000. *The Labyrinth of Technology*. Toronto, University of Toronto Press.
- Van der Dennen, J. M. G., Smillie, D. y Wilson, D. R. (comps.). 1999. *The Darwinian Heritage and Sociobiology*. Westport, CT, Praeger.
- Vaughan, S. C., Marshall, R. D., McKinnon, R. A., Vaughan, R., Mellman, L. y Roose, S. P. 2000. Can we do psychoanalytic outcome research? A feasibility study, *International Journal of Psychoanalysis*, núm. 81, pp. 513-527.
- Venn, J. 1888. *The Logic of Chance*, 3ª ed. Londres, Macmillan & Co.
- Ville, J. 1938. *Etude critique de la notion de collectif*. París, Gauthier-Villars.
- Von Mises, R. 1931. *Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Viena, Springer-Verlag.
- Von Schelting, A. 1934. *Max Webers Wissenschaftslehre*. Tubinga, Mohr.
- Von Wright, G. H. 1971. *Explanation and Understanding*. Ithaca, NY, Cornell University Press.

- Vygotsky, L. S, 1978. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Waal, F. B. M. de. 1996. *Good Natured: The Origins of Right and Good in Humans and Other Animals*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Warren, W. P. (comp.). 1970. *Principles of Emergent Realism: Philosophical Essays by Roy 'Wood Sellars*. St Louis, MO, Warren H. Green.
- Warrington, E. K. y McCarthy, R. A. 1987. Categories of knowledge, *Brain*, núm. 110, pp. 1273-1296.
- Weber, M. 1976 [1922], *Wirtschaft und Gesellschaft*. 5ª ed., 3 vols. Tubinga, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck). [*Economía y sociedad: esbozo de sociología comprensiva*. México, Fondo de Cultura Económica, 1999.]
- Weingartner, P. y Dorn, G. J. W. (comps.), *Studies on Mario Bunge's Treatise*. Amsterdam y Atlanta, Rodopi.
- Weiss, P. A. (comp.). 1971. *Hierarchically Organized Systems in Theory and Practice*. Nueva York, Hafner Pub. Co.
- Weissman, D. 2000. *A Social Ontology*. New Haven, CT, Yale University Press.
- Wertheimer, M. 1912. Experimentóle Studien über das Sehen von Bewegungen, *Zeitschrift für Psychologie*, núm. 61, pp. 161-265.
- West, S. A., Pen, I. y Griffin, A. S. 2002. Cooperation and competition between relatives, *Science*, núm. 296, pp. 72-75.
- Whewell, W. 1847. *The Philosophy of the Inductive Sciences*, ed. rev., 2 vols. Londres, John W. Parker. Reimp r.: Londres, Frank Cass, 1967.
- Whyte, L. L., Wilson, A. G. y Wilson, D. (comps.). 1969. *Hierarchical Levels*. Nueva York, American Elsevier.
- Wiener, N. 1948. *Cybernetics: Control and Communication in the Animal and the Machine*. Nueva York, John Wiley & Sons.
- . 1993. *Invention: The Care and Feeding of Ideas*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Wilkins, A. S. 2002. *The Evolution of Developmental Pathways*. Sunderland, MA, Sinauer Associates.
- Williams, G. C. 1966. *Adaptation and Natural Selection*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, MA, The Belknap Press of Harvard University Press.
- . 1998. *Consilience: The Unity of Knowledge*. Nueva York, Knopf.
- Winch, P. 1958. *The Idea of a Social Science and its Reduction to Philosophy*. Londres, Routledge.
- Winfree, A. T. 1980. *The Geometry of Biological Time*. Nueva York, Springer-Verlag.
- Wolf, A. P. 1995. *Sexual Attraction and Childhood Association*. Stanford, CA, Stanford University Press.
- Wolpert, L. 1992. *The Unnatural Nature of Science*. Londres, Faber & Faber. [*La naturaleza no natural de la ciencia*. Madrid, Acento, 1994.]
- Wulff, H. R. 1981. *Rational Diagnosis and Treatment An Introduction to Clinical Decision-Making*, 2ª ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications.

- Zakhariev, B. N. y Chabanov, B. M. 1997. New situation in quantum mechanics (wonderful potentials from the inverse problem), *Inverse Problems*, núm. 13, pp. R47-R79.
- Zatorre, R. J. y Peretz, I. (comps.). 2001. The biological foundations of music, *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. CMXXX.
- Zeki, S. 1980. The representation of colours in the cerebral cortex, *Nature*, núm. 284, pp. 412-418.
- . 1993. *A Vision of the Brain*. Oxford, Blackwell.

índice de nombres

- Ackoff, Russell, 338 Adamowicz,
Zofia, 348 Adams, Marie, 47 Adorno,
Theodor, 249 Agassi, Joseph, 139
Agnati, L. R., 231 Albert, Hans, 249
Albert, Réka, 345 Alembert, Jean le
Rond d', 177 Anderson, Adam K., 238
Annales, escuela de los, 336 Aquino,
Tomás de, 113, 247 Arquímedes, 302
Ardila, Rubén, 232, 238 Aristóteles,
300 Arkin, Adam, 193 Arnoff, E.
Leonard, 338 Arthur, Wallace, 338
Asfaw, Berhane, 202 Asch, S. E., 244
Ashby, W. Ross, 58, 63 Athearn,
Daniel, 44 Atkatz, David, 341 Bacon,
Francis, 295 Baldi, S., 157
Ball, Philip, 48, 343
Barabási, Albert-Laszlo, 345
Barbas, Helen, 203
Barkow, Jerome H., 201, 228
Bartlett, M. S., 287
Barton, R. A., 236
Bates, Elizabeth, 92
Baudrillard, Jean, 248, 264
Bechtel, William, 337
Becker, Gary S., 162, 209, 248
Belousov, B. P., 343
Bergson, Henri, 93
Berlinski, David, 63
Bernard, Claude, 179, 314
Berner, Maureen, 43, 100, 138, 221
Berry, Margaret, 91
Bhabha, H. K., 196
Bindra, Dal'bir, 74, 240
Black, Donald, 117
Bliss, Michael, 315
Blitz, David, 34, 188
Bloom, Harold, 248
Blumer, Harold, 248
Bohr, Niels, 178
Boltzmann, Ludwig, 293

Bolzano, Bernhard, 34 Bondi, Hermann, 51 Booth, J. W., 248 Bopp, Franz, 87 Boring, Edwin G., 34 Boswell, T., 221 Botvinick, Matthew, 240 Boudon, Raymond, 97, 147, 152, 157, 214, 218, 263 Bourbaki, Nicholas, 119 Bourricaud, François, 139 Braithwaite, Richard, 43 Braudel, Fernand, 214, 216-217 Brenner, Sydney, 352 Bridgman, Percy W., 195 Broad, C. D., 30 Brunelle, Dorval, 221 Brynjolfsson, Erik, 345 Buck, R. C., 63 Bunge, Silvia A., 241 Burke, Edmund, 148 Buss, David M., 201

Cabanac, Michel, 201 Cacioppo, John T., 208, 244 Calvino, Italo, 273 Card, D., 158 Carnap, Rudolf, 177, 195 Cavalli-Sforza, Luigi Luca, 91, 220 Changeux, Jean-Pierre, 240 Chomsky, Noam, 80, 89-90, 92, 316 Churchland, Patricia S., 193, 232 Churchman, C. West, 338 Clanton, Charles H., 290, 325 Claparède, Edouard, 234 Clutton-Brock, Tim, 198 Cockburn, Andrew, 198 Coleman, James S., 34, 97, 102, 150, 155, 207, 209, 248, 264 Collins, Randall, 153, 160 Collins, W. Andrew, 185 Comte, Auguste, 113, 148, 309 Cook, Karen, 207 Corballis, Michael C., 89 Cosmides, Leda, 201-202, 228, 341 Coule, D. H., 342 Cournot, Antoine-Augustin, 293 Cramér, Harald, 279 Craver, Cari F., 44 Cresswell, M. J., 270 Crews, Frederick, 208 Curtis, James E., 199

D'Abro, A., 170 Dahl, Robert, 264 Damasio, Antonio R., 203, 241 Darden, Lindley, 44, 345 Darwin, Charles, 200, 202, 340 Davidson, Donald, 31 Dawkins, Richard, 171, 182 Deblock, Christian, 221 Debreu, Gerard, 140 Deep Blue, 105 de Finetti, Bruno, 284 Dehaene, Stanislas, 240-241 Dennett,

Daniel C., 193, 201, 229 Derrida, Jacques, 87 Descartes, René, 170 Dewey, John, 113 Diamond, Jared, 255 Dillinger, Mike, 88 Dilthey, Wilhelm, 150, 207, 211, 243, 248-249, 252 Dixon, W. J., 221 Djerassi, Cari, 220 Donald, Merlin, 79, 201 Dover, Gabriel, 184 Drosdowski, Gunther, 95 Dubrovsky, Bernard, 184, 205 Du Pasquier, L.-Gustave, 284, 293 Dupré, JohH, 337, 351 Durkheim, Émile, 113, 137, 148, 215, 264, 348

Eddy, Charles, 326 Eddy, David M., 290, 325 Einstein, Albert, 293 Enciclopedistas, 159 Engels, Friedrich, 34, 188 Euler, Leonhard, 231 Everett, Hugh, III, 271 Falk, D., 236 Faraday, Michael, 156 Fehr, Ernst, 198 Fiske, Donald W., 248 Fleck, Ludwik, 317 Fleming, Alexander, 329-330 Florey, Howard, 330 Fodor, Jerry A., 228 Fogel, Robert W., 222-223 Foucault, Michel, 154, 211 Franklin, James, 286 Fréchet, Maurice, 293 Fredrickson, George M., 199 Freud, Sigmund, 208, 248

Gächter, Simon, 198 Gadamer, Hans-Georg, 248 Galbraith, James K., 43, 100, 138, **221** Galeno, 235 Galilei, Galileo, 344 Galison, Peter, 337 Gauss, Carl Friedrich, 302 Gazzaniga, Michael, 241 Geertz, Clifford, 211, 248, 264 Gelade, G., 93 Giddens, Anthony, 102, 161 Gilfillan, S. C., 104, 155 Gini, Corrado, 148 Glansdorff, P., 343 Goethe, Johann Wolfgang, 112 Goffman, Erving, 264 Goodman, Judith C., 92 Goody, Jack, 244

Gorbachov, Mijail, 163
Gould, Stephen J., 71, 201, 203, 338
Graham, Loren R., 106
Gramsci, Antonio, 210
Greenspan, Alan, 210
Gross, Paul R., 94

Habermas, Jürgen, 248 Haeckel, Ernst, 339
Haken, H., 343 Haldane, J. B. S., 271
Halliday, Michael A. K., 91
Hamilton, William D., 197 Handy, Rollo, 214
Hardin, Russell, 207
Harding, Susan, 211 Hardy, G. H., 64
Harrington, Anne, 154 Hartmann, Nicolai, 34
Harvey, P. H., 236 Harvey, William, 314
Hauser, Marc D., 89
Hayek, F. A., 199 Hebb, Donald O., 74, 91, 347
Hechter, Michael, 248 Hegel, Friedrich, 41, 148, 249
Heidegger, Martin, 120, 249 Helmuth, Laura, 90
Hempel, Carl G., 30, 43 Henderson, Lawrence J., 69
Henry, Joseph, 156
Hilbert, David, 278, 280, 344, 353 Hill, A. V., 208
Hintikka, Jaakko, 93
Hirschman, Albert O., 161, 224
Hobbes, Thomas, 113, 133, 148
Hoffman, Ralph E., 233
Hogarth, Robin M., 210, 248
Holbach, Paul-Henry Thiry d', 63
Holland, John H., 33
Homans, George Caspar, 140, 207, 248
Horkheimer, Max, 249
Hoyle, Fred, 51
Huelsenbeck, John P., 285
Hughes, G. E., 270
Hume, David, 157, 199
Humphreys, Paul, 281
Husserl, Edmund, 80, 93, 249
Huxley, Julian, 206
Huxley, Thomas H., 206

Ibn Khaldûn, 113, 148, 217, 264

James, William, 113
Jeffrey, Harold, 284
Jeong, Hawoong, 345
Johansson, S. Ryan, 152
Kahneman, Daniel, 210, 261, 268, 284, 289

Kanazawa, Satoshi, 205
Kant, Immanuel, 110, 212, 311
Kary, Michael, 194
Kempthorne, Oscar, 185
Kerszberg,

Michael, 240
Keynes, John Maynard, 140, 264
Kim, Jaegwon, 31
Kincaid, Harold, 212, 337
Kitcher, Philip, 184
Klir, George J., 63
Koenig, Olivier, 233
Koerner, E. F. Konrad, 87
Kolmogorov, Alexander N., 280
Kolnai, Aurel, 154
Koshland, Daniel, 203
Kosslyn, Stephen M., 233
Kraft, Julius, 93
Kreiman, Gabriel, 236
Kripke, Saul, 270
Kronz, Frederick, 66
Kuhl, Patricia, 90
Kurtz, Paul, 214
Kuznets, Simon, 221

Labov, William, 91
Lacan, Jacques, 248
Lanczos, Cornelius, 270
Lange, Friedrich Albert, 187
Lashley, Karl, 200
Laszlo, Ervin, 63
Latour, Bruno, 156-157, 195, 211, 248

Leibniz, Gottfried Wilhelm, 113, 298
Lenin, Vladimir L., 188
Leontief, Wassily, 140
Lepore, Ernest, 229
Lerner, David, 26
Levitt, Norman, 94
Lewes, George Henry, 34
Lewis, David, 270
Lewontin, Richard, 184, 203
Lieberman, Matthew D., 208, 244, Llinás, Rodolfo, 241
Lloyd, Elisabeth A., 204
Locke, John, 148, 311
Lombroso, Cesare, 197
Lomnitz, Larissa A., 199
Looijen, Rick C., 180
Lorente de No, Rafael, 237
Lovejoy, Arthur O., 25
Lowe, E. J., 45, 272
Lucrecio, 51
Luhmann, Niklas, 117
Luria, Alexander Romanovich, 244
Lutero, Martin, 309

Machamer, Peter, 44, 232
MacWhmney, Brian, 33, 91
Mahner, Martin, 32, 68, 70-71, 194, 266

Malinowski, Bronislaw, 148
Mann, Michael, 217
March, James G., 261
Marr, David, 228, 232
Martin, Jerome, 342
Martin, Michael, 248, 251
Martinich, A. P., 78
Marx, Karl, 99, 113, 134-135, 148, 150, 253, 260
Massey, Douglas S., 204
Maull, Nancy L., 345
Maxwell, James Clerk, 293
Mayberry, Marshall, 230
Maynard Smith, John, 71,

338 Mayr, Ernst, 31 McCarthy, Rosalen
H., 236 McGlashan, Thomas H., 233
Medawar, Peter, 338 Meinong, Alexius,
273 Melvill Jones, G., 240 Melzack,
Ronald, 244 Merton, Robert K., 97, 124,
132, 142, 200, 204, 219, 252, 264, 311

Miikkulainen, Risto, 230 Mill, John
Stuart, 34, 43, 207, 249 Milsum, John,
63 Moessinger, Pierre, 198 Moore,
George E., 31 Morgan, Conwy Lloyd,
34, 200

Morris, J. S., 239 Morrison, Margaret,
337 Moser, Paul K., 210, 248
Mountcastle, Vernon, 73, 228 Murphy,
Edmond A., 290, 319 Müller, Adam,
148

Naccache, Lionel, 240-241 Nagel,
Ernest, 30 Navarro, Vicente, 223
Negroponte, Nicholas, 193 Nesse,
Randolph M., 204 Neurath, Otto, 195
Newton, Isaac, 45, 65, 112, 344
Nietzsche, Friedrich, 249 Novikoff,
Alex B., 34, 188

Ocampo, José Antonio, 138, 220
Ochsner, Kevin N., 208, 244, 246
Odum, Eugene, 181 Olby, Robert, 338
Olson, Mancur, 209, 248 Opp, Dieter,
248 Outhwaite, William, 248

Palchinsky, Peter, 106 Pareto, Vilfredo,
218, 249, 251 Parmenides, 113, 117
Parsons, Talcott, 97, 148 Pascal, Blaise,
122 Peirce, Charles S., 113, 275 Peretz,
Isabelle, 235 Petroski, Henry, 104 Petty,
Richard E., 208, 244 Pfisterer, Andrea
R., 181 Phelps, Elizabeth A., 238
Piaget, Jean, 34, 91 Pickel, Andreas,
162, 222, 261 Pinker, Steven, 89, 92,
229 Platon, 113, 228 Poincare, Henri,
289 Polya, George, 290 Popper, Karl R.,
31, 43, 139, 154, 158, 187, 222, 251,
253, 257, 293, 302, 305

Portes, Alejandro, 100
Premack, David, 255 Prigogine, Ilya,
343 Putnam, Hilary, 212 Pylyshyn,
Zenon, 229

Quesnay, François, 140

Raff, Rudolf A., 338 Ramsey, Frank
Plumpton, 284 Rawls, John, 311
Rayner, Keith, 94 Reder, Melvyn W.,
210, 248 Reichenbach, Hans, 305
Renfrew, Colin, 201 Renyi, A., 280
Rickert, Heinrich, 252 Ricoeur, Paul,
248 Rilling, James K., 198 Rodriguez,
Alejandro, 138 Rodrik, Dani, 138 Rorty,
Richard, 248 Ross, John, 193
Rousseau, Jean-Jacques, 133, 311
Routley, Richard, 273 Ruppin, Eytan,
232 Russell, Bertrand, 122

Saarinén, Esa, 180 Sachs, Ignacy, 221
Saussure, Ferdinand de, 87-88, 91
Savage, Leonard, 284 Schacter, Daniel,
203 Schaffner, Kenneth, 179 Schelling,
Thomas C., 140, 209, 248 Schmid,
Bernhard, 181 Schönwandt, Walter L.,
159 Schütz, Alfred, 248 Searle, John R.,
231, 242 Sejnowski, Terrence J.,
193, 232 Sellars, Roy Wood, 34, 188
Sherif, Muzafer, 214, 244 Shweder,
Richard A., 248 Simberloff, Daniel, 181
Simon, Herbert A., 261 Smith, Adam,
148, 249 Smoluchowski, Marian, 293

Sober, Elliott, 197,199 Soros, George, 158, 222 Stenger, Victor J., 52 Sternberg, Robert J., 185 Stevenson, Robert Louis, 133 Stiglitz, Joseph E., 221 Still, Mary C., 205-206 Stinchcombe, Arthur L., 97 Stove, David, 182,184 Streeten, Paul, 43 Suppes, Patrick, 283 Sutherland, Stuart, 93 Swedberg, Richard, 216

Taylor, Charles, 248 Taylor, Lance, 138, 221 Tegmark, Max, 52 Tench, Watkin, 255 Tesla, Nikola, 156 Tiehen, Justin, 66 Tilly, Charles, 103, 162,261 Tocqueville, Alexis de, 133, 154-155, 159,217,264 Tooby, John, 201-202, 228, 341 Torrey, E. Fuller, 208 Treisman, Ann M., 93 Trigger, Bruce G-, 19, 147, 201, 212 Tsebelis, George, 263 Tucidides, 26 Turing, Alan, 343 Turnbull, Colin M., 199 Tversky, Amos, 268, 284, 289

Van Alstyne, Marshall, 345 Van den Berg, Axel, 223 Vanderburg, Willem H., 100 Van der Dennen, Johan M. G., 197 Vaughan, Susan C., 208 Venn, John, 277 Viena, Círculo de, 195,305 Ville, Jean, 278 Virchow, Rudolf, 314 Von Bertalanffy,

Ludwig, 63 Von Mises, Richard, 277-278 Von Schelting, Alexander, 150, 252 Von Wright, Georg Henrik, 247 Vygotsky, Lev S., 209

Waal, Frans de, 198 Warren, W. Preston, 188 Warrington, Elizabeth K., 236 Weber, Max, 113, 150, 217, 249, 252-253, 264

Weiss, Paul A., 63 Weissman, David, 34, 147 Wertheimer, Max, 34 West, Stuart A., 198 Wheeler, John A., 193 Whewell, William, 337 Whitehead, Alfred North, 113 Wiener, Norbert, 34, 58,155, 338 Wilkins, Adam S., 71, 338 Williams, George C., 202, 204 Wilson, David Sloan, 197,199 Wilson, Edward O., 171, 180,197, 351 Winch, Peter, 247 Winfree, Arthur, 35 Wittgenstein, Ludwig, 122, 247, 299 Wolf, Arthur R, 208 Wolpert, Lewis, 156 Woodruff, Guy, 255 Woolgar, Steve, 156, 195,248 Wulff, Henrik R., 290

Yunus, Muhammed, 105

Zatorre, Robert J., 235 Zbierski, Pawel, 348 Zeki, Semir, 243, 245 Zhabotinsky, A. M., 343 Zubrow, Ezra, 201

índice temático

- Acción, 96, 160; teoría de la, 130-132
 Actitud, 207-208 Adaptación, 202
 Adaptacionismo, 199, 203 ADN, 179,
 182, 197-198, 282 Afasia, 80 Agregado,
 27-28 AI, *véase* Inteligencia Artificial
 AL, *véase* Artificial, proyecto de Vida
 Aleatoriedad, 278-279, 280-282
 Algoritmo, 202, 204, 230, 243 Altruismo,
 197-309 Ambientalismo, 60, 169-170
 Amplitud conceptual, 344-345 Análisis
 conceptual, 120-122, 168, 246. *Véase*
también Reducción Anarquismo, 133,
 137 Antibióticos, 328-329
 Antirreduccionismo, 170 Aprendizaje,
 126-127, 174-175, 309- 310
 Aproximación, teoría de la, 302, 308
 Arquitectura de un sistema, *véase*
 Estructura
 Artefacto, 89, 105-106, 194, 234;
 estadístico, 151
 Artificial, Inteligencia, 105, 193, 242-
 244
 Artificial, Vida, 68, 193 Asociación, 27-
 28 Asociacionista, psicología, 28
 Atomismo, lógico, 122 Atravesar
 fronteras disciplinarias, 161-162
 Autoensamblado, 30 Axiología, 130-
 131. *Véase también* Valores, teoría de
 Azar, 273-290, 325-326. *Véase también*
 Probabilidad, Propensión, Aleatoriedad

 Bayes, teorema de, 285, 324-325
 Bayesianismo, 268, 284-290,
 324, 326. *Véase también*
 Probabilidad subjetiva B-E-P-
 C, cuadrado, 215-217 *Big*
Bang, 51 Bioespecie, 70-71
 Biofunción, 72

Biología, 67, 179-182; molecular, 338-340; estructural, 340 Biologismo, 197-206 Bioquímica, 180 Biosistema, 69-72 Biyección, 299
Bottom-up, estrategia, 26, 126, 175, 252
Boudon-Coleman, diagrama, 104, 152-153, 155, 262

Cadena del ser, 67. *Véase también*
Nivel, jerarquía Caja negra, 42, 57
Causalidad, 216, 241, 243, 283, 290
Cerebro, imágenes, 239 CESM, modelo de un sistema, 55-58 CI, 184-185
Cibernética, 58, 338 Ciencia cognitiva, 241-244 Ciencias, 217-221; biomédicas, 313-332; sociales, 147-164, 213-225
Clase natural, 70-71, 114-115. *Véase también* Especie biológica Clase, 70-71
Clasificación, 82
Cobertura legal, modelo de, 31-32, 126. *Véase también* Inclusión Código moral, 311
Cognición, 123-124, 229-230
Coherencia explicativa, 343-344. *Véase también* Consistencia externa
Cohesión, 137-138 Colección, 56-58
Combinación, 27 Competencia, 155-156, 198-199 Comportamiento, 253-259
Composición: de un sistema, 27r28, 56-57; relación de, 118-119
Computacionismo, 193-195, 203-205, 229-235
Comunicación, sistema de, 94
Comunidad científica, 156-157, 342-343
Concepto, 80-81
Conciencia, 238-242 Conciliación, 350-351 Condorcet, teorema del jurado de, 284
Conducta, ciencias de la, 208
Conductismo, 58, 202, 208, 229
Conectividad, 269-270 Conexionismo, 232-235 Confusión, 267-270, 304-305
Conjuntos, teoría de, 117-118 Consenso de Washington, 264 Conservación, principios, 50-52 Consistencia externa, 51-52, 343-344, 350-351. *Véase*

también Coherencia explicativa
Constructivismo: epistemológico, 153-154; psicológico, 91-93; social, 135-136, 149-150, 252-253, 317 Contexto, 81-82 Contorno, 57, 123 Contradicción, 304-305 Contrailustración, 160, 249
Contranorma, 132, 157 Contrastabilidad, empírica, 81-82 Convención semiótica, 79-80, 85-86;

social *véase* Norma Convergencia de disciplinas, 13-14, 17-20, 167-168, 335-353 Convergencia funcional, 227-228, 246; furtiva, 247-466
Cooperación, 38-39, 155-156, 198-199
Copenhague, interpretación, 169
Corporales, sistemas, 314
Correspondencia, teoría de la verdad como, 298-302 Cosmología, 50-52, 341-342 Costo-beneficio, algoritmo, 204
Creacionismo, 280-282 Credibilidad, 283-290 Crisis normativa, 52-53 Crítica, teoría, 247-248 Cuántica, física, 192-193. *Véase también* Mecánica cuántica
Culturalismo, 211-212. *Véase también* Hermenéutica

Darwinismo», 14. *Véase también*
Evolutiva, biología Dato, 269
Decisión, regla de, 326-328 Decisión, teoría de la, 289, 326-329
Deducibilidad, 272 Definibilidad, 272
Definición, 184-187; operacional, *véase*
Hipótesis indicadora Delito, 238, 261-263 Denotación, 80-81, 82-83
Desarrollo: biológico, 35-36; nacional, 99-100, 220-222
Descartes, error de, 203 Designación, 80-81, 82-83 Determinismo, 107-108
Diagnóstico médico, 317-324
Dialéctica, 41 Dinamismo, 107-108
Dinero, 84 Disciplina, 345-347
Distancia, alética, 306 Divergencia de disciplinas, 335-337, 342-344
Drake, fórmula de, 282 Dualismo psiconeural, 229-230, 241, 242

Ecología, 180-181 Economismo, 209-

211. *Véase también* Imperialismo económico Egoísmo, 47-48
Elección racional, teoría de la, 141- 142, 203-204, 209-211, 236-259 Elección, 141-142, 205-206 Electrodinámica, 30
Emergencia, 13, 17-20, 29-32, 34-35, 41-52. *Véase también* Novedad (cualitativa)
Emergente, 34-35 Emergentismo, 59-60. *Véase también* Sistemismo Emoción, 75, 200-201, 203-204, 241- 242, 245
Empirismo, 277
Encadenamiento, 26-28, 77-78.
Véase también Asociación
Endoestructura, 57, 88 Energía, 28-29, 36, 38-39, 64-65 Enfermedad, 204-205, 315-317 Entorno de un sistema, 56, 168-169 Entrelazamiento, 66 Enunciado, 77-78, 298-299. *Véase también* Proposición
Enzima, 67-68 Epidemiología, 324-326
Epistemología, 17-18, 176-177, 189-190; probabilística, 286-290
Equivalencia, funcional, 48-49 Error, 302-307, 332-333 Espacio de trabajo, 240-241 Especie biológica, 70-72
Estadística descriptiva, 150-151, 324-325
Estadística, física, 174-175, 274-275, 279-280, 293
Estado: función de, 58-59, 315-317; mental, 73-74; espacio de, 58-60, 315-317; de una cosa, 58-59, 195-196
Estructura de un sistema, 37-38, 56, 101-102
Estructuralismo, 60 Ética, 131-132, 206-207, 309-311 *Evo-devo*. *Véase* Evolutiva del desarrollo, biología Evolución, 32-33, 35-36, 202, 338- 340; en mosaico, 236-237; social, 203-204, 220-221; unidad de, 71- 72
Evolucionismo filosófico, 107-108
Evolutiva del desarrollo, biología, 18-19, 338-340
Evolutiva, biología, 14-15, 170-171, 197-198, 337-338 Evolutiva, Psicología, *véase* Psicología, evolutiva *Ex nihilo*, 34-35, 50-52, 341-342 Exactitud, 70-71
Exaptación, 203-204 Existencia, 269-271
Experimento, 322-324 Explicación, 40-43, 343-344; mecanísmica, 126-127; reductora, 186-187
Extensión de un predicado, 118-120
Extensionalismo, 118-120 Externalismo, 153-154, 218-219 Extinción, 13, 33, 35, 52-54
Factibilidad, 274-276 Facultad, psicológica, 228-229 *Véase también* Módulo
Fagocitación de disciplinas, 339-340
Falacia individualista, 115-116
Falsificacionismo, 305 Felicidad, 132
Feminismo académico, 210-211
Fenotipo, 339, 352 Fiabilidad, 305-306
Ficcionalismo, 269-270 Filosofía, 219-220, 344-345 Finalidad, 71-72
Fisicismo, 187-188, 191-193. *Véase también* Materialismo vulgar Fondo Monetario Internacional, 138 Fónico, método, 93-94 Fractal, 28-29
Fragmentación de las ciencias sociales, 213-215 Frecuencia relativa, 275-280, 324- 326
Frenología, 340
Función específica, 71-72, 118-120
Funcional, sistema, 237-238
Funcionalismo, 50-51, 193-194, 231 - 232
Geisteswissenschaften, 99, 212, 243
Gen, 37, 43-44, 67-68, 90-91 Genética, 37, 43-44, 144-145, 179- 181
Geneticismo, 171-172, 197-199 Genoma Humano, 171 *Gestalt*, psicología de la, 237-238 Globalización, 41-43, 137-138, 265 Gradualismo, 36
Gramática, 78-80, 90-92
Guerra Fría, 163

- Habitación china, 231 Habla, 88-89, 91-94, 236-237 Hamilton, principio variacional de, 65-66
- Hecho, 102-103, 160-161, 214-215, 222-223, 248-249, 268-275, 298-301
- Hermenéutica, 195-196, 211-212, 247-259
- Hibridación de disciplinas, 339-340, 349-350
- Híbrido filosófico, 139-140 Hipótesis indicadora, 194-195, 316-324
- Hipótesis puente, 185-186. *Véase también* Pegamento, fórmula de
- Hipótesis, 197-204, 259-260, 290-293
- Historia, 35-36, 59-60; humana, 132-133; de las ideas, 153-154 Holismo, 59-60, 61-62, 63-64, 102-103, 132-139; axiológico, 136-138; epistemológico, 122, 135-136; lógico, 132-133; metodológico, 125-126, 136-137; ontológico, 117; semántico, 119-121
- Holoindividualismo, 139-140
- I&D, 332
- Iatrofilosofía, 314-315 Idealismo filosófico, 41-43, 242-243 Identidad, teoría, 242-243 Ideología, 310-312
- Igualitarismo, 310-312 Ilustración, 62-63, 248-249 Imperialismo: económico, 209-211; *véase también* Economismo; lingüístico, 195-196 Imposibilidad, 273-274 Incertidumbre, 288-290, 322-323 Inclusión, 41-42. *Véase también* Cobertura legal, modelo Inconsciente, 239-240
- Individualismo, 59-60, 61-62, 101-103, 111-134; axiológico, 129-131; epistemológico, 122-127; histórico, 132-133; institucional, 138-140; lógico, 117-120; metodológico, 124-126; ontológico, 114-117; político, 132-133; semántico, 120-121 Individualista, Dilema del, 144 Individuholismo, 139-140 Individuo, 111-112, 113-115
- Información genética, 69-70
- Informacionismo, 229-232. *Véase también* Computacionismo Informática, 234-235 Ingeniería, 105-106; social, 221-222, 259-260. *Véase también* Política social
- Innatismo, 89, 92, 202 Insulina, descubrimiento de la, 315 Integración de disciplinas, 213-225, 335-336, 345-352. *Véase también* Convergencia; Transdisciplinariedad; Interdisciplinariedad; Multidisciplinariedad Interacción, 125-126, 139-140 Interciencia, 349
- Interdisciplina, 345-352
- Interdisciplinariedad, 222-224; grado de, 347-349. *Véase también* Transdisciplinariedad; Multidisciplinariedad Internalismo, 153-154 Internivel, relación, 174-176
- Interno-externalismo, 90 Interpretación: de una acción, *véase* *Verstehen*; psicológica, 248-249, 253-254. *Véase también* Mente, teoría de la; semántica, 82-84 Intertecnología, 349 Intuición, 134-135, 283, 285 Intuicionismo, 92-93, 135-136 Invención, 103-104, 155-156, 252-253; social, 105-106, 182-183 Irrefutabilidad, 350-351
- Legal, enunciado, 122-123 Legalidad, principio de, 272-273 Lenguaje, 54-55, 79-92, 298-299 Ley natural o social, 114-115, 272-275, 321-322 Libertad, 41-44 Libertarismo, 132-133 Likert, escala de, 276 Lingüística, 78-79, 88-89 Localizacionismo, 234-237 Lógica: clásica, 302-303; modal, 267-271, 274-275; cuántica, 136-137, 301
- Macro-micro, 25-26, 174-175
- Macrorreducción, 169-170
- Macrorreduccionismo, *véase* Holismo
- Máquina, 33-34, 69-70, 105-106, 227-228, 243-244
- Maqumismo, 68-69. *Véase también* Artificial, proyecto de Vida; Computacionismo
- Marxismo, 209, 298-

299. *Véase también* Materialismo dialéctico Matemática, 63-64, 86-87, 142-144, 195-196, 230-231, 269-270, 297- 299

Materialismo, 53-54, 187-188, 242-243; dialéctico, 187-188; emergentista, 108, 188-189; vulgar, *véase* Fisicismo

Matrimonio, norma de, 161-162, 205-206 Matriz, 120-121

Maximización, 255-256, 260-261, 326-327

Mecánica: analítica, 65-66; clásica, 302-303; cuántica, 123-124, 136- 137, 177-178; estadística, 174-175; vectorial, 64-66, 120-121, 177-178

Mecanicista, 68-69

Mecanística, *véase* Explicación

Mecanismo, 38-44, 56, 68-69, 102- 103, 126-127, 170-171, 259-263, 320-324

Medicina, 204-205, 289-290, 313-333

Medición, 270-271, 281-282

Mente, 71-75; teoría de la, 254-256

Mercado, 140-141, 155-156, 252- 253

Mereología, 27, 114

Metafísica, 45-46, 275-276. *Véase también* Ontología

Método científico, 167-169, 254-255, 313- 315

Micro-macro, 171-172

Micro-micro, 174-175

Microrreducción, 169-172

Módulo, 25-27

Modus ponens, 318

Monty Hall, Problema del, 287

Muestreo, 287

Multiciencia, 349

Multidisciplina, 345-351

Multidisciplinariedad, 217-222.

Véase también

Transdisciplinariedad;

Interdisciplinariedad

Mundo posible, 270-271

Narrativa, 150-151

Naturaleza/cultura, dualismo, 109- 110

Naturalismo, 144-145, 147. *Véase también* Materialismo

Nazismo, 154

Necesidad: lógica, 270-272; física, 273-275

Negación, 304-305

Neurociencia

cognitiva, 72-73, 241- 244; social, 207-208, 335

Nivel: jerarquía, 32-33, 171-172; léxico, 78-79; de organización, 25-26, 32-33, 106-107, 171-174, 314- 315

Nominalismo, 114

Norma, 199-200, 205-206, 217-218, 351-352

Novedad, 27-28, 33-34

ONG, 199

Ontología, 25-26, 37, 45, 63-64, 107-109, 142-143, 177, 189-190

Ordenador, 234-235

Organización, *véase* Estructura

Paradoja, 287-288

Parentesco, selección por, 181-183

Parte/todo, relación, 26-28, 70-71, 111-112, 133-134

Pegamento, formula de, 347-348.

Véase también Hipótesis puente

Penicilina, descubrimiento de la, 209-210

Pensamiento, 300-301

Percepción social, 204-205

Planificación, 100-101, 159-160

Plasticidad, 72-74, 99-100

Platonismo, 307

Plausibilidad, 290-294

Pleistoceno, 202

Pluralidad de mundos, 270-271

Pluralismo, 108

Política social, 158

Política, 136-137, 154-155

Politicismo, 210-211

Posibilidad, 267-295; lógica, 269- 272; real, 272-275

Posible, mundo, 269-271

Posmodernismo, 219

Prácticos, asuntos, 143-144, 149-150, 157-158

Praxiología, *véase* Acción, teoría de la

Predicado, 80-81, 118-119

Probabilidad*, 275-276, 280-281, 324-326

Probabilidad, 277-285, 304-306; objetiva, 277-283; subjetiva, 283-290. *Véase también* Bayesianismo

Problema, 122-124, 255-259; inverso, 50-51, 255-259, 317-322, 323; moral, 131-132

Proceso, 33-36, 315-316

Programa, 202. *Véase también* Algoritmo

Propensión, 280-283. *Véase también*
Tendencia; Posibilidad real Propiedad,
31-32, 34-35, 80-81 Proposición, 77-78,
80-81, 292-293, 298-299, 325-326
Proteoma, 171-172 Prueba, 204-205
Pseudociencia, 350-351 Psicoanálisis,
207-208 Psicología, 72-73, 207-208,
228-229, 287-289; evolutiva, 183-184,
199- 207, 339-341; de la Gestalt, 237-
238; social, 243-244 Psicologismo, 206-
209 Psicón, 74 Psiquiatría, 204-205
«Puede ser», 267-295

Química, 39-40, 179-180, 343, 352

Racionalidad, 248-249 Racionalismo,
112-113 Racismo, 199 Realidad, 274-
275 Realismo, 109-110, 147-148, 266,
298-299

Red, 232-235; neural, 232-235;
social, *véase* Sistemismo social
Reducción, 128, 141-142, 167-190
Reducción, enunciados de, 195-196
Reduccionismo, 169-170, 187-188
Referencia, 79-82, 85-86, 119-120, 300-
301, 345-347 Refutabilidad, 51 Regla,
331-332 Relación, 111-112, 132-133
Relativismo cultural, 135-136
Representación, 300-301
Reproductivismo, 200-201
Retroatimentación, 140 Revolución
Francesa, 159 Romanticismo filosófico,
248-250. *Véase también*
Contrailustración

Saltacionismo, 36 Salud pública, 222-
223

Seca/húmeda psicología, 233-234
Sectorial, enfoque, 62-63 Semántica,
79-80 Semigrupo, 27-28 Sentido, 85-86
Significación, 82-83 Significado
semántico, 79-80, 82-84, 304-305
Signo, 82-84
Silogismo proporcional, 286-287
Símbolo, 83-84, 195-196, 208-209, 229-
231
Simulación de ordenador, 193-195, 233-

234

Sincategoremático, 78 Síndrome de
desconexión, 235 Sinergia, 227
Sinérgica, 343 Sinonimia, 83
Síntesis, 246. *Véase también*
Convergencia Síntoma, 318-327
Sistema, 47-50; de acciones, 97-98;
artificial, 54-55; conceptual, 53- 55;
funcional, 237-238; material, 64-65;
matemático, 63-64; natural, 53-55;
nervioso, 72-73; semiótico, 53-55, 77-
94; social, 54-55, 147-164; técnico, 53-
55; tipos de, 53-55 Sistemática, 70-71
Sistémico, enfoque, 61-75, 98-101, 149-
151
Sistemismo, 59-60, 63-64. *Véase*
también Sistémico, enfoque Situación,
lógica de la, 139 Social, neurociencia
cognitiva, 207- 208, 335-336
Sociedad, 97-110, 140-141, 149
Sociobiología, 181-184, 197-200
Socioeconomía, 217-218
Sociolingüística, 93-94 Sociologismo,
209 Soviético, imperio, 52, 163, 221-
223 Subjetivo, 253-256 Suceso, 46-47
Superveniencia, 31. *Véase también*
Emergencia

Tecnología, 97-99, 329-333; filosófica,
129-145; social, 99- 101, 225
Tendencia, 280-281. *Véase también*
Propensión Teorema, 291-292 Teoría,
63-64, 118-119, 321-322;
reducción de, 186-188 Terapia, 322-
324, 330-331 Termodinámica, 127, 343-
344 Thomas, teorema de, 204-205
Tímpanos, de los arcos de la Catedral de
San Marcos, 203 Tipología, 40-41 Todo,
28-29, 113-114. *Véase también* Sistema
Todo, teoría del, 191-193 *Top-down*,
estrategia, 26, 126, 175, 252-253
Totalidad, 64-66
Transdisciplinariedad, 214-215, 217.
Véase también Interdisciplinariedad;
Multidisciplinariedad Translúcida, caja,
57-58

Unidad de las ciencias, 337-338. *Véase también* Convergencia
Unidisciplinariedad, 215-216, 221- 222.
Unificación prematura, 340-342
Universal, 114-115 Universo en bloque, 62
Universo, 61-62, 342-343 Utilidad, 326-328
Utilitarismo, 131-132

Valor, 130-131, 199-200 Variacional, principio, 65-66
Verdad, 297-312; fáctica, 298-312; formal, 297-299; parcial, 302- 306; relativa, 306-307;

prueba de, 186-187; valor de, 80-81, 122, 302-303

Vérité de fait, 298. *Véase también*

Verdad fáctica

Vérité de raison, 298. *Véase también*

Verdad formal

Verosimilitud, 290-291. *Véase también*

Plausibilidad *Verstehen*, 247, 252, 254-256, 263
Vida, 68-71 Vínculo, 37-38, 56

Violencia, 222-224 Virtual, 269-270

Vitalismo, 68-69

Yuxtaposición, *véase* Asociación