Universidad Continental

Universidad de Alcalá
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN ESTUDIOS LATINOAMERICANOS -IELAT-

Seminario de Estudios Prospectivos UNAM México

UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

Universidad del Valle

Prospectiva y planificación en la era de la inteligencia artificial en América Latina y el Caribe

¿Cómo salir del entrampamiento?

Edgar Ortegón Quiñones

Edgar Ortegón Quiñones

Economista por la Universidad Nacional de Colombia y Master of Arts in Economics por la Rice University de Houston (EE. UU.). Ha sido funcionario del Departamento de Planeación de Colombia y director de la División de Proyectos y Programación de Inversiones del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (Ilpes), organismo miembro de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal).

Consultor internacional y referente en planificación, inversión pública y política pública. Ha sido profesor de la Universidad Alcalá (España), Universidad de Chile (Chile), Universidad del Valle (Colombia) y Universidad Continental (Perú).

Ha publicado *Guía sobre diseño y gestión de la política pública* (2008), *Fundamentos de planificación y política pública* (2012), *Políticas públicas: Métodos conceptuales y métodos de evaluación* (2015), *Una aproximación a la teoría de la complejidad. Planificación, política y valor público* (2018) y, en coautoría, numerosos textos, metodologías y manuales sobre identificación, preparación y evaluación de proyectos y Sistemas Nacionales de Inversión Pública.

Prospectiva y planificación en la era de la inteligencia artificial en América Latina y el Caribe

¿Cómo salir del entrampamiento?

Prospectiva y planificación en la era de la inteligencia artificial en América Latina y el Caribe

¿Cómo salir del entrampamiento?

Edgar Ortegón Quiñones

ORTEGÓN QUIÑONES, Edgar

Prospectiva y planificación en la era de la inteligencia artificial en América Latina y el Caribe. ¿Cómo salir del entrampamiento? / Edgar Ortegón Quiñones. Huancayo: Universidad Continental. Fondo Editorial, 2022.

ISBN 978-612-4443-51-0

e-ISBN 978-612-4443-52-7

1. Políticas públicas 2. Toma de decisiones 3. Inteligencia artificial 4. América Latina

320.6 (SCDD)

Datos de catalogación Universidad Continental

Es una publicación de Universidad Continental

Prospectiva y planificación en la era de la inteligencia artificial en América Latina y el Caribe. ¿Cómo salir del entrampamiento?

Edgar Ortegón Quiñones

Primera edición digital
Huancayo, octubre de 2022
Texto completo disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe

© Autor

© Universidad Continental, Fondo Editorial
Av. San Carlos 1980, Huancayo, Perú
Teléfono: (51 64) 481-430 anexo 7863
Correo electrónico: fondoeditorial@continental.edu.pe
www.universidad.continental.edu.pe

Corrección de estilo: Eleana Llosa
Diseño de cubierta: Paolo Niutta y Yesenia Mandujano Gonzales
Diagramación: Yesenia Mandujano Gonzales
Cuidado de edición: Jullisa Falla Aguirre

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú n.° 2022-10028
e-ISBN 978-612-4443-52-7
DOI: http://dx.doi.org/10.18259/978-612-4443-52-7

El contenido de esta obra es responsabilidad exclusiva de su autor. No refleja necesariamente la opinión de la Universidad Continental. La obra ha sido sometida al proceso de arbitraje o revisión de pares antes de su divulgación.

Prospectiva y planificación en la era de la inteligencia artificial en América Latina y el Caribe. ¿Cómo salir del entrampamiento? se publica bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Perú. Compartir bajo la misma licencia. Se autoriza su reproducción, siempre que se cite la fuente y sin ánimo de lucro.

Índice

Presentación 15
Prólogo 17
Siglas y abreviaturas usadas 23
Agradecimientos 27
Introducción 29

Capítulo 1: Antecedentes y fundamentos básicos de la teoría de la complejidad
1.1 El mito y el método en las ciencias para explicar la realidad 31
1.2. Característica distintiva de la ciencia: el método hipotético-deductivo 42
1.2.2. Inducción versus deducción 44
1.3. Segmentación bajo el prisma de la ciencia clásica y síntesis bajo la complejidad: dos vertientes fundamentales 47
1.4. Fragmentación entre el paradigma del Gobierno Abierto y la complejidad 54
1.5 Principios sobre el paradigma del orden 67

Capítulo 2: Introducción a los principios de la teoría de la complejidad: las diferencias entre lo complicado y lo complejo
2.1.La no linealidad de los sistemas complejos 80
2.2. Propiedades de los actores en los sistemas complejos 94
2.3. Características de un sistema complejo 96
2.4. ¿Qué es, entonces, un sistema complejo? Características y definiciones 99

Capítulo 3: Lo complicado y lo complejo en la toma de decisiones: ¿Dónde queda la prospectiva y la planificación? **127**
3.1. Aclaraciones conceptuales 127
3.2 La toma de decisiones en situaciones complejas 131
3.2.1 Soluciones versus objetivos y valores 135
3.2.2 Consenso versus certeza en la toma de decisiones: el diagrama de Stacey 139

3.2.3 Factores que contribuyen a la dificultad de tomar decisiones complejas con visión de futuro, según Steven Johnson 143
3.2.4 Cisnes negros, rinocerontes grises y reyes dragón: Actitud frente al riesgo 148
3.3 Los tres tipos de problemas de la ciencia, según Warren Weaver 151

Capítulo 4: Complejidad y prospectiva: epistemología, tecnologías disruptivas y convergencia tecnológica

4.1 Antes de la epistemología de la prospectiva: símbolos y conceptos previos 153
4.1.1 Epistemología de la prospectiva y sus vertientes básicas. ¿Cómo sabemos lo que sabemos? 155
4.1.2 ¿Qué reflexiones destacar sobre prospectiva con base en su epistemología? 210
4.2 La prospectiva y su contexto: tendencias actuales entre la vieja y la nueva economía 226
4.2.1 Impactos de las tecnologías disruptivas y cambios en el lenguaje: más fuertes y más rápidos de lo que imaginamos 232
4.2.2. Las proyecciones y las tendencias: convergencia tecnológica e innovación disruptiva 241
4.2.3 Cambiar la inercia de la gestión pública para salir del entrampamiento: el agotamiento del incrementalismo 250
4.2.4 Pensamiento complejo: síntesis 278
4.2.5 Pensamiento sistémico: síntesis 280
4.2.6 Teoría del autómata celular y modelado basado en agentes: dos aplicaciones sistémicas 282
4.2.7 Importancia de los cambios microeconómicos: planificar y actuar desde lo local y regional hacia lo nacional y global 284

Capítulo 5: La expansión de la inteligencia artificial y sus implicaciones: un desafío y una oportunidad ineludible

5.1 Inteligencia artificial: breve recuento de su historia 301
5.1.1 Algunas definiciones de inteligencia artificial 307
5.1.2. Tipos y categorías de inteligencia artificial. 308

5.1.3. Aprendizaje de máquinas (***machine learning***): aprendizaje automático 323
5.1.4. Aprendizaje profundo (***deep learning***) 327
5.1.5 Riesgos y megatendencias: ¿estamos anticipando? 331
5.2. La irrupción del dinero digital y las tendencias de la Cuarta Revolución Industrial 336
5.2.1 Revolución Industrial 4.0 y los procesadores de lenguaje natural 346
5.3 Teoría de redes de actores: fundamentos y aplicaciones en los trabajos de planificación y prospectiva 349
5.3.1 Conceptos de red y sus contribuciones a la planificación y las políticas públicas 352
5.3.2 Las redes y el revelado de la «caja negra» 355
5.3.3 La estructura de las redes: tipología 359
5.4. Posiciones contrapuestas y «dataísmo»: un fenómeno o paradigma en emergencia creciente 361
5.5 Cerebro, mente y memoria en un mundo interrelacionado: ¿dónde quedan los sentimientos morales? 374
5.5.1 ¿Por qué presentar el tema de la memoria, la imaginación y el cerebro? 384
5.5.2 El prodigioso sistema del cerebro: ¡mucho más que un sistema computacional! 385

Capítulo 6: Reflexiones y aprendizajes para la planificación y la prospectiva. ¿Cómo enfrentar la integralidad para salir del entrampamiento?
6.1. Breve recapitulación 397
6.2 Educación y transformación organizacional: habilidades y liderazgos de un nuevo gestor público de acuerdo con los desafíos de la era digital 400
6.3 Flexibilidad y adaptabilidad en los ejercicios de planificación y política pública: la fuerza de la interacción y la asociatividad para lograr los ODS 413
6.4 Nuevo estilo de planificación interdisciplinaria con base en los principios de la complejidad y las oportunidades de la inteligencia artificial 417
6.5 Menos planificación voluntarista de arriba hacia abajo y más inteligencia colectiva organizada de abajo hacia arriba 420

6.6 La fuerza de los nexos entre complejidad y nueva gobernanza: planificación interdisciplinaria y gobernanza intersectorial 421
6.7 Marco fiscal de mediano plazo y marco presupuestario de mediano plazo: las bases para construir futuro y el financiamiento estable de prioridades 424
6.8 Acción policéntrica para aprovechar la productividad de las nuevas tecnologías 427
6.9 El arte y la ciencia de la implementación: tan importante como el diseño 428
6.10 Planificación y prospectiva con innovación social: la fuerza de la sociedad civil y la subsidiariedad 431
6.11 La toma de decisiones: el rol más importante del planificador y el ***homo prospectus*** en la Revolución 4.0 433
6.12 El plan como símbolo: perspectiva epistemológica para construir el «norte» 436

Conclusión y reflexión final **439**
Bibliografía **443**

Índice de tablas

Tabla 1. Problemas complicados y problemas complejos 79
Tabla 2. Las diez mejores universidades de América Latina (2022) 91
Tabla 3. Método de puntaje ponderado para tres alternativas 136
Tabla 4. Problemas decisorios y estrategias de decisión 138
Tabla 5. Barbieri y cuatro modelos comparativos epistemológicos 159
Tabla 6. Los cuatro mosqueteros de las ciencias sociales 160
Tabla 7. Temas e interrogantes clave para definir una prospectiva 217
Tabla 8. Comparación entre la vieja economía y la nueva economía 226
Tabla 9. Diferencias entre el enfoque tradicional de la economía y la economía de la complejidad 230
Tabla 10. Muestra de países por condición de preparación para las tecnologías del futuro, según el índice global de la UNCTAD 253

Índice de figuras

Figura 1. El método hipotético-deductivo 46
Figura 2. La segmentación progresiva de la ciencia clásica (simplificación, disyunción y reducción) 51
Figura 3. La reconversión de las ciencias en el marco de la complejidad 53
Figura 4. La trampa de la alta desigualdad y el bajo crecimiento 59
Figura 5. Sistema de Gobierno Abierto 64
Figura 7. No proporcionalidad entre entradas y salidas de los sistemas complejos 80
Figura 8. Secuencia de la entropía 90
Figura 9. Propiedades de los actores y características de un sistema complejo 93
Figura 10. Conducta emergente en los sistemas complejos adaptativos 97
Figura 11. Equilibrio puntuado o interrumpido 104
Figura 12. Características básicas de los sistemas complejos 124
Figura 13. Características de los fenómenos «desde lo complicado» 130
Figura 14. El esquema Cynefin de Snowden 134
Figura 15. Consenso versus certeza: diagrama de Stacey 139
Figura 17. Tecnología exponencial versus tecnología lineal 161
Figura 18. Innovación y competencia para la transformación 198
Figura 19. Cono del futuro 239
Figura 20. Idea futurista de singularidad o convergencia de genética, nanotecnología y robótica (GNR) 245
Figura 21. Estructura del sector público de investigación y desarrollo en Finlandia 264
Figura 22. El futuro del trabajo físico 289
Figura 23. Futuro del trabajo cognitivo 290
Figura 24. Esquema de flujo para verificar supuestos 317

Figura 25. El flujo de trabajo básico de la prueba de Turing 321
Figura 26. Inteligencia artificial simbólica versus aprendizaje automático 326
Figura 27. Categorías de inteligencia artificial 348
Figura 28. Red de amistad con catorce actores o nodos 351
Figura 29. El modelo de la «caja negra» 357
Figura 30. Estructuras de redes 360

Presentación

La Escuela de Posgrado de la Universidad Continental, en sus inicios conocida como Escuela de Gerencia Continental, es el primer centro especializado en gestión pública del Perú, que desde hace diecinueve años viene formando profesionales para el sector público peruano a través de maestrías —como la Maestría en Gerencia Pública—, diplomados, cursos de especialización y programas académicos en general, con el convencimiento de que servidores públicos capacitados tomarán las mejores decisiones para satisfacer la necesidades de los ciudadanos, creando valor público.

El estudio y la investigación en torno a las políticas públicas es una de las pasiones del profesor Edgar Ortegón, reconocido especialista en la materia, quien, durante varios años, viene realizando publicaciones que buscan hacer comprender a los hacedores de políticas públicas sobre la naturaleza compleja de las mismas y que, por tanto, para el abordaje para proponer soluciones a los problemas se deben incorporar la mirada de la teoría de la complejidad y propone la planificación basada en el trabajo en redes y menos en directrices y mandatos, trabajo integrado entre todos los actores, instituciones y, sobre todo, entre sectores para la generación de valor público de cualquier intervención en el sistema social, económico o ambiental.

En este nuevo libro, el profesor Ortegón deja clara su vocación de seguir profundizando el entendimiento de la naturaleza compleja de las políticas públicas e incorpora nuevos elementos de la cuarta revolución industrial, en especial la inteligencia artificial, como dimensión a tener en cuenta para la formulación de las políticas públicas para resolver los problemas complejos de naturaleza pública. Finalmente, propone que la educación y el desarrollo de habilidades en el nuevo contexto de la cuarta revolución industrial se constituyen en las vías centrales para alcanzar factores más estratégicos para el desarrollo reduciendo la desigualdad.

Los libros del profesor Ortegón, y este no es la excepción, vienen respaldados por una investigación bibliográfica rigurosa sobre los temas abordados y proporcionan abundante información que invita a leer la obra con sumo interés.

Jaime Sobrados Tapia
Director de la Escuela de Posgrado
Universidad Continental

Prólogo

El siglo XXI amaneció en América Latina en un contexto realmente esperanzador. Muchos de los problemas más graves de la región, aunque lejos de estar resueltos, parecían al menos bien encaminados hacia su solución. El endeudamiento externo, los graves desequilibrios macroeconómicos, e incluso la lacerante desigualdad, mostraban signos de mejoría, en algunos casos muy evidentes. Desgraciadamente este ambiente de optimismo no ha sido duradero. Sucesivas crisis financieras y una pandemia global que ha tenido desproporcionada incidencia en la región han dado al traste con muchos de los avances logrados y han devuelto a la actualidad una parte importante de los problemas que se creían en vías de solución. Además, el contexto en el que han de abordarse una vez más las dificultades seculares de América Latina ha experimentado cambios muy sustanciales. Cambios que no pueden ser obviados, sino a riesgo de comprometer seriamente cualquier intento de solución.

Por un lado, los niveles de vida han experimentado un serio retroceso en amplias capas de la población y la incidencia de la pobreza multidimensional, así como la desigualdad, se han agravado sustancialmente. Ello ha ido acompañado de una deslegitimación creciente de las instituciones públicas y de la aparición de explosiones sociales, sin liderazgo ni conducción, de un «individualismo de masas», como lo denominara Sergio Bitar.

Por otro lado, más allá del contexto propiamente socioeconómico, que, ciertamente, no facilita el abordaje de los problemas, ni mucho menos su solución, aparece un segundo elemento que condiciona decisivamente esta problemática: la irrupción de las nuevas tecnologías en el contexto de una globalización creciente y crecientemente cuestionada. El papel del decisor público en estas condiciones es pues doblemente complicado. Superada afortunadamente hace tiempo la infantil, cuando no interesada, creencia en la infalibilidad del mercado como mecanismo de solución

de los problemas económicos y sociales, el sector público recupera un protagonismo que nunca debiera haber perdido. Como decisor social, su cometido es eminentemente político, y debe huir de la tentación tecnocrática: dejar la decisión en manos de los «expertos». Gestionar el bienestar social es resolver conflictos en los que, inevitablemente, habrá ganadores y perdedores, insatisfacción en algunos por lo perdido y en otros por lo no ganado, pero esa es la esencia de la política en el sentido más noble de la palabra. Ahora bien, que la decisión final sea política, como no puede ser de otra forma, no excusa el que sea, también necesariamente, una decisión rigurosa e informada. Tal rigor requiere de una competencia técnica muy elevada, más aun en el mencionado contexto de una globalización acompañada por el desarrollo explosivo de las nuevas tecnologías, que multiplica exponencialmente las interrelaciones entre los distintos sistemas económicos y sociales involucrados.

Es en este sentido que el libro que el lector tiene entre sus manos constituye un aporte ciertamente muy relevante al desplegarse en él los vectores fundamentales de este contexto, así como la situación en la que América Latina debería enfrentar una necesaria y profunda transformación económica, política y social. Es apabullante la riqueza de información contenida en estas apretadas páginas, y muy inquietantes los desafíos que en ellas se plantean. Y nadie más capacitado que Edgar Ortegón para acometer esta arriesgada aventura. A lo largo de su intensa experiencia en el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (Ilpes), organismo miembro de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), y como asesor de gobiernos dentro y fuera de la región, el profesor Ortegón tuvo ocasión de conocer de primera mano los avatares de la planificación social, tanto en los momentos de su máxima vigencia, como en los años de retroceso, cuando no demonización, de la intervención correctora del Estado. Aun experimentando en primera persona estos vaivenes, el trabajo incansable y constante del profesor Ortegón en la búsqueda de las herramientas necesarias para mejorar la planificación a todos los niveles, desde el municipal hasta el supranacional, ha dejado una huella profunda en muchas generaciones de servidores

públicos latinoamericanos. Es esta experiencia acumulada en circunstancias muchas veces difíciles, junto con su sobresaliente curiosidad intelectual, así como su incansable búsqueda de nuevos retos científicos, lo que queda plasmado en estas páginas. El libro es una invitación a abrir un nuevo diálogo de manera colectiva. ¡No perdamos la oportunidad!

Quien suscribe estas líneas ha disfrutado a lo largo de muchos años de la bonhomía de Edgar Ortegón, de su entrañable humor y altura intelectual. Estoy seguro de que el lector también terminará el recorrido por este libro con un profundo sentido de agradecimiento a su autor.

Diego Azqueta Oyarzún
Departamento de Economía,
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de Alcalá, España

Este libro ofrece un homenaje a la doctora
Eleonora Barbieri Masini (1928-2022),
fuente fundamental de la ciencia de la prospectiva.

Siglas y abreviaturas usadas

a. C.	Antes de Cristo
ADN	Ácido desoxirribonucleico
ALGO	Algorand
ARN	Ácido ribonucleico
AS/COA	Americas Society/Council of the Americas
AUH	Asignación Universal por Hijo (Argentina)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CCAF	Centro de Finanzas Alternativas de la Universidad de Cambridge
CCC	Capacidad de Combate a la Corrupción
CdC	Control de la Corrupción
CEO	*Chief executive officer*
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
Ceplan	Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (Perú)
CIDE	Centro de Investigación y Docencia Económicas (México)
Clapes	Centro Latinoamericano de Políticas Económicas (Chile)
Colmex	Colegio de México
Coneval	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (México)
Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social (Colombia)
CRISPR	*Clustered regularly interspaced short palindromic repeats*, Repeticiones palindrómicas cortas, agrupadas y regularmente interespaciadas
CTI	Ciencia, tecnología e investigación
CTS	Conocimiento, tecnología y sociedad
DEA	Data Envelopment Analysis, Análisis Envolvente de Datos
Dipres	División de Control de Gestión de la Dirección de Presupuesto (Chile)

DNP	Departamento Nacional de Planeación (Colombia)
ENA	Escuela de Administración de Francia
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
FMI	Fondo Monetario Internacional
G20	Grupo de 20 países
GDPR	Reglamento General de Protección de Datos (Unión Europea)
GNR	Genética, nanotecnología y robótica
GPS	*Global positioning system*
HITL	*Human in the Loop*
HOOTL	*Human out of the Loop*
HOTL	*Human on the Loop*
IAF	Inteligencia artificial fuerte
IdC, IoT	Internet de las cosas, *Internet of the things*
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IDS	*Institute of Development Studies* (Reino Unido)
Ielat	Instituto Universitario de Investigación en Estudios Latinoamericanos
IGO	Importancia y gobernabilidad
Ilpes	Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social
Imdea	Instituto Madrileño de Estudios Avanzados del Agua
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
IPTS	Instituto de Prospectiva Tecnológica de España
Iveplan	Instituto Venezolano de Planificación
KWh	Kilovatio hora
Mactor	Matriz de alianzas y conflictos: tácticas, objetivos y recomendaciones
MDS	Ministerio de Desarrollo Social (Chile)

MFMP	Marco fiscal de mediano plazo
Mideplan	Ministerio de Planificación y Cooperación (Chile)
Mipymes	Micro, pequeñas y medianas empresas
MIT	Massachusetts Institute of Technology (Estados Unidos)
MMM	Marco macroeconómico multianual
MPMP	Marco presupuestario de mediano plazo
NBIC	Nanotecnología, biotecnología, tecnologías de la información y ciencia cognitiva
NFT	*Non fungible tokens*
OCDE, OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
Odeplan	Oficina de Planificación Nacional (Chile)
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMS	Organización Mundial de la Salud
Onudi	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OPS	Organización Panamericana de la Salud
P2P	*Per-to-peer*
PASO	Primarias Abiertas, Simultáneas y Obligatorias (Argentina)
PEDN	Plan Estratégico de Desarrollo Nacional (Perú)
Pesen	Plan estratégico sectorial multianual (Perú)
PIB	Producto interno bruto
PMA	Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas
Pnuma	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PTC	Programa de transferencias condicionadas
PTF	Productividad total de los factores
PwC	*Pricewaterhouse Coopers*
Pymes	Pequeñas y medianas empresas
RAND	*Research and Development Corporation*
Riber	Red Iberoamericana de Prospectiva

SARS-CoV-2	Síndrome respiratorio agudo severo-Coronavirus tipo 2 (por sus siglas en inglés)
Sitra	Fondo para Investigación y Desarrollo (Finlandia)
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
SOA	Arquitectura orientada a servicios (por sus siglas en inglés)
Tekes	Agencia Nacional de Tecnología (Finlandia)
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
TIR	Tasa interna de retorno
TWh	Teravatio hora
UCSF	Universidad de California en San Francisco (Estados Unidos)
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Unicef	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UNU	Universidad de las Naciones Unidas
UPAC	Unidad de Poder Adquisitivo Constante (Colombia)
USDT	United States Dollar Tether
VPN	Valor presente neto
VTT	Centro de Investigación Técnica (Finlandia)
WEF	Foro Económico Mundial (por sus siglas en inglés)
WFSF	World Future Studies Federation
WGI	*Worldwide Governance Indicators,* Indicadores Mundiales de Gobernanza
WIPO	Organización Mundial de Propiedad Intelectual (por sus siglas en inglés)

Agradecimientos

Muchas personas me ayudaron, de distintas maneras, en la estructura y la redacción del presente libro. A todas ellas mi gratitud.

A mi familia, incluidos los nietos y las nietas, por su compañía y alegría durante el recorrido. A mis alumnos y colegas de profesión, por la valiosa interacción.

A Diego Azqueta, por su amistad inquebrantable y lúcidos comentarios que enrumbaron el texto.

A Cecilia Justino y a Juan Carlos Quispe, ex directora y actual director del Fondo Editorial de la Universidad Continental del Perú respectivamente, por creer en el contenido y apoyar su publicación y divulgación. A Jullisa Falla Aguirre mi reconocimiento por su infatigable esmero en la edición y a Yesenia Mandujano Gonzales, por su creatividad en el diseño de cubierta y diagramación del texto, ambas de la Universidad Continental.

A Pedro Pérez Herrero, exdirector del Instituto Universitario de Investigación en Estudios Latinoamericanos (Ielat) de la Universidad de Alcalá (Madrid), por su amistad y respaldo institucional. A Francisco Pascual Vives, director del Ielat de la Universidad de Alcalá, por su renovado compromiso con este tipo de trabajos.

A Javier Vitale, del Centro de Estudios Prospectivos de la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza), por su apoyo a la difusión del libro y por abrir nuevos espacios de debate sobre estudios de escenarios y complejidad.

A Javier Medina Vásquez, de la Universidad del Valle (Colombia), por compartir durante muchos años de amistad sus conocimientos sobre prospectiva y acompañarme a peregrinar por la incertidumbre. A Francisco Ramírez, del Fondo editorial de la Universidad del Valle (Colombia), por su respaldo en la coedición del libro.

A Guillermina Baena Paz, por su patrocinio desde el World Futures Studies Federation (WFSF). A Eleana Llosa, por su profesionalismo en

la revisión del texto. A Guillermo Camacho, editor de la *Revista Aurora Boreal,* con sede en Copenhague, por su contribución en el diseño de la carátula. Al Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (Ilpes), organismo miembro de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), mi inolvidable escuela de aprendizaje y formación, por permitirme conocer y comprender nuestra desafiante región llena de oportunidades.

Introducción

Al cierre del año 2021, todos los informes y panoramas sobre la situación económica, social y ambiental de América Latina y el Caribe concluyeron que la región había registrado un retroceso significativo en la mayoría de sus indicadores, retroceso agravado sobre todo por la crisis del Covid-19, que destruyó empleos y llevó a la bancarrota a un alto número de empresas. Esto ha revelado con total crudeza las debilidades institucionales existentes y la trampa viciosa que arrastra la región por décadas: alta desigualdad y bajo crecimiento.

A la luz de dichos antecedentes, el presente libro está organizado de la siguiente manera: el primer capítulo examina las características del llamado desarrollo disyunto, fragmentado y desintegrado que caracteriza históricamente a la región con sus profundas consecuencias para salir del subdesarrollo.

En contraste con dicha vertiente, la segunda sección analiza las particularidades de la teoría de la complejidad, que propone como idea central la interacción de los actores y la naturaleza intrínsecamente sistémica de la realidad social, económica y ambiental. Se abandona así la disyunción de sus elementos y se enfatiza, por el contrario, sus interconexiones y sus enlaces, que permiten que *el todo sea mayor que la suma de las partes.*

Se intenta mostrar en este segundo capítulo, de manera didáctica y lo más ilustrativa posible, el estado del arte sobre la materia, apelando a lo más reciente de la bibliografía y recogiendo las ideas de los más destacados especialistas desde una perspectiva evolutiva. Este enfoque prevalece a lo largo del libro.

Con base en dichas vertientes y como contraste entre la teoría y la realidad, la evidencia y el pensamiento crítico, se realiza un balance sobre los postulados, vaivenes y fracasos del ejercicio de la planificación y la prospectiva en América Latina como herramientas del Estado para salir del entrampamiento entre inequidad y estancamiento.

Dadas las dificultades para diseñar una estrategia eficaz, los capítulos tercero y cuarto proponen una epistemología de la prospectiva y revalorizan la vigencia de las ideas, en la actual coyuntura, de Albert Hirschman y Fernando Fajnzylber, dos grandes intelectuales que son referencia obligada para comprender la economía política y el desarrollo de la región.

El quinto capítulo aborda, en línea con los anteriores, el inevitable desafío de la inteligencia artificial y las tecnologías disruptivas y convergentes que conforman la Cuarta Revolución Industrial, donde intervienen sistemas inteligentes conectados en ambientes físicos, digitales y biológicos, lo cual hace que esta Revolución 4.0 sea diferente a las anteriores tres, que fueron impulsadas mediante la aplicación del vapor a la producción mecánica, el uso masivo de electricidad y las tecnologías de información, respectivamente.

La inteligencia artificial como motor de innovación y difusión del conocimiento es el nuevo cimiento del proceso de crecimiento. Esta idea articula el texto, y su abordaje hace hincapié en los retos y oportunidades, incertidumbres y certezas, fruto de la vertiginosa velocidad y profundidad de los cambios, de la mano de la ciencia de los datos y los celulares inteligentes.

Se destacan las ventajas de la Revolución 4.0 en términos de productividad, eficiencia, innovación y surgimiento de sectores y actividades emergentes. Por otro lado, están los retos de adaptación, aprendizaje y privacidad de los datos.

Luego, se analizan los informes de organismos internacionales y las opiniones de expertos en su llamado a redoblar los esfuerzos de anticipación frente a la inteligencia artificial en materia de educación, capacitación y formación de habilidades para evitar mayores rezagos, peores brechas y las consecuencias negativas sobre el empleo producto de la robotización.

En clave con la convergencia tecnológica de la genética, la nanotecnología y la robótica, se plantean las ideas de connotados científicos sobre las infinitas posibilidades de las redes neuronales de nuestro cerebro para dar respuesta, desde las neurociencias, a inquietantes preguntas para el bienestar futuro como individuos y como sociedad.

El último capítulo se concentra en destacar, a la luz de lo expuesto, un conjunto conciso de mensajes y aprendizajes que sirvan como pauta de discusión y base del debate sobre el diseño e implementación de planes y ejercicios de «construcción de futuro».

Capítulo 1

Antecedentes y fundamentos básicos de la teoría de la complejidad

1.1 El mito y el método en las ciencias para explicar la realidad

En sociedades antiguas como la griega o la romana, el mito dio origen a relatos para explicar fenómenos sobrenaturales o visiones sobre la naturaleza, los seres vivos, el origen de las cosas y la existencia de realidades que no contaban con una explicación fundamentada o que no podía ser verificada de manera objetiva. Estos mitos, traducidos a relatos o historias, se convirtieron en verdades protagonizadas por dioses o seres sobrenaturales.

Por su parte, las religiones abrahámicas —judaísmo, cristianismo e islamismo— consideran que el universo y la vida fueron creados por Dios, con un principio y un fin localizados en la historia. En ellas, también Dios fue considerado como juez, como quien define lo correcto y lo incorrecto. Entonces, la moralidad se polarizó entre lo bueno y lo malo como parte esencial del Juicio Divino y el tiempo se concibió como lineal, de manera que se pudo diferenciar entre pasado y presente en un contexto histórico-social. Esta actitud mítica para explicar o dar fundamento existencial a la realidad se convirtió paulatinamente en una legitimación o justificación de las propias instituciones humanas[1] (Puello-Socarrás, 1977, p. 37).

1 Como grandes referentes históricos de «visiones» de la antigüedad y más cercanas, no puede dejar de mencionarse *La república* de Platón (370 a. C.) como reflexión sobre la forma de organizar de manera ideal la ciudad-Estado, y tampoco la *Utopía* de Tomas Moro (1516), como posibilidad de un Estado justo donde todos los habitantes alcancen la felicidad. Asimismo, Herbert G. Wells a principios del siglo XX publicó numerosas obras de ciencia ficción, como *La guerra de los mundos y La máquina del tiempo;* George Orwell presentó la muy vigente novela *1984,* que tiene como temas principales el peligro de los totalitarismos, la manipulación de la historia y sus efectos en la colectividad; Julio Verne escribió novelas de ficción como *Veinte mil leguas de viaje submarino* (1870), Ray Bradbury dio a luz *Farenheit 451* (1953), considerada como distópica o como sociedad hipotética indeseable; y Arthur C. Clark, cuya obra *The sentinel* (1968) dio origen a la película de Stanley Kubric *2001: A space odyssey,* anticipó los peligros y conflictos casi humanos en el

Durante la Antigüedad y hasta la Edad Media, la ciencia estuvo dominada por las ideas de Platón y Aristóteles —ambos del siglo IV a. C. — y sus planteamientos impedían cualquier cuestionamiento que proviniera de la observación directa o la experimentación. Platón estaba más apegado al idealismo de las formas puras y trascendentes de la literalidad, mientras que Aristóteles se inclinaba al pragmatismo y a la interpretación de textos en sentido figurado o alegórico. Se daba así una pugna entre el sentido literal y el sentido alegórico en la interpretación de los textos y en la explicación de los fenómenos. Tuvieron que llegar San Agustín (354-430) y Santo Tomás (1225-1274) para poner en justa proporción el sentido literal y el sentido alegórico de los textos.

Tales de Mileto (624-546 a. C.), en contraste con la interpretación mítica, había dado una explicación científica a cuestiones como la distancia de los barcos en el mar, la medición del tiempo, el uso del almanaque y la orientación por medio de la Osa Menor en la navegación. En el siglo II d. C., Claudio Tolomeo propuso la visión geocéntrica del universo, la cual representaba a la Tierra inmóvil, junto a los planetas, y a la Luna y el Sol girando a su alrededor.

Con posterioridad, en el siglo XVI, Nicolás Copérnico (1473-1543) desarrolló la teoría heliocéntrica de que los planetas giran en órbitas alrededor del Sol, siendo la Tierra uno de ellos. Luego, la comprensión del espacio se engrandeció cuando Galileo Galilei (1564-1642) construyó un telescopio y pudo contemplar el universo en su totalidad como un todo armónico que podía ser explicado racionalmente utilizando los principios que la ciencia iba descubriendo. Así, para él, las cosas eran lo que los sentidos percibían.

---

viaje espacial de una computadora artificialmente inteligente llamada Hal (Mitchell, 2019, p. 127). También se debe tener en cuenta la película *Matrix* (1999), donde el conocimiento de uno de sus héroes proviene de la estimulación cerebral que se le aplica. Y, si se trata de ciencia convertida en literatura, no puede dejar de mencionarse a Alessandro Baricco, con su ensayo *The game* (2019); a Benjamin Labatut, con su fascinante novela entre ciencia y ficción basada en hechos reales, *Un verdor terrible* (2021); y el ensayo de Oliver Sacks, *El río de la conciencia* (2019), donde se indaga sobre la memoria y lo que nos caracteriza como humanos. Finalmente, es importante mencionar a Jorge Luis Borges con *Emanuel Swedenborg* (1978).

Poco después, comprobaciones astronómicas del danés Tycho Brahe (1546-1601) y del alemán Johannes Kepler (1571-1630) reforzaron la teoría heliocéntrica de Copérnico, aunque en un primer momento la de Ptolomeo podía ofrecer mejores| predicciones. Por lo tanto, la capacidad de predecir y explicar y el ajuste a la realidad observada comenzaron a jugar un rol fundamental en las ciencias. Paulatinamente, el método científico tomó fuerza como herramienta indispensable para el estudio de los fenómenos y la razón comenzó a dejar atrás la ignorancia y el oscurantismo.

La era del Iluminismo o Renacimiento fue un amplio momento cultural o de liberación que se produjo en Europa Occidental durante los siglos XV y XVI, período de transición entre la Edad Media y la Edad Moderna, en el cual las artes se desarrollaron y la ciencia resurgió y floreció en todos sus ámbitos.

Fue en ese ambiente intelectual donde René Descartes —quien nació en La Haye (Francia) en 1596 y murió en Estocolmo (Suecia) en 1650, víctima del rigor del clima— impuso el racionalismo y la separación entre la mente y la materia con su famosa frase «pienso, luego existo», con lo cual se establecía que la única forma de encontrar la verdad era mediante la razón, enfrentando así el empirismo que proponía la experiencia adquirida por los sentidos. Para él, la mente racional es lo que importa, y el cuerpo es su herramienta (Descartes, 2004, p. 65).

Con dicha lógica, Descartes creía que nuestra existencia se la debemos a nuestro propio acto de pensar. Sin embargo, justamente es todo lo contrario: en el principio fue el ser y posteriormente el pensar. Somos y luego pensamos. Además, es necesario que todos pensemos para que nuestra realidad exista y se expanda.

Para Descartes, el acto de pensar sería entonces la causa del acto de existir y no se necesitaría recurrir a lo sobrenatural para explicar el funcionamiento de los humanos y otros seres vivos. Con este idealismo extremo, la conciencia tendría cierta aptitud creadora, como si fuese una máquina: si se piensa, se existe; si se deja de pensar, se deja de existir. Por lo tanto, el dualismo cartesiano estableció una separación tajante entre la mente y el cuerpo.

En el *Discurso del método* (1637), la fundamental obra de Descartes, se estableció la geometría analítica, que dio el nombre de este autor al

sistema de ejes cartesianos —o sistema de ejes de coordenadas— como órgano universal de relación métrica, al que se adjuntó la variable tiempo, que permitió concebir al universo como un mecanismo. Se impuso así por excelencia la visión racional de la naturaleza y la autonomía de la inteligencia y se descartó la comprobación experimental en el estudio de la realidad.

Pero el *método* de Descartes es muchísimo más que sus tres famosas palabras *cogito ergo sum* como principio fijo y evidente, de pura abstracción o intelectualismo, que prescinde de los fenómenos físicos, olvidándose del cuerpo. De ahí el abstracto y dualista espiritualismo que vicia su sistema. En su magna obra coexistían de manera contradictoria el método cartesiano, racionalista, positivo y crítico, y la metafísica cartesiana, dogmática, espiritualista e idealista (Descartes, 1999, p. 24).

E*l Discurso de método* es una obra esencial de la filosofía occidental. Desde su publicación original en 1637, se mantiene vivo el impulso de la duda y se considera como el pilar racionalista de la historia de la filosofía, con su férrea crítica al pensamiento dogmático, donde nada puede ser aceptado en virtud de una autoridad cualquiera.

En la segunda parte del *Discurso del método,* compuesta por seis breves secciones, Descartes declara su franca resolución de establecer un método que eluda las incertidumbres y las dudas sobre las disciplinas aprendidas y para ello enuncia sus cuatro famosas reglas, cuando tenía apenas 32 años. Estas reglas dicen así: no admitir como verdadero sino lo evidente; dividir cada dificultad en tantas partes como sea posible; conducir ordenadamente los pensamientos, de lo más simple a lo más complicado; y hacer recuentos completos o revisiones tan generales que se llegue a estar persuadido de no haber omitido nada (Descartes, 2004, p. 63).

Frente a lo anterior, la teoría de la complejidad presenta un cambio de perspectiva: la ciencia antes de Descartes se basaba en idealizaciones de los fenómenos sin experimentación; luego, con el paradigma de la complejidad, se modelan conceptualmente los fenómenos naturales o culturales después de haberlos experimentado.

Poco después, Isaac Newton (1642-1727) establecía la Ley General de la Gravitación como fruto de la rigurosa aplicación del método científico.

Según esta ley, el Sol atrae a los planetas con una fuerza directamente proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos. La Ley de la Gravitación permitió a Newton afirmar que «el universo funciona como una máquina en eterno movimiento» gracias a su energía y a mecanismos propios. Con la ley o fuerza que mantiene a la Luna en su órbita, Newton dio una visión de la existencia. Y su creación del cálculo diferencial le permitió predecir el futuro mediante la resolución de ecuaciones diferenciales que regulan los sistemas dinámicos. Su magna obra, *Los principios matemáticos de la filosofía natural,* fue publicada en 1867. ¡Pero, curiosamente, en la mente de Newton convivían dos mundos!

Newton fue miembro distinguido de la Universidad de Cambridge, lo mismo que John Maynard Keynes (1883-1946), aunque en épocas diferentes. Keynes fue autor de la *Teoría general del empleo, el interés y el dinero* y el economista más influyente del siglo XX. Él estudió manuscritos poco conocidos de Isaac Newton —adquiridos en Londres en una subasta de Sotheby's en 1936, junto a su máscara mortuoria—, manuscritos que contenían trabajos sobre alquimia, teología e historia de reinos antiguos, en su calidad de arriano, que creía en un solitario Dios creador del universo y no en la Santísima Trinidad. Así, pues, Newton era un monoteísta judaico de la escuela de Maimónides, ¡a pesar de ser miembro del Trinity College!

Newton, como alquimista y esotérico que buscaba leyes en las sagradas escrituras, le dedicó mucho tiempo de su vida a la búsqueda de la «piedra filosofal» y del elixir de la vida, lo mismo que a la interpretación de antiguas profecías bíblicas. Su mismo genio, que buscaba entender el universo mediante leyes físicas y los métodos para predecir sus consecuencias aplicando pensamiento puro, también se dedicó a buscar la forma de cómo entenderlo mediante antiguas manipulaciones de alquimia. Fue, según Keynes, un personaje solitario de poderosa intuición «profundamente neurótico de un tipo no familiar», con mezcla de mago y científico. Según Oliver Sachs, «Todos los grandes innovadores del siglo XVII, sin excluir a Newton, tenían un pie en el mundo medieval de

la alquimia, la hermética y lo oculto, y de hecho, en el caso de Newton, su interés por la alquimia y lo esotérico continuó hasta el final de su vida» (2019, p. 176)[2].

Con ocasión de los 300 años del nacimiento de Newton, se iba a celebrar en Londres con gran pompa un evento en 1942, pero fue aplazado hasta julio de 1946 debido a la Segunda Guerra Mundial. Keynes, quien tenía la esperanza de presentar en honor a Newton un detallado análisis de los manuscritos en su posesión, tuvo que contentarse a sí mismo con un breve ensayo de gran estilo y prosa literaria, titulado *Newton, the man,* en el cual destacó:

> Newton was not the first of the age of reason. He was the last of the magicians, the last of the Babylonians and Sumerians, the last great mind which looked out of the visible and intelectual world with the same eyes as those who began to built our intelectual inheritance rather less than 10.000 years ago (Keynes, 1946, p. 1).[3]

Gracias a Keynes podemos vislumbrar el lado humano del más grande de los magos, matemáticos y genios de la humanidad. Keynes murió de un ataque cardíaco el 21 de abril de 1946, antes de la celebración en honor a Newton, y sus comentarios fueron leídos por su hermano Geoffrey Keynes[4].

---

2 Una simpática y breve recopilación de las excentricidades y aspectos de la condición humana de los grandes economistas se encuentra en *Economistas extravagantes* (Cabrillo, 2006).

3 «Newton no fue el primero de la era de la razón. Él fue el último de los magos, el último de los babilonios y los sumerios, la última gran mente que miró fuera del mundo visible e intelectual con los mismos ojos que aquellos que comenzaron a construir nuestra herencia intelectual hace menos de 10.000 años» (esta y las siguientes traducciones de citas son nuestras).

4 Keynes adquirió en la subasta de Sotheby's 39 lotes de manuscritos, mientras la firma de libreros Maggs Brothers se hizo con 89. A su muerte, los donó a su College de Cambridge, el King's, en cuya biblioteca se conservan. Los escritos teológicos, en posesión del coleccionista judío Abraham Yahuda, fueron donados a la Biblioteca Nacional de Israel. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Houston presenta una serie de escritos sobre las máquinas que hacen funcionar nuestra civilización y las personas cuyo ingenio las creó, que se titula *Engines of our ingenuity*. De ella hemos extraído estas notas escritas por Andrew Boyd (MacTutor, s. f.).

Avanzando con nuestro guion, Voltaire (1694-1778), propulsor del Renacimiento en Francia, fundamentó la necesidad de la tolerancia religiosa y criticó el oscurantismo y la censura. Algunas décadas después, Pierre-Simon Laplace (1749-1827) construía la teoría de la probabilidad y el determinismo científico y, con la ayuda de la Ley General de la Gravitación Universal, establecía que el sistema del mundo era estable: «¡Este universo funciona como un reloj!».[5]

El advenimiento de la Revolución Industrial (1760-1840), que se originó en Inglaterra y a partir de allí se expandió a Estados Unidos y algunos países europeos, fue un período en el cual nuevos inventos —como la máquina de vapor, la máquina de tejer, el telégrafo sin cables, el automóvil y la bombilla de luz— transformaron la organización del trabajo en las fábricas, de manera que las economías dejaron de basarse en la agricultura y la artesanía, para depender de la industria. Detrás de todo este ciclo de transformación estaban la ciencia y la innovación.

Estas trascendentales contribuciones intelectuales, entre muchas otras, vistas desde una perspectiva sociológica, económica y filosófica, ofrecían la visión de previsibilidad, racionalidad, objetividad y control que dominaría el pensamiento occidental. Había una gran fe en la aplicación de la razón y, desde esa época hasta nuestros días, el determinismo histórico y sociológico ha sido el paradigma dominante.

> This assumption that the world, including the social and natural world, can in the main be treated as if it were a machine —predictable, rational, measurable, and controlable— is still so prevalent that we cannot overemphasize this point (Boulton, Allen & Bowman, 2015, p. 59).[6]

Cabe señalar desde un comienzo que la física de Newton se aplicaba para *sistemas cerrados* que no tienen intercambio de materia o energía con el exterior, es decir, para aquellos que no pueden interactuar con ningún elemento fuera de ellos mismos. Hoy es cuestionable afirmar que existen

5 Subtítulo del libro de Carlos M. Madrid Casado, *Laplace. La mecánica celeste* (2012).

6 «El supuesto de que el mundo, incluyendo el mundo social y natural, en general, se puede tratar como si fuera una máquina —predecible, racional, mensurable y controlable— sigue siendo tan frecuente que no podemos exagerar este punto.»

tales sistemas cerrados, porque si la ley de Newton se aplicara al mundo social y natural no habría aprendizaje, cambio, interacción, diversidad, adaptación o innovación (Boulton *et al.,* 2015, p. 59).

Giovanni Arrighi, en su estudio socioeconómico de la historia de la humanidad, ha identificado cuatro grandes ciclos sistémicos de evolución o acumulación de capital a escala mundial: (i) el ciclo genovés, desde el siglo XV hasta el XVII; (ii) el ciclo neerlandés, que transcurre desde finales del siglo XVI hasta el XVIII; (iii) el ciclo británico, que comienza en la última mitad del siglo XVIII y termina en el siglo XX; y (iv) el ciclo de los Estados Unidos, iniciado en el siglo XIX y que continúa hasta nuestros días, cuando comienza la era de China, la nueva superpotencia (Arrighi, 1994, p. 6).

En línea con dichas ideas, Fernand Braudel (1902-1985) señaló que la característica fundamental de la historia del capitalismo a lo largo de su *longue durée*, es decir, a través de toda su existencia, ha sido su «flexibilidad» y «eclecticismo», o sea, su ilimitada capacidad para el cambio y la ilimitada *adaptación* del capital en diferentes lugares, circunstancias y épocas. Su trabajo se considera una ruptura epistemológica en las ciencias sociales, por cuanto para Braudel la historia cambia de objeto: al hacer más amplia la temporalidad, se sustituye el tiempo corto del acontecimiento por el tiempo largo de la vida material. Este es un llamado a contar una nueva historia, alejada de los acontecimientos y los hechos coyunturales, una historia que se centra en y presta mayor atención a la geografía, los flujos demográficos, las culturas y las estructuras económicas. En otras palabras, una historia que reconoce también otras disciplinas, como la geografía, la economía, la antropología, la sociología y la biología.

El concepto de estructura como organización y coherencia o como relaciones entre la realidad y la sociedad fue la herramienta analítica que le permitió a Braudel hacer la distinción entre el tiempo corto y el de larga duración. Por otra parte, el llamado a la interdisciplinariedad es una de sus grandes herencias intelectuales, por cuanto se reconoció la pluralidad del tiempo social, por naturaleza múltiple, complejo y cíclico. Esta concepción

está alejada, por supuesto, de la visión positivista o metódica, según la cual el tiempo histórico era uno solo, simple y lineal y «un dato más» de corto alcance.

> Let me emphasize the quality that seems to me an essential feature of the general history of capitalism: its unlimited flexibility, its capacity for change and *adaptation.* If there is, as I believe, a certain unity in capitalism, from thirteenth-century Italy to the present day West, it is here above all that such unity must be located and observed (Braudel, 1982, p. 433; en Arrighi, 1994, p. 5).[7]

Debemos señalar que los ciclos de largo plazo de Braudel, reflejados en la pluralidad continua o evolutiva de las duraciones —según sea el tiempo geográfico (largo y estructural), el tiempo social (medio y coyuntural) o el tiempo individual (corto y de acontecimientos), donde estructura y coyuntura se ensamblan como un todo—, son diferentes a otros ciclos, como los seculares o como las fluctuaciones de largo plazo de los precios de los productos básicos construidas por el ruso Nikolai Kondratieff (1892-1938), donde, según él, cada onda tenía un promedio de 50 años y era marcada por las fases de expansión, estancamiento y recesión.

Por el contrario, para el gran economista Joseph Schumpeter (1883-1950), el ciclo económico estaba definido por el papel fundamental del emprendedor con su capacidad para innovar y generar riqueza mediante la introducción de un nuevo bien, la creación de un nuevo método de producción, la apertura de nuevos mercados, la conquista de una nueva fuente de materias primas o la destrucción de una empresa ya existente para la formación de una nueva. Con estas ideas en mente, Schumpeter acuñó el famoso término «destrucción creativa», dando a entender el reciclaje continuo de lo viejo.

En nuestros días, el concepto de destrucción creativa es una fuerza motriz del capitalismo que asegura su perpetua renovación y reproducción, pero al mismo tiempo genera riesgos y trastornos que deben ser gestionados y regulados (Aghion, Antonin y Bunel, 2021, p. 1).

---

7 «Permítanme enfatizar la cualidad que me parece una característica esencial en la historia general del capitalismo: su ilimitada flexibilidad, su capacidad de cambio y *adaptación.* Si hay, yo creo, cierta unidad en el capitalismo, desde la Italia del siglo XIII hasta el Occidente actual, es aquí sobre todo donde debe localizarse y observarse tal unidad.»

En estas breves pinceladas introductorias sobre los ciclos y la evolución de las cosas, no podemos dejar de mencionar a Charles Darwin (1809-1882), quien estableció que el futuro no podía ser completamente predicho o vaticinado. Su idea sobre la forma como la *evolución* ocurrió no requería de un gran diseño inicial o de un empujón hacia un resultado esperado.

Frente a sus predecesores, la idea central de su discurso se centraba en la *variación y la selección.* Darwin sostenía que la variación era la característica principal de una especie para que se adaptara, para bien o para mal, a las condiciones locales frente a sus vecinos y los otros individuos de la misma especie. Con el paso del tiempo, las plantas o los animales más adecuados y más resistentes a las condiciones locales podrían sobrevivir frente a los menos capacitados, quienes tenderían a fallecer y, en consecuencia, las características individuales de las especies cambiarían o se transformarían en otras nuevas (Boulton *et al.,* 2015, p. 62).

Darwin, al igual que Newton con la ley de la gravedad, buscaba una razón, una explicación a *por qué* ocurría la mutación en las especies, una causa, un «mecanismo», una ley mecánica o una ley natural para que la evolución se produjera.

Su trabajo sobre la evolución biológica por selección natural —*survival of the fittest*[8]— es de incalculable valor desde el punto de vista epistemológico por tres razones: primero, porque, junto a la idea de sobrevivencia del más apto, Darwin coloca la variación como el elemento esencial para la creatividad, el cambio y la adaptabilidad; segundo, porque postula que el futuro se basa y está formado por el pasado en cuanto a que la evolución de los seres vivos cambia continuamente de manera gradual y es así reflejo de ello la diversificación de las especies; tercero —a 200 años de su nacimiento—, porque afirma que la evolución de la vida continúa su marcha de manera inexorable, seleccionando las adaptaciones más adecuadas para cada organismo en el medio que habita, manera mediante la cual incrementa su supervivencia o, por el contrario, favorece su extinción. «No es el más fuerte o el más inteligente el que sobrevivirá, pero son los que pueden gestionar

8 «Supervivencia del más apto».

mejor el cambio». Estos hallazgos le permitieron a Darwin considerar al futuro como algo desconocido e incierto (Boulton *et al.,* 2015, pp. 63-65).

Como se puede ver, existe un cierto paralelismo entre la revolución copernicana y la revolución darwiniana. La primera desplazó a la Tierra como centro del universo y la colocó como un planeta más que gira alrededor del Sol; la segunda desplazó al ser humano de su eminente posición como centro de la vida sobre la Tierra y lo colocó como una especie creada, como todas las demás, al servicio de la humanidad. La una surgió de la teoría heliocéntrica del sistema solar, la otra de la teoría de la evolución orgánica y la selección natural.

Sin embargo, ambas revoluciones establecieron que el universo obedece a leyes inmanentes que caen bajo el dominio de las ciencias con sus explicaciones sobre los fenómenos naturales. Estos, al igual que los fenómenos físicos, pueden ser explicados si se conocen las causas adecuadamente y, sin lugar a duda, debido al estricto apego a las enseñanzas del método científico: la teoría con mayor poder explicativo es la que se adopta o predomina.

Más recientemente, Mircea Eliade (1907-1986), uno de los grandes fundadores del estudio de la historia moderna de las religiones, acuñó el concepto hierofanía, mediante el cual definió la manifestación de lo trascendente en un objeto o en un fenómeno de nuestro cosmos habitual. Con sus escritos, Eliade alimentó la visión gnoseológica y hermenéutica de las religiones, ilustrando una continuidad, aunque discreta, entre lo antiguo y lo moderno; y contrapuso así un concepto circular de la historia o de los acontecimientos: la historia entonces no sería lineal, sino cíclica.

Una vez cumplido un ciclo de hechos o fenómenos, estos volverían a ocurrir con otras circunstancias, pero constituyendo un nuevo ciclo básicamente semejante. Las ideas de Eliade dejan entrever el profundo contraste entre la visión occidental de un progreso indefinido y lineal y el pensamiento oriental, con su concepción de ciclos que paulatinamente se van perfeccionando hasta alcanzar la forma perfecta después de muchos intentos de ensayo y error.

1.2. Característica distintiva de la ciencia: el método hipotético-deductivo

En general, por ciencia entendemos la organización sistemática del conocimiento acerca del mundo y los fenómenos naturales. La ciencia se interesa por establecer relaciones o vínculos de causa y efecto entre distintos fenómenos, busca descubrir *por qué* suceden determinados sucesos y, a partir de leyes y teorías que podrían estar desvinculadas, se alcanzan nuevas leyes y teorías más generales y comprehensivas.

El famoso filósofo y epistemólogo de la ciencia Karl Popper (1902-1994) decía que la ciencia avanza mediante conjeturas y refutaciones y sugería una metodología para sustentar su historia en la secuencia problema-conjetura-refutación. A partir de ello, primero se formulan conjeturas sobre un problema tan comprobable como sea posible y después se ensayan soluciones tentativas que pueden ser refutadas dando lugar a la postulación de nuevas hipótesis.

Según Popper, el científico es un método crítico que conjetura hipótesis para resolver problemas y que acepta solo aquellas que pueden ser refutadas. Así, las hipótesis solo pueden considerarse como tales cuando son falsables. Una proposición es falsa cuando se consigue demostrar mediante la experiencia que se refiere a un enunciado observable falso. Con ello, el avance de la ciencia es racional debido a que proviene de la continua aplicación del método lógico de conjeturar y refutar. Y, en consecuencia, la propuesta metodológica de Popper apoya la idea de que la ciencia avanza a base de ensayo y error, a través de saltos (Hacking, 2013/1962, p. 45).

La teoría epistemológica de Popper dio lugar al falsacionismo, la refutación o el contraejemplo. Siguiendo la lógica del falsacionismo de Karl Popper, las teorías son provisorias mientras no sean refutadas, pero pueden descartarse como falsas para siempre cuando sus consecuencias resultan experimentalmente falsadas. De la misma manera, las teorías no pueden demostrarse como verdaderas, ya que no pueden existir pruebas que permitan mostrar que su veracidad se mantendrá bajo toda circunstancia y para siempre. Así, no se podría inferir de las observaciones una afirmación del tipo «todos los cisnes son blancos», pues bastaría que apareciera un

cisne negro para descartarla y afirmar, ahora sí con certeza, que «no todos los cisnes son blancos»[9].

En 1962, el epistemólogo estadounidense Thomas S. Kuhn (1922-1996) publicó *La estructura de las revoluciones científicas,* un libro que cambió la forma de entender la ciencia y permitió la revisión de las concepciones metodológicas del verificacionismo y el falsacionismo, basadas en el empirismo lógico (positivismo) y el racionalismo crítico (la ciencia es racional), respectivamente. Para Kuhn, la ciencia es una actividad humana de carácter histórico-social que está inserta en un medio social. Con ello, este epistemólogo rompió con las visiones impersonales, lineales y ahistóricas que existían con anterioridad, lo cual tuvo un gran impacto en la década de 1960, generando un punto de inflexión filosófico-metodológico.

Para Kuhn, «un paradigma es lo que comparten los miembros de una comunidad científica y, a la inversa, una comunidad científica consta de personas que comparten un paradigma» (Hacking, 2013/1962, p. 348). Apoyado firmemente en la historia de la ciencia, para revolucionar la visión que de ella tenían los filósofos analíticos, Kuhn planteó una sucesión o secuencia histórica en los conceptos de ciencia normal, ciencia revolucionaria, anomalía y crisis.

Por *ciencia normal,* entendía aquella practicada por científicos entrenados en el uso de conceptos, prácticas y métodos para solucionar rompecabezas científicos *(puzzle solving),* donde los problemas de investigación son de tres clases: determinación de hechos relevantes, coincidencia de los hechos con la teoría y articulación de teorías. *La ciencia revolucionaria* suponía para Kuhn la idea de sustitución, incluyendo una dimensión histórica. Es decir, el método científico no era simplemente un proceso racional del investigador ocupado en forma exclusiva en su trabajo y de manera aislada respecto al

9 Según Nassim Nicholas Taleb, el «cisne negro» es un hecho fortuito que contiene tres propiedades: es una *rareza*, produce un impacto tremendo y *después* de su aparición el hecho se hace explicable y predecible. Las *wild cards*, o cartas salvajes, son pues eventos sorprendentes, poco probables e inesperados, pero de alto impacto cuando ocurren. Ejemplo de ello fue el ataque a las Torres Gemelas de Nueva York el 11 de septiembre de 2011. También pueden ser ejemplos los desastres naturales y las sorpresas intencionadas y no intencionadas fruto de la acción humana, como los descubrimientos por serendipia (Taleb, 2013, pp. 23-25).

contenido interno de las teorías y las prácticas, sino también un proceso vinculado con la perspectiva externa, con lo social. Esta ruptura semántica, epistemológica y metodológica es lo que caracterizaba, según Thomas S. Kuhn, a la *revolución científica,* la que implica que la ciencia no progresa por simple acumulación de conocimientos. Las revoluciones científicas son más bien momentos de desarrollo no acumulativo en los que un viejo paradigma es sustituido por otro incompatible con él.

Según Kuhn, las teorías tradicionales amenazadas se defienden mediante un cinturón protector compuesto por la introducción de hipótesis *ad hoc* para dar cuenta de las anomalías surgidas hasta convertir la teoría original en una tautología carente de valor científico. Por ejemplo, en la teoría de la población de Malthus, que fue convertida finalmente en una tautología al introducir el «freno moral» como uno de los elementos que detienen el crecimiento de la población. Por «freno moral» se entendía restricciones morales como la abstinencia del matrimonio, la castidad y el retraso del matrimonio hasta acumular recursos.

Las *anomalías,* en la concepción de Kuhn, son lo opuesto a las regularidades, van en contra del orden establecido o, en términos más generales, son lo opuesto a las expectativas. La anomalía y la investigación producen ideas y métodos nuevos y en su evolución puede surgir una crisis por la insatisfacción con los resultados del paradigma existente o por su incapacidad para resolver los problemas científicos. Para Kuhn, los descubrimientos son el sello personal y la característica fundamental de la ciencia y el progreso de la humanidad y las revoluciones científicas son modificaciones en la visión del mundo (Hacking, 2013/1962, p. 14).

1.2.2. Inducción versus deducción

Originalmente, el ensayista inglés Francis Bacon (1561-1626) y el economista de la misma nacionalidad John Stuart Mill (1806-1873) propusieron la inducción «como un método para lograr la *objetividad* evitando las preconcepciones subjetivas y para obtener conocimiento empírico en vez de abstracto o metafísico» (Ruiz y Ayala, 1998, p. 14).

De esta manera, al científico solo le cabría observar y registrar todos los fenómenos sin ninguna preconcepción y con la esperanza de encontrar verdades de validez universal.

Sin embargo, el método inductivo no logra explicar el proceso real de la ciencia. Por más que se registren los hechos y se constaten las evidencias individuales con total rigurosidad, siempre existirá la posibilidad lógica de que aparezca una excepción, como el «cisne negro» en la obra de Nassim Nicholas Taleb.

Las hipótesis científicas son creaciones de la mente, sugerencias imaginativas de lo que podría ser cierto. Además, la suma de todas las afirmaciones singulares no implica una afirmación universal, por cuanto las teorías científicas son formuladas en términos abstractos que no ocurren para nada en la descripción de los sucesos empíricos.

> [...] la inducción yerra en tres puntos: no es un método que asegure la objetividad y que evite las preconcepciones; no es método para alcanzar la verdad universal; y no es una buena descripción del proceso por medio del cual los científicos formulan sus hipótesis y otras formas del conocimiento humano (Ruiz y Ayala, 1998, p. 15).

Las hipótesis representan suposiciones, precisiones o respuestas probables a los interrogantes que el investigador formula ante un conocimiento previo, para su contrastación empírica. Esto se hace a partir de datos o registros que sirven de base para iniciar una investigación o una argumentación. La hipótesis tiene por objeto establecer relaciones entre conceptos factibles de adquirir valor que medirán regularidades, uniformidades o patrones de comportamiento capaces de alcanzar generalizaciones teóricas[10].

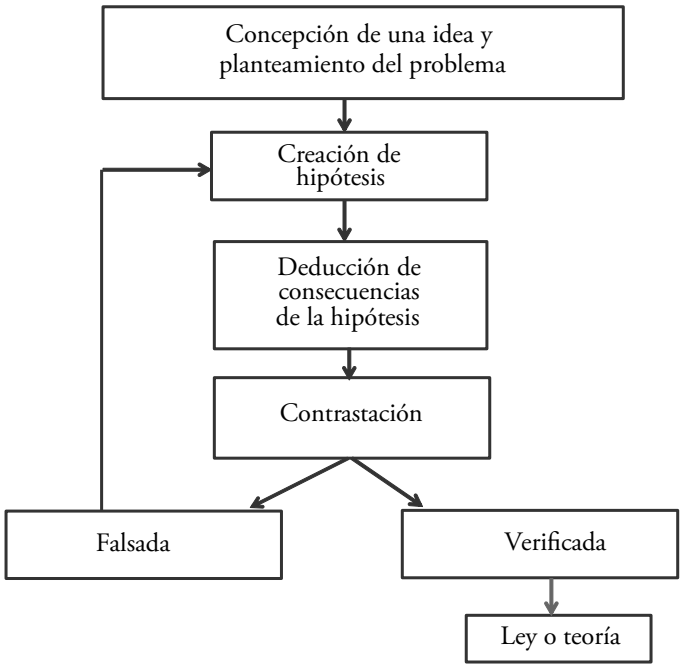
Una hipótesis se compone de variables cuantitativas y cualitativas. En su estructura pueden intervenir múltiples variables, tanto descriptivas como explicativas, que adquieren la función de ser o bien independientes (que determinan u ofrecen explicación), *dependientes* (que deben ser explicadas o inducen un efecto), intervinientes (que especifican la relación) y contextuales (que ubican el contexto en el cual se expresa la hipótesis).

10 En su época, Isaac Newton (1689), con su racionalismo extremo, acuñó el lema *hipotheses non fingo* («no invento ninguna hipótesis») (Roncaglia, 2006, p. 88).

Como expresión gramatical, la hipótesis se dice que contiene un sujeto, un predicado (lo que se dice del sujeto) y términos relacionales. Generalmente, una hipótesis se redacta de manera condicional, por ejemplo: «Si en Bogotá el programa Familias en Acción mejora su eficacia, probablemente disminuirá el déficit social y se alcanzarán mejores niveles de equidad».

Se dice que el método científico es, en consecuencia, *hipotético-deductivo* porque es la unión de inducción y deducción y en su concepción es central la falsabilidad de las teorías científicas, es decir, la posibilidad de que sean refutadas por la experimentación. Por lo tanto, las teorías científicas nunca pueden considerarse verdaderas, sino, a lo sumo, «no refutadas». El argumento deductivo es una inferencia mediata con la cual, a partir de premisas generales, se obtiene una conclusión particular. Además, en el diseño experimental no debe saberse de antemano si las consecuencias se cumplen o no, lo cual quiere decir que se requiere que las consecuencias sean poco probables (figura 1).

Figura 1. El método hipotético-deductivo



Fuente: elaboración propia con base en Ruiz y Ayala (1998).

La identificación de un problema y la concepción de una idea son el punto de partida de la investigación científica. Sin embargo, la creatividad no es exclusiva de los científicos, por cuanto siempre ha estado presente en poetas, novelistas, pintores, músicos, y todo tipo de artistas.

Lo que distingue a la ciencia empírica de otras formas de conocimiento es la necesidad de que las hipótesis puedan ser refutadas empíricamente:

> [...] el requerimiento de que una hipótesis científica sea refutada ha sido apropiadamente llamado *el criterio de demarcación* de las ciencias empíricas, ya que separa a las ciencias empíricas de otras formas de conocimiento. Una hipótesis que no está sujeta a la posibilidad de refutación empírica no pertenece al campo de la ciencia (Ruiz y Ayala, 1998, p. 20).

El método hipotético-deductivo, como el método científico, se remonta a William Whewell (1794-1866) y a William Stanley Jevons (1835-1882), en Inglaterra, y a Charles Pierce (1838-1914), en los Estados Unidos. Pero su máxima expresión se alcanzó con los trabajos de Karl R. Popper. Los más eminentes practicantes de este método, entre otros, han sido: Blaise Pascal, Isaac Newton, Pierre-Simon de Laplace, Claude Bernard, Louis Pasteur, Gregor Mendel y Ludwig Edward Boltzmann. Otros, como Charles Darwin, invocaban ser inductivistas, aunque en la práctica fueran lo contrario, para concordar simplemente con las ideas de los filósofos contemporáneos.

1.3. Segmentación bajo el prisma de la ciencia clásica y síntesis bajo la complejidad: dos vertientes fundamentales

El paradigma científico clásico bajo el predominio del reduccionismo o del desarrollo disyunto, impulsado por las ideas de René Descartes, facilitó la independencia y especialización de cada ciencia de manera aislada y desintegrada de las demás. Los elementos de estudio de una ciencia se consideraban desconectados de los elementos de análisis de otra. Esta forma de hacer ciencia impidió la cabal comprensión de los fenómenos de toda índole.

Por ejemplo, un problema de transporte urbano no solo es una cuestión que incumbe a ingenieros o planificadores mediante la ampliación de vías y construcción de nuevas autopistas. Es algo más que eso: en su solución

intervienen las modalidades de trabajo, el uso del transporte público y sus interrelaciones, el acceso a medios alternativos de transporte como la bicicleta, la seguridad pública, el diseño de las ciudades, la localización de los centros de educación, la informalidad, la segregación social, la regulación sobre el uso del suelo, el ordenamiento territorial, el reconocimiento de las diferencias de toda índole y los conceptos de civismo y ética sobre la concepción misma de las ciudades que queremos habitar.

Un problema aún mucho más contundente y dramático es el de la salud pública, donde interactúan diferentes sistemas a partir de los pacientes mismos —que constituyen de por sí un sistema complejo como seres humanos— y que en sus más diversos tratamientos involucra cuantiosos costos en sus cuatro estados fundamentales: sano, ambulatorio, domiciliario y hospitalario. El paciente interactúa con el sistema de salud como un todo y con sus múltiples y simultáneas interacciones con el sistema urbano. La prestación de bienes y servicios de salud con sus diversas formas de financiamiento, tanto público como privado, comprende subsistemas de tremenda complejidad donde se entrelazan las condiciones sanitarias de la especie humana con la salud del ecosistema global. Todo esto se puede percibir al haber reconocido con el Covid-19 cuán difícil y enmarañada es la simple entrega de una vacuna o la atención a pacientes que viven en poblaciones heterogéneas, segregadas y dispersas, y que compiten por servicios públicos y privados desiguales.

El famoso informe de la University College London y la Lancet Commission «Shaping cities for health: Complexity and the planning of the urban environment in the 21st Century», de Rydin, Bleahu, Davies y Dávila (2012), estableció su marco de referencia de manera inequívoca de la siguiente manera[11]:

> The Commission began from the premise that cities are complex systems, with urban health outcomes dependent upon many interactions and feedback

11 Este informe fue publicado en 2011 en una de las más antiguas y famosas revistas médicas: *The Lancet* (ver *The Lancet, 2*018).

> loops, so that prediction within the planning process is fraught with difficulties and unintended consequences are common (Rydin *et al.*, 2012).[12]

El resumen ejecutivo de este informe, publicado en *The Lancet* por la Lancet Commission, contiene una extraordinaria validez para nuestros días con sus cinco grandes recomendaciones:

- Una, los gobernantes urbanos deben trabajar con una amplia gama de actores (s*takeholders)* para construir alianzas y estrategias para la salud pública.
- Dos, las desigualdades y la marginalidad en salud dentro de las ciudades debe ser el principal reto de atención cuando se intente planificar el entorno con efectiva participación ciudadana en las tareas de hechura de las políticas públicas y otros tipos de intervención.
- Tres, se debe tener una mirada holística al abordar los problemas de la salud pública en la escala urbana. Esto incluye la calidad del medio, como vivienda y provisión de servicios básicos, por ejemplo, agua potable, alcantarillado, alimentación, transporte y empleo.
- Cuatro, al abordar el problema, se requiere tener en cuenta las múltiples relaciones superpuestas que afectan los resultados de la salud urbana al desconocer los patrones culturales.
- Cinco, para una efectiva acción, hay que buscar la experimentación y la innovación entre salubristas y la comunidad en un activo diálogo de mutuo aprendizaje.

Los anteriores dos ejemplos bastan para señalar que hoy en día no es posible entender un fenómeno o un problema social desde el prisma de una sola disciplina. El planificador por sí solo no basta, tampoco el médico. O, incluso más, tampoco es suficiente la perspectiva de un sistema aislado, llámese salud, transporte, educación o tecnología. Por esta razón, el significativo valor que han tomado recientemente los esfuerzos para superar el prisma de la disyunción o el reduccionismo que dio pie a una visión fragmentada del mundo y sus fenómenos. El

12 «La comisión partió de la premisa de que las ciudades son sistemas complejos, con resultados de salud urbana que dependen de muchas interacciones y ciclos de retroalimentación, por lo que la predicción dentro del proceso de planificación está plagada de dificultades y las consecuencias no deseadas son comunes.»

sesgo del análisis en desmedro de la síntesis llevó a que el *diálogo de los saberes* se postergara.

Los altos costos de la segmentación en la creación de conocimientos lo ejemplifican de manera magistral Mintzberg, Ahlstrand y Lampel (2008, p. 14). Al analizar diez escuelas de pensamiento sobre formación de estrategia y práctica de management, ellos citan la famosa fábula india «Los ciegos y el elefante», que el poeta estadounidense John Godfrey Saxe (1816-1887) popularizó en la cultura occidental. Seis ciegos, dependiendo de la parte que toquen de este animal, se forman una idea diferente: una pared, una lanza, una serpiente, un árbol, un abanico, una soga. Así, de manera separada es imposible formarse una idea completa del elefante o, dicho de otra forma, el elefante no se obtiene de la suma de las partes. Pero al mismo tiempo, estos autores afirman: «Sin embargo, para comprender el todo, también necesitamos entender las partes» (Mintzberg *et al.,* 2008, pp. 14-15). Esto se refleja con frecuencia en el provincianismo con que analizamos ciertos fenómenos, como el medio ambiente, que requieren una mirada global.

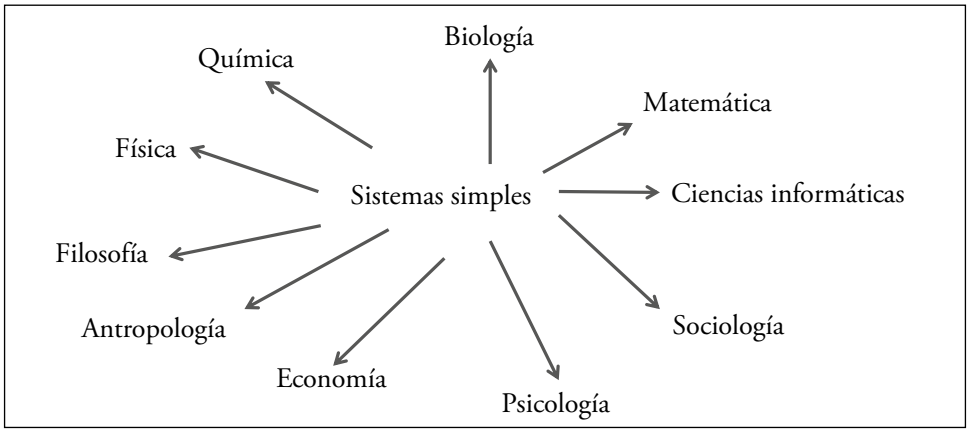
Dicha situación se puede apreciar también en la forma como la mayoría de las universidades de América Latina se encuentran organizadas: en departamentos, institutos, centros y cátedras que escasamente dialogan entre sí o pobremente integran sus programas y mallas curriculares. Son instituciones donde los estudiantes acumulan conocimientos especializados, pero pierden la oportunidad de convertirse en lugares de reflexión activa y creativa que ofrezcan las habilidades para articular un pensamiento global y crítico. Se habla de las reformas de interdisciplinariedad, aunque a menudo esta palabra es una forma distinta de adquirir conocimientos especializados, pero sin adaptación a los desafíos del futuro inmediato.

Giambattista Vico (1668-1744), erudito historiador y profesor de la Universidad de Nápoles, ya vislumbraba la educación atrofiada de los niños y hacía una férrea defensa de las habilidades lingüísticas, la retórica y la historia mediante el poder de la metáfora y el recuerdo. También, como lo destaca Siri Hustvedt, Vico advirtió que la especialización cada vez mayor en las universidades estaba fragmentando de tal modo el conocimiento que los campos se volvían ininteligibles entre sí (2021, p. 25).

De igual manera, la administración pública tendrá que hacer una gran reforma para cambiar su estructura basada en sectores, institutos o ministerios con carril propio, especialmente cuando el Covid-19 ha desnudado la desarticulación de los sistemas de salud para atender una emergencia que requería el concurso de casi todas las administraciones y poderes del Estado. Así, si comparativamente la peste negra o la epidemia de la gripe española fueron peores, el Covid-19 exacerbó nuestros problemas existentes y paradójicamente arrojó luz sobre ellos. Se desnudó la realidad caótica de la toma de decisiones organizativas en una anarquía organizada. Las anarquías organizadas son las organizaciones cuya toma de decisiones es lenta, alambicada y contradictoria en el plano inter e intrasectorial y en ellas los problemas, las soluciones, los participantes y las oportunidades no siempre están en sintonía.

En consecuencia, la institucionalización que plantea la complejidad invita a pensar otros tipos de educación y de investigación y a ejecutar otras posibilidades de generación y transmisión de conocimientos. Esto lo ejemplificaron muy bien Michael Cohen, James March y Johan Olsen (1972) en su famoso modelo de anarquía organizada o *garbage can model*, donde la ambigüedad y la confusión predominan, por cuanto las actividades, los procedimientos, las competencias y las funciones de los actores son imprecisos, desintegrados y cambiantes (figura 2).

Figura 2. La segmentación progresiva de la ciencia clásica (simplificación, disyunción y reducción)



Fuente: Bar-Yam (1997, p. 3), en Earls (2011, p. 20).

En contraste, en el marco de la complejidad las ciencias comienzan a dialogar, compartir conocimientos e integrar sus saberes a fin de encontrar los principios de los sistemas complejos que estudian. El fundamento que proclaman es que ningún fenómeno podrá ser entendido a cabalidad bajo el alero de una sola disciplina. Este mensaje es el nuevo aprendizaje que paulatinamente ha comenzado a tener fuerza en el diseño de nuestras futuras políticas públicas y en la prospectiva, aprendizaje que es indispensable si es que no queremos tropezar con los mismos errores.

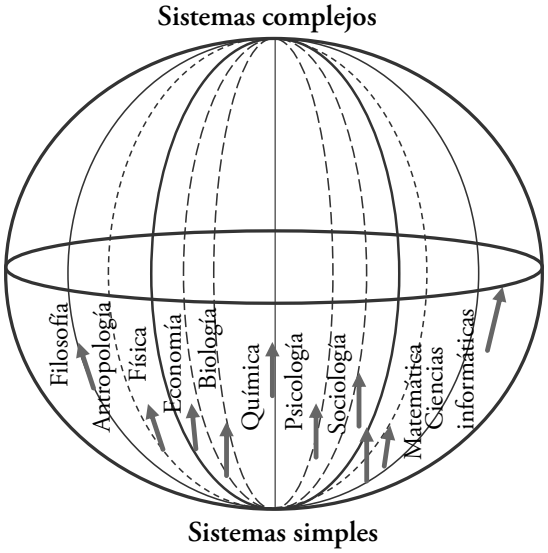
En consecuencia, la comprensión de un fenómeno exige la articulación coherente de muchas clases de conocimientos. Tal como lo destaca John Earls: «La ciencia de la complejidad ofreció una clase de *metalenguaje* científico que facilitó la comunicación entre los especialistas de los diferentes campos» (2011, p. 21).

Como sustento, Earls menciona que el gran logro de la ciencia de la complejidad ha sido el de formular principios generales de organización aplicables a todo tipo de fenómenos, aunque esto no signifique de ninguna manera predicción. Lo que importa es el énfasis y el enfoque en el tipo de interrelaciones entre los componentes que gobiernan la dinámica de los fenómenos bajo estudio, ya sean estos de naturaleza ecológica, social, económica o política.

De manera más explícita, para los futuros hacedores de política pública, la convergencia de los enfoques de la teoría de la complejidad proviene de fuentes diversas, tales como las ciencias, las humanidades, la historia y las cosmovisiones religiosas que convocan a una mejor comprensión de los fenómenos y a una más acertada aproximación a la realidad con mejores preguntas (figura 3).

Con relación al anterior asunto, es importante recordar que la Comisión Gulbenkian —creada para examinar el pasado, presente y futuro de las ciencias sociales y su proyección hacia el siglo XXI— planteó la ruptura con las fronteras disciplinarias estrechas y sin integración, que funcionan como estancos. Esta Comisión, que estuvo asesorada por Ilya Prigogine, ganador del Premio Nobel de Química en 1977, bosquejó la urgencia de establecer ciencias sociales «abiertas» posdisciplinarias y

Figura 3. La reconversión de las ciencias en el marco de la complejidad



Fuente: Bar-Yam (1997, p. 3).

analizó la urgencia de organizarlas como un programa de enseñanza e investigación integrado[13].

> We come from a social past of conflicting certitudes, be they related to science, ethics or social systems, to a present of considerable questioning, including questionig about the possibility of certainties. Perhaps we are witnessing the end of a type of rationality that is no longer appropriate to our time. The accent we call for is one place on the complex, the temporal, and the unstable, which corresponds today to a transdisciplinary movement gaining in vigour.

13 La Comisión Gulbenkian tenía como objetivo examinar las limitaciones de la organización de las disciplinas de las ciencias sociales que se desarrollaron durante el siglo XIX y señalar orientaciones para los futuros 50 años. Fue fundada por la Fundación Calouste Gulbenkian y entre sus miembros figuraban prominentes y renombrados pensadores de prestigiosas universidades del mundo. Su informe fue publicado en 1996 por la Universidad de Stanford, lo mismo que el libro titulado *Open the social sciences*, por el sociólogo e historiador norteamericano Immanuel Wallerstein. La primera de las ciencias de la complejidad es la termodinámica del no equilibrio y fue desarrollada por el famoso científico ruso Ilya Prigogine, quien formó parte de la Comisión (Wikipedia, s. f. a).

> This is by no means a call to abandon the concept of substantive rationality (Gulbenkian Commission, 1996, p. 79).[14]

Oliver Sacks, en su libro póstumo *El río de la conciencia* (2019), señala que la historia de los grandes descubrimientos registra resultados maravillosos cuando se da la integración de saberes entre ciencias aparentemente disímiles, aunque no coincidan en el tiempo. Sacks menciona la similitud científica entre los resultados de Gerald Edelman y Sigmund Freud en épocas diferentes. Gerald Edelman, famoso biólogo estadounidense —Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1972 por sus trabajos sobre el sistema inmunitario, la neuroanatomía, la neurofisiología, la embriología, la biología evolutiva y el funcionamiento neuronal—, propuso un detallado modelo neurobiológico de la mente en el cual el papel central del cerebro es la construcción de categorías perceptivas y conceptuales ascendentes hasta alcanzar la conciencia. Dichas categorías, según Edelman, se basaban en los «valores» del organismo, prejuicios o inclinaciones que el mismísimo Sigmund Freud —creador del psicoanálisis— en sus estudios había categorizado como «pulsiones», «instintos» y «afectos» 50 años atrás (Sacks, 2019, p. 97).

La sintonía entre las ideas de Edelman y las de Freud es sorprendente o, mejor dicho, la unión o integración entre el psicoanálisis y la neurobiología permitieron que los saberes de dos mundos aparentemente dispares, como la mente y el cerebro del ser humano y la ciencia natural, pudieran confluir y ayudar a comprender mejor los fenómenos que nos rodean.

1.4. Fragmentación entre el paradigma del Gobierno Abierto y la complejidad

Para refrendar lo anterior, durante las últimas décadas se impuso en las administraciones públicas como paradigma de trabajo y funcionamiento el de Gobierno Abierto. Este se concebía como un nuevo modelo de relación

14 «Venimos de un pasado social de certezas conflictivas, ya sea relacionadas con la ciencia, la ética o los sistemas sociales, a un presente de cuestionamientos considerables, incluso cuestionamientos sobre la posibilidad de certezas. Quizás estemos asistiendo al fin de un tipo de racionalidad que ya no se adecúa a nuestro tiempo. El acento que pedimos es un lugar en lo complejo, lo temporal y lo inestable, que corresponde hoy a un movimiento transdisciplinario que cobra fuerza. Esto de ninguna manera es un llamado a abandonar el concepto de racionalidad sustantiva.»

entre el Estado, los ciudadanos y la sociedad civil. Podría entenderse como una nueva cultura de comunicación y organización con apoyo de la tecnología para brindar mejores servicios públicos y establecer canales de retroalimentación.

Sin embargo, dicho sistema o modelo, con sus cuatro subsistemas (colaboración, transparencia, acceso y participación), a la luz de los resultados alcanzados, deja una enorme insatisfacción, por cuanto sus subsistemas no han alcanzado las metas propuestas para reducir la desigualdad, comprimir las brechas, satisfacer las expectativas y lograr mayor empoderamiento ciudadano (ver más adelante la figura 5).

Cabe destacar que el Covid-19, según la Cepal, dejará en Latinoamérica y el Caribe como saldo acumulado 230 millones de pobres y 96 millones de personas en pobreza extrema, lo cual representa un 35 % y un 15 % de la población total de América Latina y el Caribe, respectivamente. Esto, además de fuertes caídas en el producto interno bruto (PIB) y aumentos en el coeficiente de Gini. La proyección es que, teniendo el 8,5 % de la población mundial, la región ha sufrido cerca del 32 % de las muertes registradas oficialmente. Con lo cual, se empeoran todas las previsiones (Cepal, 2022, pp. 6-12).

Según el *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2021*, publicado con la colaboración de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef), el Programa Mundial de Alimentos (PMA), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la pandemia de Covid-19 lleva el hambre en América Latina a su peor nivel en dos décadas. «Esto se traduce en 267 millones de personas cuyo derecho humano a la alimentación se ve afectado». En paralelo, el Panorama advierte que la región también está perdiendo la batalla contra otras formas de desnutrición: 106 millones de personas —uno de cada cuatro adultos— padecen obesidad en la región. Con estas alarmantes cifras, este documento demuestra fehacientemente como el hambre y la inseguridad alimentaria están intrínsecamente relacionados con la pobreza y la desigualdad.

Al momento de escribir este libro, el estudio *La respuesta de México al Covid-19* —elaborado por el Instituto para las Ciencias de la Salud Global de la Universidad de California en San Francisco (UCSF), y del cual es coautor, Mariano Sánchez, investigador del Colegio de México (Colmex)— puntualizó: «Si eres hospitalizado en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) tu probabilidad de morir puede ser hasta más del 50%, nada que ver con el 20% de índice de mortalidad por Covid de los hospitales privados» (2021). Además, dicho estudio especificó: «No se tiene información detallada sobre el número de dosis, ni las áreas geográficas en las que se aplicará. No hay lógica epidemiológica en el plan de vacunación, parece que responde más a la política electoral que al bienestar de la población» (Instituto para las Ciencias de la Salud Global, 2021). Con esta evidencia, los expertos refirieron que el estudio debe servir para aprender lecciones y, si es posible, cambiar el rumbo y mejorar el financiamiento del sistema de salud.

Dicho informe, divulgado el 23 de abril de 2021, consta de más de 120 páginas, está basado en más de 400 referencias bibliográficas y fue realizado a solicitud del panel independiente de la OMS, con el auspicio del Instituto para las Ciencias de la Salud Global de la UCSF. Lo hemos citado porque creemos que es una evidencia científica sólida sobre la desigualdad en México y que, con total seguridad, se puede extender al resto de países de la región.

En conclusión, el desafío para reformar los viejos paradigmas, como el de Gobierno Abierto, es gigantesco, y en este contexto la teoría de la complejidad tiene mucho por aportar. Analicemos brevemente cada uno de los subsistemas de este paradigma.

A. El subsistema de transparencia se sustenta en información y portales a través de internet, especialmente para recursos financieros o presupuestales involucrados, a nivel nacional, regional o local. Este subsistema deja altos niveles de insatisfacción debido al escaso o nulo avance en la lucha contra la corrupción.

Según el último Índice de percepción de la corrupción de Transparencia Internacional

> [...] las Américas mantienen un promedio de 43 puntos en una escala de 0 a 100, donde el mayor valor significa menor percepción de corrupción. Entre

> los más corruptos están Venezuela (15), Nicaragua (22) y Honduras (24). Uruguay tiene la puntuación más alta de América Latina (71) y entremedio están Argentina (42), Brasil y Perú (38), Bolivia y México (31). A nivel internacional, Dinamarca y Nueva Zelanda son los menos corruptos con 88 puntos (Transparencia Internacional, 2020).

De igual manera, el indicador de Control de la Corrupción (CdC), que forma parte de los seis Indicadores Mundiales de Gobernanza —conocidos por sus siglas en inglés, WGI, que se construyen a partir de indicadores de instituciones especializadas como Freedom House, Economist Intelligence Unit, Heritage Foundation, Brookings Institution, Foro Económico Mundial, Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Gallup—, entregó sus resultados a finales de septiembre de 2021[15]. Las seis dimensiones de gobernanza consideradas incluyen: voz y *accountability;* estabilidad política; ausencia de violencia y terrorismo; eficacia del gobierno; imperio de la ley; y control de corrupción.

La construcción del CdC se basa en encuestas a ciudadanos, expertos, funcionarios públicos, instituciones y empresarios, con 30 bases de datos individuales. Sus valores y tendencias fueron similares a aquellas del Índice de Corrupción de Transparencia Internacional. ¡Coincidencia dolorosa!

Durante los 25 años durante los que se publica el CdC, Chile y Uruguay han sido los únicos países de la región que aparecen en lugares entre el 20 y el 40 entre más de 200 países. Sigue Costa Rica, ubicado alrededor del lugar 60. Los restantes países de América Latina salen mal considerados: ninguno está entre los 100 países mejor evaluados. El último es Venezuela, que aparece en el lugar 201 de 209 países.

Para el WGI, la gobernanza se define así:

> La gobernanza consiste en las tradiciones e instituciones mediante las cuales se ejerce la autoridad en un país. Esto incluye el proceso por el cual los gobiernos son seleccionados, monitoreados y reemplazados; la capacidad del gobierno para formular e implementar políticas acertadas de manera eficaz; y el respeto de los

15 Ver: www.govindicators.org

> ciudadanos y del Estado por las instituciones que gobiernan las interacciones económicas y sociales entre ellos (Worldwide Governance Indicators, 2021).

Por otra parte, de acuerdo al informe de Americas Society, Council of the Americas (AS/COA) y Control Risks de 2021, el índice Capacidad de Combate a la Corrupción (CCC) evaluó a 15 países latinoamericanos a partir de 14 criterios distintos agrupados en las categorías capacidad jurídica, democracia e instituciones políticas, y sociedad civil y medios de comunicación, en una escala de 1 a 10. La conclusión general es que los esfuerzos anticorrupción sufrieron una nueva ola de retraso agravada por los efectos de la pandemia del Covid-19 (Americas Society, *et al.* 2021).

Según dicho informe, solo tres países experimentaron mejoras en su lucha contra la corrupción (Uruguay, Chile y Costa Rica), siete se mantuvieron estables y cinco tuvieron fuertes caídas en sus índices (Bolivia, Guatemala, Colombia, Brasil y México). Venezuela ocupó el último lugar del ranking, detrás de Bolivia, penúltimo en la lista.

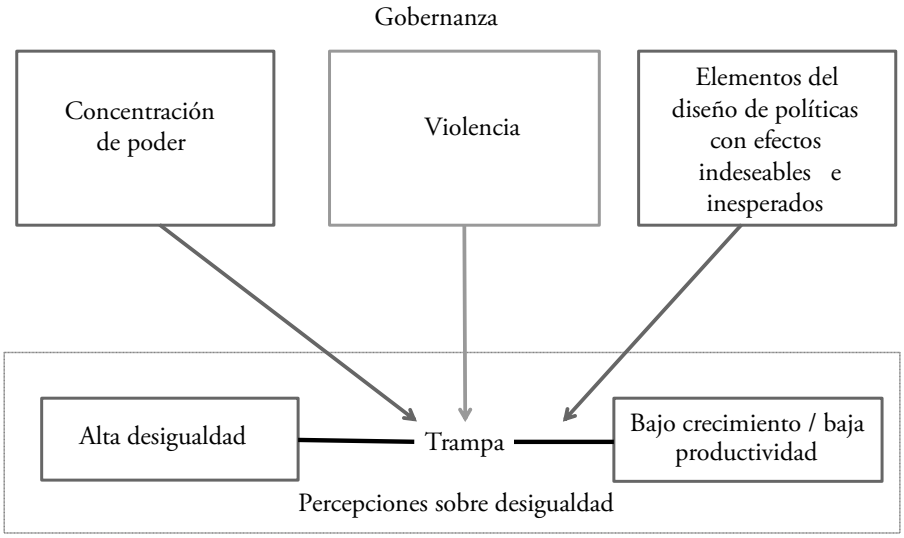
Asimismo, el último *Índice latinoamericano de transparencia legislativa* (2019) importa información respecto a este tema y afirma que la mayoría de los congresos no superan el 40 % de transparencia. El estudio, realizado por quince organizaciones de la sociedad civil miembros de la Red Latinoamericana por la Transparencia Legislativa, evaluó el desempeño de 13 congresos, parlamentos y asambleas nacionales de la región y evidenció que 6 de ellos se encuentran por debajo del 40 % de transparencia, según una fórmula que analiza cuatro áreas: normativa, presupuesto y gestión administrativa, participación ciudadana, y labor del congreso.

En general, se aprecia una caída de los indicadores en comparación con el índice para 2018. «Los resultados de este año son bastante desoladores. En casi la mitad de los evaluados podemos hablar de una ausencia absoluta de transparencia», comentó al diario *El Mercurio* Alberto Presch (2021), director ejecutivo de Chile Transparente y miembro de la Junta Directiva de Transparencia Internacional.

El cuarto *Informe sobre desarrollo humano para América Latina y el Caribe* del PNUD (2021) afirma por su parte que la brecha entre ricos

y pobres y la vulnerabilidad de la región quedaron en evidencia durante la pandemia de Covid-19. Esa «trampa» de alta desigualdad y bajo crecimiento con baja productividad está alimentada por tres factores que prolongan el círculo vicioso: la concentración de poder, la violencia y los sistemas sociales ineficientes. La violencia alimenta la «trampa» por cuanto la región, aunque representa solo el 8 % de la población mundial, concentra una tercera parte de los homicidios. El informe habla tanto de violencia social como doméstica (ver figura 4).

Figura 4. La trampa de la alta desigualdad y el bajo crecimiento



Fuente: PNUD (2021).

Entre otros datos que aporta el PNUD (2021), se destaca que en 2020 el 77 % de la población creía que los países son gobernados en interés de unos pocos grupos poderosos y no por el bien de todos. El índice de Gini promedio de la región es de 46,3, de manera que es la segunda región más desigual del mundo. Los países de África Subsahariana y de América Latina y el Caribe destacan como los de mayor desigualdad a nivel global, con un índice de Gini superior a 50. El bajo crecimiento es consecuencia de la baja o negativa productividad

y su viciosa dinámica. Con dicho diagnóstico, para el PNUD, autor del informe, es fundamental comprender la naturaleza de la «trampa», los factores comunes subyacentes y sus complejas interrelaciones, como primer paso para liberarse de ella.

Así mismo, la desconfianza interpersonal ha alcanzado niveles alarmantes. Somos la región con mayor desconfianza interpersonal del mundo, y por segundo año consecutivo tenemos el mínimo histórico de confianza interpersonal. Los registros son tan bajos que prácticamente algunos países ya no tienen confianza interpersonal, como es el caso extremo de Venezuela y muchos otros más.

Esta situación se ha agudizado recientemente con las movilizaciones violentas enardecidas por el Covid-19 y con las expectativas económicas futuras negativas como indicador de desesperanza y desconfianza en las instituciones. Los partidos políticos, el Congreso, el Gobierno y el Poder Judicial son las instituciones peor evaluadas. «En los 23 años que Latinobarómetro ha medido la región nunca había habido esta percepción de retroceso tan grande» (Latinobarómetro, 2020).

La confianza es la fuerza aglutinante que cohesiona y asocia a los miembros de una sociedad, y permite relaciones de cooperación mediante las cuales podemos trabajar y aportar para lograr una meta o una visión de país. Sin ella, los esfuerzos se disipan y los recursos se subutilizan. En el nivel global, las instituciones pierden fuerza y competencias para actuar.

De igual manera, según el último Latinobarómetro (2021b), dado a conocer el jueves 7 de octubre de 2021, los niveles de descontento con la democracia han aumentado significativamente. Una mayor transparencia fiscal, con énfasis en las acciones y resultados de quienes sostienen el poder y asignan el presupuesto, podría ayudar a cambiar esta situación. En medio de tantas plataformas, la ciudadanía no dispone de manera sencilla y ágil de datos o indicadores estratégicos sobre los objetivos y resultados del gasto.

Según el Latinobarómetro 2021, el 70 % de los latinoamericanos estaban insatisfechos con la forma en que su democracia funcionaba en la práctica. Este es el porcentaje más alto desde que se hace la encuesta.

Bajo el título *Adiós a Macondo*, el informe citado comienza así:

> Una ola recorre a América Latina consecuencia del egoísmo de las élites. Es la ola de la escasez de las mayorías. En este último ciclo electoral, los nuevos presidentes enfrentan creciente atomización de los parlamentos, aumento de movimientos y partidos nuevos, así como el fin de los viejos. La gobernabilidad se aleja, augurando tiempos complejos para la región [...]. La pandemia ha desnudado el poder dejándolo sin máscara para esconderse. Los ciudadanos han salido de Macondo para incorporarse al mundo globalizado que el virus puso en las pantallas de sus s*martphones*. Una combinación explosiva para la gobernabilidad, demandas de desarrollo globalizadas, oferta política macondiana (Latinobarómetro, 2021a).

De acuerdo al sondeo, realizado en 18 países, el apoyo a los regímenes democráticos alcanzó un máximo en 2010: 63 %. Tras ello, inició una década de descenso generalizado, hasta llegar a 49 % de aprobación en 2020. Los países con mayor apoyo a la democracia son Uruguay (74 %), Costa Rica (67 %), y Chile (60 %), mientras los que menos la secundan son Panamá (33 %) y Honduras (30 %). El apoyo a la democracia en Brasil y México, los dos gigantes de la región, está bastante por debajo del promedio regional. Para esta encuesta de Latinobarómetro, se preguntó a más de 20.200 personas de más de 18 años en 18 países de América Latina y el Caribe, en una muestra representativa de los más de 600 millones de habitantes.

Todos los anteriores perfiles tienen relación directa con la calidad y profundidad del capital social, entendido este como la red de relaciones interpersonales y el conjunto de valores compartidos por los miembros de dicha red, entre los cuales se destaca la lealtad.

Según Diego Azqueta (2021), citando a Robinson, Siles y Schmid (2003), el capital social puede adoptar, entre otras, las siguientes formas: a) capital social *de unión,* donde hay relaciones y compromisos estrechos, como en la familia; b) capital social *de vinculación*, que aparece cuando se dan relaciones horizontales estrechas basadas en compromisos explícitos o implícitos, como en la escuela, el trabajo o asociaciones de pertenencia; c) capital social *de aproximación,* cuando las relaciones interpersonales son asimétricas y jerárquicas, como en el

vínculo profesor-alumno, empleador-empleado, Estado-ciudadanos y donde el capital social sirve como puente.

En opinión del sociólogo Robert Putnam, el capital social —la confianza social— facilita a través de normas informales la convivencia y el cumplimiento de la ley.

Al tener en cuenta dichas definiciones, el contexto institucional es crucial, por cuanto, desde un enfoque de redes de políticas públicas, la confianza y la lealtad son fundamentales para coordinar interacciones y acuerdos institucionales que sirvan de puente, escalera o enlace para buscar consensos y sinergias que permitan hablar de una sociedad con un mínimo de cohesión social. Por lo tanto, con la influencia de Douglas North (1993), la ciencia económica ha vuelto a valorar la importancia de las instituciones para el desarrollo democrático, económico y social.

B. El subsistema de acceso del Gobierno Abierto a los servicios esenciales o bienes públicos como transporte, salud, educación y vivienda, entre otros, tampoco tiene un buen balance cuando se observan las brechas y desigualdades, agravadas por los altos niveles de informalidad, que en la región alcanza en promedio al 50 % de la población.

La brecha digital se agudizó con el Covid-19, por cuanto esta es reflejo de la desigualdad en diferentes campos, como el tecnológico, económico, social y político. Pero, ante todo, agravó el acceso a la educación debido al confinamiento y las limitaciones de millones de niños y niñas que no cuentan en sus hogares con computadores o celulares para aprender y recibir las clases a distancia. Esta brecha digital es expresión de una gobernanza electrónica en deuda no solo con la simplificación en la prestación de servicios públicos y la participación activa, sino con las mejoras en la producción y los ingresos y garantizar educación, trabajo y arraigo en los territorios.

Asimismo, la pandemia demostró con total crudeza la enorme brecha tecnológica entre la ciudad y el campo. Según el estudio *Conectividad rural en América Latina y el Caribe: un puente al desarrollo sostenible en tiempos de pandemia,* elaborado por BID, IICA

y Microsoft (2021a), el 71% de la población urbana de la región cuenta con opciones de conectividad, frente a menos del 37 % de la población rural. Además, son las mujeres de baja escolaridad las menos conectadas. Por lo tanto, 77 millones de personas en territorios rurales de América Latina y el Caribe carecen de conectividad con estándares mínimos de calidad. Mientras tanto, según el Banco Mundial, el crecimiento económico originado en la agricultura es 2,7 veces más efectivo para reducir la pobreza que el que se presenta en otros sectores. Esto se debe al efecto multiplicador que tienen las inversiones en la agricultura, que impactan entre el 30 % y el 80 % en el resto de la economía (Banco Mundial, 2008, p. 3).

Para profundizar en lo anterior, BID, IICA y Microsoft realizaron un trabajo adicional titulado *Habilidades digitales en la ruralidad: un imperativo para reducir brechas en América Latina y el Caribe* (2021b) con la finalidad de llevar al centro de la discusión pública un tópico relegado, cuyo papel es tan relevante como el de la conectividad y cuya escasez inhibe el potencial de las zonas rurales. El estudio concluye que las habilidades digitales en la ruralidad son un imperativo para reducir brechas, por cuanto: «No es la tecnología *per se* la que puede propiciar cambios mediante su adopción, sino el talento humano y las propias organizaciones quienes impulsan las transformaciones al incorporar tecnologías digitales» (IICA, BID y Microsoft, 2021b).

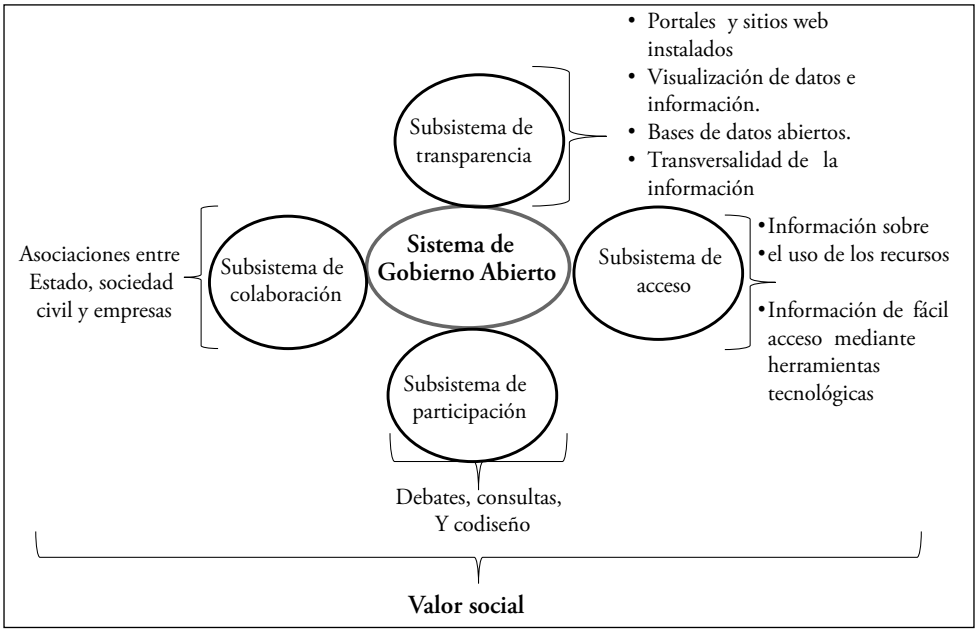
C. El subsistema de colaboración, en cuanto al diseño e implementación de planes, programas y proyectos, ha sido más retórica que realidad en la intervención de los ciudadanos en la esfera pública para representar intereses colectivos.

D. El subsistema de participación, finalmente, cuyos grados tienden más hacia la participación simbólica (apaciguamiento, consulta, persuasión, información); la participación nula (indiferencia, apatía, privatización de la sociabilidad); y la participación no institucional (manipulación, clientelismo, extorsión o soborno); y apuntan poco hacia el

poder ciudadano (control ciudadano, poder delegado, toma de decisiones conjunta, empoderamiento).

Estos cuatro componentes del sistema de Gobierno Abierto arrojan como resultado un bajo nivel de *valor* público o *valor social*, medido como percepción o grado de satisfacción con los servicios que presta el Estado (figura 5).

Figura 5. Sistema de Gobierno Abierto



Fuente: elaboración propia, con base en Ramírez-Alujas y Dassen (2016).

En breve, el sistema de Gobierno Abierto necesita actualizar su paradigma con reorientaciones estratégicas para generar información que facilite la reflexión y la deliberación pública. Requiere también apoyar decididamente a actores diversos para cambiar la lógica tradicional de hacer participación sin la voz y el voto de las organizaciones sociales básicas, a fin de generar un modelo de democracia deliberativa; junto a ello, con el apoyo ciudadano, necesita romper la inercia de aumentar

el gasto sin cambiar la lógica de asignación del mismo y redefinir las funciones de los organismos públicos. Todo esto con el objetivo de hacer realidad una gobernanza digital.

Durante el año 2021, se expresaron claras muestras del descontento y el rechazo a esta forma de sistema político en la región. Un reflejo del malestar ciudadano respecto a los resultados de los subsistemas del paradigma de Estado Abierto son las conclusiones de las elecciones de 155 constituyentes el 15 y 16 de mayo en Chile, las cuales fueron consideradas como un «terremoto político» para los partidos tradicionales por su baja representatividad. Las listas de independientes, de centro-izquierda y de izquierda obtuvieron más de dos tercios de los escaños de la Asamblea Constituyente, proporción necesaria para aprobar los puntos que se propongan. Asimismo, llamó la atención la edad promedio de los constituyentes, 45 años, lo cual representa una renovación generacional profunda. Por otra parte, también en Chile, el 21 de noviembre de 2021 se realizó la elección presidencial y parlamentaria, en las que captaron las dos primeras mayorías de votos un candidato de extrema derecha y otro de extrema izquierda. Esto obligó a la realización de una segunda vuelta cuatro semanas después. El 19 de diciembre, el joven diputado de izquierda Gabriel Boric, de 35 años, abanderado del Frente Amplio y el Partido Comunista, ganó la Presidencia al obtener el 55,8 % de los votos, frente al 44,1 % de su opositor, José Antonio Kast.

De igual manera, el resultado de la elección presidencial en Ecuador del 11 de abril fue considerado como un voto de rechazo a las prácticas tradicionales de hacer política, lo mismo que la extrema polarización de la elección presidencial en el Perú del 6 de junio de 2021, que dejó en el limbo los resultados por casi dos meses debido a la impugnación de mesas electorales, y fue un fiel espejo de las visiones opuestas de los dos candidatos finalistas, las diferencias sociales, el desarrollo inorgánico y las enormes brechas territoriales en este país. Todo *ad portas* de la celebración del Bicentenario de la Independencia del Perú, con sus costos en términos de gobernabilidad.

En otro contexto, las violentas manifestaciones y el paro prolongado en Colombia durante mayo y junio del mismo año fueron, sin lugar a dudas, con la disculpa de la oposición a una reforma tributaria, explícito reflejo de las enormes desigualdades, la pobreza, el desempleo y el rechazo a un sistema político que se considera que no ha cumplido con sus promesas durante varias décadas.

Signo inequívoco del descontento y la incapacidad para gestionar una «trampa» prolongada de desigualdad y bajo crecimiento, el 13 de marzo de 2022 se realizó en Colombia la consulta nacional para elegir candidatos a la presidencia, entre cinco precandidatos, y miembros al Congreso de la República. El candidato Gustavo Petro, candidato de la izquierda dentro de su coalición Pacto Histórico, triunfó holgadamente y obtuvo más votos que los candidatos de las otras coaliciones, y lo dejó con la primera opción de ganar la primera vuelta que se realizará el 29 de mayo. El resto es incertidumbre y malabarismo político.

La lectura que deja la consulta —como «espejo» de las tendencias que vive la región—es el agotamiento de los partidos anclados en categorías perentorias, tanto de derecha como de izquierda; el peso transversal del discurso anticorrupción y unos planteamientos más integrales en lo económico, lo social y lo ambiental. Todo ello, impulsado por nuevos estilos de campaña electoral mediante uso del internet.

También, como expresión del descontento social, la corrupción y el desgaste político, podría interpretarse la derrota electoral que sufrió el partido Morena del presidente Andrés Manuel López Obrador en México el 6 de junio con la pérdida de la mayoría absoluta en la Cámara de Diputados de 500 miembros, lo mismo que la de 7 alcaldías en Ciudad de México, la cual dejó el mapa electoral dividido por la mitad, o a una metrópoli dividida en dos colores: el oficial y el de la oposición, como un auténtico «muro» que divide la opinión y el sentir de los ciudadanos.

Igualmente, en las Primarias Abiertas, Simultáneas y Obligatorias (PASO) de la Argentina, celebradas el domingo 12 de septiembre, el

oficialismo perdió la mayoría en el Senado y, con menos diputados, sigue en minoría en esta Cámara. Además, quedó desplazado en 17 de las 24 provincias, entre ellas las 5 de mayor peso electoral, incluyendo la Provincia de Buenos Aires. Todo ello es fiel reflejo del descontento con la alta inflación, los crecientes niveles de pobreza y la pésima gestión del Covid-19, que ha mostrado elevadas tasas de contagio y letalidad en el país. Con estos resultados y la pugna interna por el poder, se abre la puerta a nuevas incertidumbres. A ello debe añadirse que el 14 de noviembre de 2021 en las elecciones legislativas el gobierno de Alberto Fernández, representante del kirchnerismo, perdió el control del Senado, lo que no sucedía —que el gobierno no tenga mayoría en este organismo— desde 1983.

Caso aparte son las democracias fallidas de Haití, Nicaragua y Venezuela. Y otro tema es la situación de Cuba.

Los mencionados son ejemplos de los costos de los ciclos electorales, en términos de estabilidad de las políticas públicas, con sus recurrentes intentos por refundar los países y su gobernanza.

Además de estos costos, los gobiernos de la región, casi sin excepción, enfrentan durante 2022 y los años subsiguientes el desafío de la recuperación económica y social, agravada por los efectos del conflicto Rusia-Ucrania y el arrastre de la endémica desigualdad.

1.5 Principios sobre el paradigma del orden

Ahora bien, dadas las anteriores pinceladas sobre la realidad latinoamericana para tener un contexto en el marco del paradigma del Gobierno Abierto, la perspectiva lineal o disyunta desde el siglo XIX y hasta finales del siglo XX ha descansado en el poder de la razón para dominar los fenómenos físicos y, por extensión, los sociales. Es un poder sustentado en un paradigma de orden, el cual, según Robert Geyer y Samir Rihani (2010, p. 13), estaba fundado en cuatro reglas de oro:

- **Orden:** las causas dadas conducen a efectos conocidos en todo momento y lugar.

- **Reduccionismo:** la conducta de todo sistema puede ser comprendida, a la manera de un reloj, mediante la observación de sus partes. El todo es la suma de sus partes.
- **Previsibilidad**: una vez definida la conducta global, los eventos futuros pueden ser predichos mediante la apropiada aplicación de insumos al modelo.
- **Determinismo:** los procesos fluyen de manera ordenada y previsible a lo largo de un sendero con un claro comienzo y un final racional.

Dichas reglas de oro sobre el orden y la linealidad son en el fondo las creencias básicas del experimentalismo empírico del paradigma positivista propuesto originalmente por el filósofo francés Augusto Comte (1798-1857), paradigma que parte del reconocimiento de una realidad dirigida por inmutables leyes naturales y asigna a las ciencias la función de descubrir «objetivamente» cómo funciona dicha realidad para predecir y controlar los fenómenos naturales.

Estos principios positivistas se pueden analizar desde las siguientes perspectivas:

- **La perspectiva ontológica,** el descubrimiento de las leyes de funcionamiento de la realidad deja de lado el contexto y el tiempo en que suceden y sus generalizaciones toman la forma de leyes de causa-efecto.
- **La perspectiva epistemológica, o teoría del conocimiento,** el observador de los fenómenos está libre de valores y existe una separación entre él y el objeto observado. Es decir, el sujeto cognoscente y el objeto cognoscible no interactúan.
- **La perspectiva metodológica**, en la que predomina el método inductivo, por lo cual el investigador comienza con una hipótesis y busca información para confirmarla o falsarla. Por el contrario, con el método deductivo, el investigador comienza con información, busca algunos patrones en esta, infiere conclusiones de dichos patrones y finalmente plantea una teoría, la cual puede ser testeada o verificada con nueva información.
- **La perspectiva praxeológica,** las herramientas para operar en el contexto provienen de leyes y principios establecidos que dan cuenta de

un movimiento desde el desorden hacia el orden universal, dando a entender que a mayor conocimiento mayor orden y, por ende, mayor capacidad para predecir y controlar.

- **La perspectiva axiológica,** finalmente, un positivismo lógico, donde se buscan los hechos o causas de los fenómenos prestando poca atención a lo subjetivo de los individuos y tiene una mirada «desde afuera» sobre el supuesto de una realidad estable y libre de valores (Guba, 1990, pp. 18-21).

En la academia, estos planteamientos se vieron claramente reflejados en una indagación racionalista frente a una sola realidad descompuesta en sus elementos —o variables—, donde cada uno de ellos puede ser estudiado de manera independiente y sin ninguna interacción o participación entre el investigador y los involucrados. Muestra de ello son los postulados de Max Weber (1864-1920) —uno de los fundadores de la sociología, la administración pública y la teoría de la burocracia— como máximo *orden* de la organización consolidada por normas escritas.

Los postulados de Weber sobre un Estado moderno establecen lo siguiente:

- Jerarquías administrativas piramidales, estrictas y centralizadas.
- Líneas claras de responsabilidad.
- Responsabilidad y toma de decisiones en la cúspide.
- Procedimientos de comando y control.
- Rigidez organizacional.
- Uniformidad y previsibilidad.
- Ideología del racionalismo meritocrático y tecnológico (Geyer y Rihani, 2010, p. 22).

Posteriormente, entre las décadas de 1970 y 1990, en términos del pensamiento de política pública, las ideas fueron exaltadas y compendiadas por la Escuela de Elección Pública y por los enfoques de la Nueva Gestión Pública. La primera, fundada por Anthony Downs, tuvo como máximos abanderados a James Buchanan y Gordon Tullock, quienes, a través de su obra *El cálculo del consenso*, descubrieron que era posible la aplicación y

extensión de la teoría económica a las decisiones políticas y gubernamentales. Es decir, la elección pública aplica la teoría económica a la elección colectiva, fundamentalmente al gobierno y la política.

De igual manera, los teóricos de la elección pública argumentan que las personas persiguen su propio interés en todos los contextos y circunstancias y, en consecuencia, apoyan la idea de que los mercados son guiados por el interés privado, de manera tal que la noción de que el gobierno es conducido por el interés público es una mera fantasía. Estas ideas constituyen en cierta forma una revolución en la forma como el gobierno es analizado.

Antes de la teoría de la elección pública, el gobierno era tratado como si fuera exógeno a la economía, como un corrector benigno de la economía de mercado cuando esta fallaba. Después de esta teoría, el rol del gobierno en la economía se convirtió en algo a ser explicado, no presumido ni exógeno, y se dio pie a teorías como las de la captura del regulador, la búsqueda de rentas y votos, los costes de transacción, la agencia y la lógica de los costos dispersos y los beneficios concentrados (Cobin, 1999, p. 28).

Al acercarnos a la década de 1990, la Escuela de Elección Pública se vio reforzada con las ideas de la Nueva Gestión Pública, que aboga por un mayor predominio del mercado. Nada mejor para ello que fortalecer todo lo relacionado con la descentralización, la desregulación, la privatización de los servicios y la flexibilización en todo lo relacionado con la administración pública para lograr una gerencia profesional.

Dichas ideas perseguían la creación de una administración eficiente y eficaz, con servicios al menor coste posible y promoción de mecanismos de competencia para buscar servicios de mayor calidad. Todo ello, dentro de objetivos de gestión por resultados, rendición de cuentas, transparencia y participación ciudadana.

A pesar de los incuestionables avances teóricos, simultáneamente se levantaron voces y escuelas que mostraban las limitaciones del paradigma del orden. Mencionamos a continuación a algunos de sus representantes.

Robert Michels, alumno de Max Weber, desarrolló la «ley de hierro de la oligarquía», según la cual las organizaciones tienden a ser más oligárquicas a medida que se vuelven más grandes y complejas, dejando de ser un

medio para alcanzar determinados objetivos y convirtiéndose en fines en sí mismas. Michels, como explicación del gobierno de las minorías, no solo consideraba la burocratización, sino también el peso de los líderes fuertes.

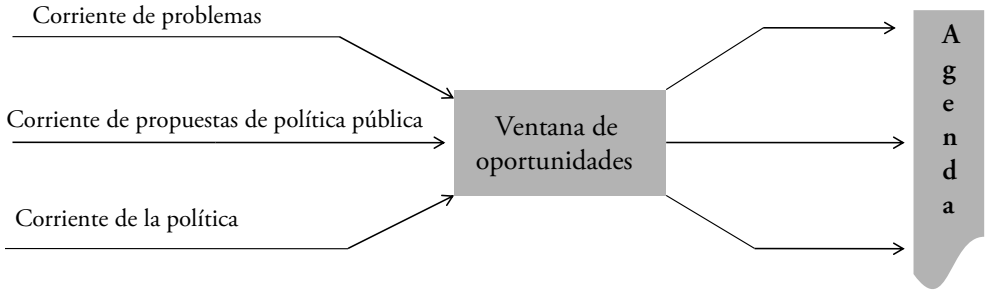
Charles Lindblom, frente a la complejidad de la gestión pública y la incertidumbre en la toma de decisiones, propuso la teoría del «incrementalismo» como rechazo a los planes distributivos y de gran escala y en favor de las acciones incrementales, o de ajustes marginales, que podrían ser continuamente revisadas y evaluadas de acuerdo a las circunstancias. Lindblom es la expresión del reformismo, de la política del «salir del paso», del «acomodo» o de los «pequeños pasos», como estrategia para lograr acuerdos y arreglos temporales en un universo plural (1979, p. 259; Roth, 2014, p. 165).

Michael Cohen, James March y Johan Olsen, en 1972, formularon el modelo «caneca de basura» en la toma de decisiones. Mediante esta metáfora daban a entender que, frente a problemas complejos e inciertos, los actores políticos acuden al tacho de basura de estrategias, las sacan de allí y las aplican aleatoriamente para ver si funcionan.

A su vez, John Kingdon formuló el «modelo de acopladura» en su libro *Agendas, alternatives and public policies* (2003). En este modelo, el proceso de las políticas públicas no sigue fases secuenciales a la manera de un ciclo *(policy cycle)*, sino que confluyen tres clases de corrientes *(streams)*: la corriente de problemas, crisis o sobresaltos que atraen la atención de los hacedores de política *(problems stream)*; la corriente de alternativas y programas que conforman las actividades políticas *(politics stream)*; y la corriente de ideas o soluciones de política, no exenta de luchas de poder *(policy stream)* (Kingdon, 2003, pp. 157-163).

Cuando convergen estas tres corrientes, se abre una ventana de oportunidades (*window of opportunities*) que posibilita la respuesta a un problema de la población, ella se abre por cambios en el entorno político o por la presión de un problema. En el modelo, un punto importante es el diseño de la agenda como lista de asuntos de carácter público, en ella coexisten una agenda sistémica y una agenda política. La primera capta la atención de la sociedad en general, mientras que la segunda refleja la lista de temas que constituyen el foco de atención del gobierno *(focusing events)* (figura 6).

Figura 6. Modelo de acopladura y establecimiento de la agenda



Fuente: elaboración propia con base en Kingdon (2013, pp. 157-163).

En medio de la confrontación entre orden y equilibrio, frente a relativismo y desorden, la Unión Europea en los años 1990, acosada por la complejidad en la toma de decisiones, acuñó el término «gobernanza multinivel» como un modelo de gestión diferente al de control excesivamente jerárquico y burocrático, un modelo que respondiera a una mayor autonomía y cooperación entre los agentes públicos y privados.

No solamente en el campo económico y social se cuestionaron entonces estos modelos. Desde el lado ecológico, se critica a los economistas neoclásicos por su excesivo énfasis en la eficiencia y la maximización del crecimiento, en desmedro de los temas de escala y distribución. Se señalaron, en relación a ello, los costos del divorcio entre el sistema humano y el sistema ecológico, con graves consecuencias sobre la sostenibilidad de los recursos y en el cambio climático, como resultado de tratar a tales sistemas como si fuesen realidades separadas.

Uno de los pioneros de la economía ecológica fue el gran intelectual Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994), quien la conceptualizó como *metabolismo social,* es decir, como el intercambio continuo de materia y energía entre los sistemas sociales y el medio ambiente, intercambio que se da a propósito de las actividades económicas. También utilizó los términos *stock y fund* para distinguir diferentes tipos de recursos de acuerdo a sus propiedades de almacenaje, agotamiento y desgaste. Así, se habla de *stock-flow y fund-services.* Por ejemplo, el agua potable es un *stock-flow*, pero el

agua de una piscina para nadar es un *fund-service;* y una bicicleta para la venta en una tienda es un *stock-flow,* mientras que la bicicleta que uno utiliza diariamente es un *fund-service* (Daly y Farley, 2011, pp. 71-72).

Tal como se comenta en el libro de Herman E. Daly y Joshua Farley, *Ecological economics* (2011), el valor pedagógico del flujo de valor de cambio de la economía se concentra en sus dos unidades constitutivas: la unidad de producción (las empresas) y la unidad de consumo (los hogares). Los precios son determinados allí por la interacción entre oferta y demanda, como una máquina de movimiento perpetuo o como un perfecto reciclador de materia y energía sin desechos. Por su parte, los precios de los factores (tierra, trabajo y capital) resultan de la oferta y la demanda en el mercado de los mismos. Estos precios, multiplicados por la cantidad de cada factor poseído por cada hogar, determinan el ingreso de los hogares y la suma de todos los ingresos de factores es el ingreso nacional. De igual manera, la suma de todos los bienes y servicios producidos por las firmas multiplicada por el precio al cual es vendido cada uno de ellos en el mercado de bienes es igual al producto nacional. Finalmente, en términos contables, el producto nacional es igual al ingreso nacional, permitiendo que las entradas sean igual a las salidas.

De otro lado, el problema económico con sus tres preguntas clásicas, *qué, cómo y para quién*, se sintetiza como cuestión fundamental de carácter social y tecnológico que trata de armonizar muchas necesidades ordenadas por preferencias, frente a recursos escasos de uso alternativo, con sus correspondientes costos de oportunidad. O costos de la alternativa a la que renunciamos cuando tomamos una cierta decisión.

Dicha abstracción deja de lado el flujo metabólico desde los insumos de materia prima hasta los productos de desecho, y considera que la economía funciona como un sistema cerrado, con crecimiento ilimitado para siempre.

De acuerdo al filósofo y matemático inglés Alfred North Whitehead (1861-1947), ver al sistema económico de esa manera es como si se confundiese el mapa con el territorio, lo que encerraría una «falacia de concreción fuera de lugar» (*fallacy of misplaced concreteness)*. Esta falacia se comete al pretender que un modelo abstracto, elaborado con el propósito de

explicar un aspecto de la realidad, pueda extenderse para explicar cualquier cosa o cosas completamente diferentes. Se confunde una abstracción o modelo con la realidad que representa.

Es decir, el poder del pensamiento abstracto, al confundir la abstracción matemática con la realidad que esta representa, con todas sus cualidades, tiene un costo. En este caso, el costo se refleja en el olvido o falta de consideración del desperdicio o la basura que se genera para mantener los actuales patrones de consumo con la actual tecnología, patrones que producen agotamiento de las fuentes naturales (minas, combustibles fósiles, pesquerías, tierras de cultivo) y contaminación de los sumideros ambientales (atmósfera, océanos, vertederos).

Sobre estos asuntos, Diego Azqueta Oyarzún, profesor emérito de la Universidad de Alcalá (Madrid) y autor de varios libros sobre economía ambiental y valoración económica de la calidad ambiental, destaca la discrepancia entre el sistema de mercado y las funciones de la biosfera, como ser el sustento de la vida, ser parte de la producción de innumerables bienes y servicios y ser el sumidero para muchos de los residuos y desperdicios que genera la actividad económica. Sin embargo, según sus palabras, el mercado es incapaz de poner precio a estas funciones para que reflejen su valor económico. Dicha carencia de precio aparece por tres razones: externalidades, bienes públicos con sus atributos de no exclusión y no rivalidad, y el problema de los recursos comunes o libre acceso (Azqueta, 2007, pp. 42-48).

En clave con lo anterior, el economista indio Partha Dasgupta, doctorado por la Universidad de Cambridge, lanzó el 2 de febrero de 2021 el informe *La economía de la biodiversidad* a solicitud del Departamento del Tesoro Británico, en el cual propone un giro radical en la forma de usar lo que denomina «comunes globales» —en el sentido de mirar a la naturaleza como un activo, un capital natural—. Dentro de los mensajes centrales, Dasgupta establece como principio que «somos parte de la naturaleza y no estamos separados de ella», por lo tanto: «Nuestras economías, medios de subsistencia y bienestar dependen de nuestro bien más preciado: la naturaleza» (Dasgupta, 2021).

Para Dasgupta, hay que partir de la base de que la biosfera —y esto implica a todos los ecosistemas del planeta— es un activo que hay que incorporar al momento de tomar decisiones económicas. Una estimación

prudente del costo total a nivel mundial de los subsidios que dañan a la naturaleza es de alrededor de 4 a 6 billones de dólares estadounidense por año. Estos subsidios incluyen actividades como la agricultura insostenible, la sobrepesca y la sobreexplotación de los recursos hídricos. Genéricamente, son aquellos que inducen a explotar un recurso a tasas insostenibles (a un ritmo superior a su capacidad natural de regeneración), aquellos que llevan a contaminar a tasas inadmisibles (por encima de la capacidad natural de asimilación del medio) y los que conducen a la degradación de la diversidad biológica y los servicios que nos prestan los ecosistemas. Un ejemplo concreto sería un subsidio a la producción agrícola que genera las condiciones (perversas) para la sobreexplotación de un acuífero; o subsidios a la producción forestal o a la expansión de la frontera agraria que conducen a tasas de deforestación de bosques nativos[16].

Así, el núcleo del problema radica, según el informe de Dasgupta, en un fallo institucional muy arraigado y generalizado. Se trata de un fallo del mercado, por cuanto el valor de la naturaleza no se refleja en los precios del mercado debido a que una gran parte de ella está a disposición de todos sin costo monetario alguno. Pero también es un fallo institucional enorme porque muchas de nuestras instituciones son incapaces de manejar las externalidades: pagan más por explotar la naturaleza que por protegerla y por dar prioridad a actividades económicas insostenibles.

En el fondo, este informe hace un llamado a replantear el valor que le damos a la biodiversidad y sus implicaciones para el diseño de políticas que nos permitan convivir con la naturaleza de manera más sostenible. Lamentablemente, dice el informe, la mayoría de los modelos de crecimiento y desarrollo económico separan a la naturaleza de la humanidad y no reconocen sus límites (Dasgupta, 2021).

Por lo tanto, tal informe es una invocación a guiar una transición integrada hacia un compromiso sostenible con la naturaleza, el cual, por lo demás, es intensivo en mano de obra e inclusivo, algo fundamental

16 Agradezco a Gonzalo Delacámara, del Instituto Madrileño de Estudios Avanzados del Agua (Imdea), por las aclaraciones y los ejemplos de subsidios nocivos.

post-Covid-19, donde la riqueza biológica de América Latina y el Caribe representa más del 40 % de la biodiversidad del mundo. En breve, dice el informe: «necesitamos cambiar nuestra forma de pensar, actuar y medir el éxito» (Dasgupta, 2021).

Adicionalmente, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma), es urgente cambiar el enfoque lineal de «tomar-fabricar-desechar». En 2017, la humanidad utilizó 90.000 millones de toneladas de recursos y menos del 10% de ello se reincorporó a la economía. Además, actualmente, 33% de los alimentos comestibles se pierde o se desperdicia. ¿Cómo cambiamos nuestro sistema alimentario? Según Joyce Msuya, directora ejecutiva adjunta del Pnuma: «Para que 10.000 millones de personas coman adecuadamente en 2050, tendremos que aumentar 50 % la producción de alimentos» (2019, p. 2A).

La anterior constatación deja entrever la importancia de la economía circular —no lineal— como una nueva cultura que busca cerrar el ciclo de vida de los productos, servicios, residuos, materiales, agua y energía. Es, por excelencia, una interacción positiva entre economía y medio ambiente que se propone usar la menor cantidad de energía posible, además de reutilizar y reciclar para no dejar residuos, de manera que estos lo sean solo transitoriamente, porque pasan a convertirse nuevamente en recursos útiles para la sociedad.

En consecuencia, en lugar de percibir a la economía como un sistema cerrado, la economía ecológica propone percibirla como un sistema abierto, el cual tiene como entrada materia y energía y como salida residuos y calor disipado, conformando un subsistema.

También, desde otros campos, como la psicología, se ha cuestionado el enfoque racionalista de la toma de decisiones, dado que: deja de lado el comportamiento humano, con sus emociones, sentimientos, prejuicios y experiencias; ignora las inconsistencias intertemporales, como cuando tomamos decisiones hoy y en otro momento preferiríamos no haberlo hecho; soslaya el «descuento temporal», cuando preferimos las pequeñas recompensas inmediatas en lugar de las recompensas mayores de largo plazo; y desconoce los costos hundidos en el momento de tomar las decisiones, tal como lo establece la escogencia racional.

El racionalismo igualmente omite los «sesgos cognitivos», como cuando solo atendemos aquella información o evidencia que valida nuestras propias creencias o prejuicios. Este tipo de «disonancia cognitiva» —conflicto entre nuestros conceptos y la evidencia— es un factor que afecta el diseño e implementación de las políticas públicas cuando involucran a actores relevantes.

Así mismo, la racionalidad convencional desconoce el cambio en la toma de decisiones, según sea el contexto o la arquitectura en los que se toman. Por las razones expuestas, esta nueva línea de trabajo es de gran trascendencia para entender cómo nuestro cerebro y memoria procesan información en el momento de elegir posibilidades que repercuten en el futuro, que van más allá del corto plazo.

La psicología también ayuda a comprender cómo ciertas características humanas —la racionalidad limitada, las preferencias sociales, la motivación, la percepción y la falta de autocontrol— afectan las decisiones de toda índole.

A partir de la interdisciplinariedad, ha surgido una nueva rama de estudio denominada economía conductual o psicología económica, cuyos máximos exponentes llegarían a ser Daniel Kahneman y Richard Thaler, ganadores del Premio Nobel de Economía en 2002 y 2017, respectivamente.

El profesor Thaler, junto a Cass Sunstein, acuñó el término nutge («empujoncito») para referirse a una especie de paternalismo libertario o intervencionismo que, si bien preserva la libertad de escogencia, sin embargo, orienta a las personas en ciertas direcciones. Ejemplos de ello se dan al alentar o desalentar el consumo de ciertos bienes, informar sobre los peligros de determinados comportamientos, estimular cierto tipo de emociones, enseñar a las personas algunas clases de conducta o tomar decisiones por defecto.

Algunos críticos de dicho enfoque destacan que el nutge interviene en la soberanía del consumidor y socava la autonomía. Sin embargo, esto debe ser visto como un complemento a herramientas tradicionales de la economía, como los incentivos, la regulación y la divulgación de información (Thaler & Sunstein, 2009).

Por último, con los avances de la economía experimental, a través de la aplicación de métodos de laboratorio con un alto uso de la computación como herramienta de análisis económico, se busca conocer empíricamente el comportamiento —interacción— de individuos y mercados mediante incentivos monetarios y no monetarios, como la imagen y el prestigio. Entre los más destacados exponentes de esta tendencia están Vernon Smith, también ganador del Premio Nobel de Economía, en 2002, junto a Daniel Kahneman.

Capítulo 2

Introducción a los principios de la teoría de la complejidad: las diferencias entre lo complicado y lo complejo

Una forma sencilla de aproximarnos a comprender las ideas centrales sobre la teoría de la complejidad es delimitar el campo entre un sistema complicado y un sistema complejo. Por lo general, la gente habla indistintamente de uno y de otro, cuando en el fondo son diferentes. En un sistema complejo prevalece la interacción y la interdependencia de sus componentes con sus efectos multiplicadores positivos y negativos; sus componentes se adaptan mediante el aprendizaje y la evolución y no dependen del número de elementos en juego, sino de su relacionamiento y la densidad de sus relaciones.

Por el contrario, un sistema complicado es aquel que tiene muchos elementos diferentes entre sí, poca estructura y pocos niveles; este sistema puede ser dividido en sus partes y reconfigurado nuevamente. Por ejemplo, el motor de un auto, un reloj, un crucigrama o todas las máquinas creadas por el hombre son sistemas complicados (tabla 1).

Tabla 1. Problemas complicados y problemas complejos

Problemas complicados	Problemas complejos
Originados por causas aisladas que son claramente identificables y encajan dentro de categorías burocráticas específicas.	Resultan de interrelaciones concurrentes entre múltiples sistemas de eventos que erosionan los límiites habituales que diferencian los conceptos y las misiones burocráticas.
Se pueden diseccionar en piezas aisladas y abordarse unidos.	No pueden ser diseccionados y resueltos pieza a pieza: han de ser entendidos y gestionados como un sistema.
Las consecuencias son, por lo general, proporcionadas a sus causas (por cada input hay un *output c*orrespondiente.	No se estabilizan automáticamente, sino que acaban en el caos si no se gestionan sistémicamente.
Se puede establecer estrategias para soluciones permanentes.	No pueden ser resueltos definitivamente; como consecuencia de las intervenciones para resolverlos, se transforman en nuevos problemas.

Fuente: Fürth, León y Faber (2012), en Innerarity (2020, p. 91).

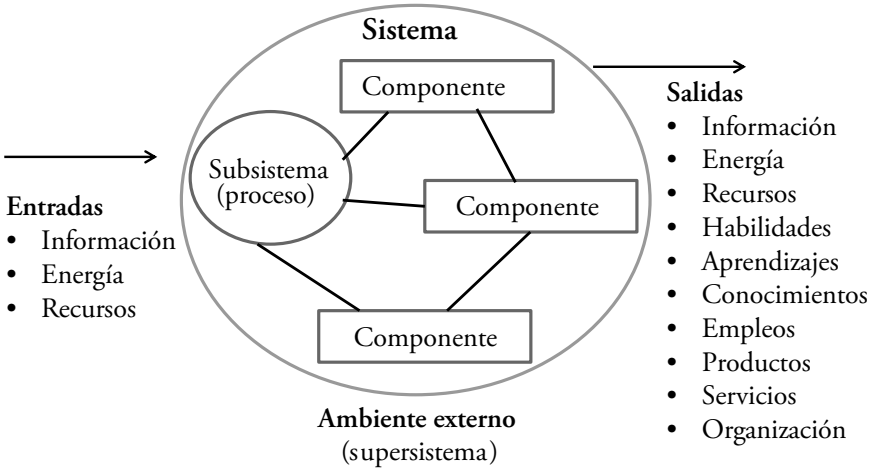
Ejemplos de sistemas complejos son el cerebro humano y la conciencia humana, con las interacciones de sus redes neuronales; el lenguaje natural, la sociedad, la política, el sistema de salud, el tráfico urbano, la conducta del hombre o el medio ambiente.

Los modelos de gestión del riesgo, los modelos económicos tradicionales y las políticas públicas tienen la tendencia a tratar los sistemas como si fueran complicados, con lo cual cometen errores al suprimir la incertidumbre, la volatilidad y lo «indeterminado», y pretenden explicarlo todo mediante relaciones lineales de causa-efecto, de manera que los sistemas podrían ser entendidos y predichos con anticipación y con cierto determinismo.

2.1. La no linealidad de los sistemas complejos

Todos los sistemas complejos tienen una característica fundamental: no linealidad o no proporcionalidad. En los sistemas no lineales no se satisface el *principio de superposición:* el producto no es directamente proporcional a sus insumos (figura 7).

Figura 7. No proporcionalidad entre entradas y salidas de los sistemas complejos



Fuente: elaboración propia con base en Byrne y Callaghan (2014, pp. 18-20).

Es decir, en los procesos abiertos no existe una relación directa entre la cantidad de insumos y la cantidad de producto. Además, en los sistemas no lineales las partes interactúan dando lugar a algo completamente nuevo o diferente. Esto hace que el todo sea distinto o mayor que la suma de las partes. El caso contrario lo constituyen los sistemas lineales, que pueden ser analizados por separado y volverse a armar juntando las piezas. En la linealidad no hay retroalimentación: un sistema se puede descomponer en sus partes básicas constitutivas y luego ser armado nuevamente (Mitchell, 2009, pp. 12-13).

La no proporcionalidad entre las entradas y las salidas, dada por información, energía y recursos de toda índole, ocurre por cuanto al interactuar los componentes del subsistema se originan sinergias. Es decir, ellos interactúan y multiplican sus efectos dando pie a salidas desproporcionadas hacia el ambiente externo. El sistema recibe información de su entorno, el estímulo hace que los elementos interactúen entre sí y esto permite una respuesta mayor a tal entorno.

La no linealidad del sistema significa la ruptura de la idea de asociar una causa con un efecto determinado. Es decir, una intervención o entrada de información al sistema, por pequeña que sea, puede tener efectos desproporcionados. De igual manera, al darse en los sistemas complejos entradas y salidas de información, energía y recursos se les caracteriza como abiertos por cuanto están efectivamente abiertos a la interacción con su entorno (figura 7).

Dados dichos conceptos, es importante hacer una distinción teórica entre los supuestos del denominado «paradigma económico dominante» (*mainstream economics*) y la visión de la economía desde la heterodoxia. En el primero, se analiza de manera abstracta el funcionamiento y la regularidad de largo plazo de las economías de mercado en libre competencia, donde se determinan los precios y se asignan los recursos. A este paradigma se le critica por el abuso de la técnica, la formalización y la elegancia matemática, en detrimento del realismo y la aplicabilidad de los modelos a la realidad; y, claro está, por el uso de supuestos «irrealistas», como acción racional, información perfecta, expectativas racionales, bienes homogéneos, optimización, etcétera.

De acuerdo con Milton Friedman (1953, pp. 14-15), los modelos no funcionan como herramientas para predicción de resultados, sino como representaciones simplificadas de escenarios alternativos, cuya similaridad con el mundo real será examinada en términos de la verosimilitud de los supuestos que lo conforman. Lo que importa, desde una concepción «práctica» o «positiva» de la economía, es la capacidad para proporcionar predicciones correctas acerca de las consecuencias de cualquier cambio de circunstancias o de su *aproximación* con la realidad. Lo relevante es la precisión predictiva y su fortaleza en proporcionar buenos vaticinios y en la plausibilidad que estos tengan de efectivizarse en el mundo real, dado el conocimiento disponible acerca de cómo actúan las personas y de las características del contexto.

Lo que se testea son las predicciones o implicaciones de una teoría, no sus supuestos. En un sentido estricto, todos los supuestos son irrealistas. Todos son simplificaciones o abstracciones de la realidad. Otra cosa es la construcción de hipótesis, que, como se dijo desde un comienzo, es un acto creativo de inspiración, invención, intuición; su esencia es la visión de algo nuevo con el impulso de la imaginación.

> Para poner este punto de manera menos paradójica, el problema central en torno a los «supuestos» de una teoría no es si son descriptivamente «realistas», porque nunca lo son, sino si constituyen aproximaciones lo suficientemente buenas para resolver el problema de que se trate. Y esta cuestión puede contestarse solo comprobando si la teoría funciona, lo que sucede si proporciona vaticinios bastante seguros (Friedman, 1953, p. 15).

En el segundo paradigma, con la visión desde el pensamiento heterodoxo, los sistemas son abiertos, no se consideran autocontenidos y analizan el comportamiento de los agentes en un contexto histórico y evolutivo. Son dinámicos y cambian en el tiempo con el contexto y las circunstancias. No existe un conocimiento de todas las variables ni de sus posibles interrelaciones. No son deterministas y abren la posibilidad de generar distinto tipo de soluciones a distintos problemas en su evolución histórica y evolutiva. En este paradigma, se abre el diálogo con otras escuelas de pensamiento y se pone énfasis en la teorización a partir de la

realidad, la concepción del individuo como animal social e institucional, la autonomía de las instituciones y la importancia del Estado para regular el funcionamiento de los mercados.

La anterior característica se puede visualizar en la *cadena de valor* de los proyectos y las políticas públicas dada por la interrelación recursos-actividades-productos-resultados-impactos, donde una pequeña inversión bien focalizada puede en el corto y largo plazo generar un cambio substancial en las condiciones de la pobreza o de la actividad productiva.

Asimismo, esto se puede ejemplificar metafóricamente con el llamado *efecto mariposa*, con referencia al cambio climático, en el que una perturbación como el aleteo de una mariposa en el continente americano puede provocar un ciclón en el continente asiático. Damos a entender con esto que pequeñas variaciones en el valor inicial de los parámetros puede a lo largo del tiempo producir resultados muy diferentes a los supuestos. Una pequeña alteración en los dinámicos equilibrios de fuerzas lo cambia todo.

La no linealidad de los sistemas complejos también hace que estos sean irreversibles, por cuanto no pueden retornar a las condiciones iniciales, dado que pierden información, recursos y energía que no son posibles de recuperar al emerger o dar como salida una nueva conducta del sistema. Esta cualidad es lo que se denomina entropía: la pérdida de orden o el inevitable desgaste o crecimiento del desorden en todo sistema a medida que transcurre el tiempo. Envejecimiento es aumento de desorden, y el desorden es increíblemente más probable que el orden, aunque es paradójicamente necesario para la vida del sistema.

A la inversa, el aumento de orden en un sistema significa una reducción de su entropía. Se confrontan así dos fuerzas: por un lado, la evolución como proceso de complejidad creciente a lo largo del tiempo, lo que conlleva diversificación de todo tipo de cosas, como instituciones, ideas, organizaciones y especialmente especies; y, por otro lado, la inevitable entropía. Este doble proceso es lo que se conoce como *doble flecha del tiempo* o irreversibilidad, en el sentido de que el pasado es inmutable y el futuro es incierto.

Lo anterior nos lleva a considerar que la mutabilidad y transmutabilidad de la realidad tienen una noción del tiempo distinta a la que se aplica en

las ciencias económicas. Por lo general, la mayoría de los modelos son atemporales o consideran el tiempo desde una perspectiva lógica, es decir, operan en un contexto de tiempo lógico. Esto implica que pasado, presente y futuro se determinan de manera simultánea; el equilibrio es un concepto mecánico y las posiciones de equilibrio se caracterizan por el uso del estado de equilibrio o s*teady state*.

Respecto a lo anterior, en la filosofía griega se distingue el tiempo *Kronos,* o tiempo medido que es cuantitativo (segundos, minutos, horas, días, años, siglos) y el tiempo *Kairós*, o tiempo vivido que es cualitativo (vivencias, emociones, trascendencias, oportunidades).

Tal como lo expone Esteban Pérez Caldentey (2015), en el enfoque básico ortodoxo de la modelización en economía de Kenneth Arrow y Gérard Debreu, la introducción del tiempo está intrínsecamente relacionada con temas de certidumbre e incertidumbre. Así, todas las transacciones ocurren en un *instante en el tiempo* y los agentes (productores y consumidores) tienen perfecto conocimiento del futuro y los mercados futuros son completos. La introducción de incertidumbre solo se realiza mediante la noción de mercancía contingente, es decir, mercancía expuesta a eventos externos, como el buen o mal tiempo.

Por el contrario, en los modelos de economistas heterodoxos, como el de Joan Robinson, y en enfoques estructuralistas y neoestructuralistas, como los de Celso Furtado, se ubica la noción de *tiempo histórico.* Este implica que los eventos y acontecimientos ocurren en una secuencia unidireccional (solo se puede ir hacia adelante), es decir, el tiempo es irreversible y es casi imposible o costoso revertir las decisiones de los agentes. Aún más, las decisiones muchas veces son cruciales, en el sentido de que, cuando se toman, alteran de manera permanente el entorno. Ese entorno no volverá a ser el mismo.

El gran filósofo griego Heráclito pasó su vida buscando el *logos* del universo: la palabra, la razón o el discurso, también el sentido. Para él, la clave de todo era el cambio, como tensión permanente entre extremos opuestos o contrarios; las tensiones contradictorias que marchan en paralelo con el tiempo. Nada permanece igual. Esto lo inmortalizó con su

famosa frase «No nos bañaremos dos veces en el mismo río». Con esto daba a entender que todo fluye y que todo cambia de manera incesante, porque el tiempo no se detiene. Heráclito reconocía así un tiempo histórico desde el origen mismo de la naturaleza (Vallejo, 2021, p. 138).

Paradójicamente, un esquizofrénico desconocido llamado Eróstrato, que buscaba la fama y el renombre, incendió el templo de la diosa Artemisa en Éfeso (Turquía), una de las siete maravillas del mundo antiguo, construido en mármol y madera ennegrecida, que había tomado un siglo construir. En ese acto se quemó la obra *Sobre la naturaleza* que el mismo Heráclito había depositado en el templo de Artemisa, y con ella «la creencia de que de manera cíclica el fuego aniquila el universo y la profecía de una conflagración cósmica final» (Vallejo, 2021, p. 140).

¡Las profecías parecen ser consustanciales al ser humano, aunque no se cumplan, y máxime cuando son catastróficas!

Ese mismo día, el 21 de julio del año 356 a. C., nacía en Macedonia Alejandro Magno, hijo de Olimpia y Filipo, rey de los macedonios, cuyo imperio se extendió desde el Danubio hasta el río Indo. Coincidencias del tiempo histórico que hace que cada día sucedan cosas distintas, pero en el fondo no hay nada nuevo bajo el Sol, sino lo inalterable de la naturaleza humana.

Más recientemente, Mark Twain (1835-1910) —autor de las populares novelas *Las aventuras de Tom Sawyer y El príncipe y el mendigo*, entre otras— coincidió con Heráclito al proclamar su famosa frase «La historia no se repite, pero rima», con la cual daba a entender que las rimas dan a la historia la posibilidad de convertirse en ciencia al tener una estructura que se investiga y analiza para deducir patrones o categorías más allá de las peripecias individuales.

En esto, las creencias religiosas del pasado y el presente, con sus dioses o espíritus, transcurren en el tiempo histórico y son «prosociales» o «moralizantes», por cuanto después de cierto umbral crítico de complejidad, como un millón de personas en términos demográficos, premian las conductas buenas y castigan las obras malas. Es decir, modulan nuestros comportamientos y hacen a la historia predecible, de manera que no todo es casualidad o azar, sin que para ello sea necesario establecer

leyes universales, sino simplemente analizar patrones, pautas o elementos comunes que se repiten. Esas son las rimas de la historia.

Valerio Massimo Manfredi —con sus fascinantes novelas sobre Alejandro Magno, *Hijo del sueño y Arenas de Amón*, que retratan los orígenes y la conquista de Asia y la derrota del poderoso Darío, rey de los persas— manifiesta la fuerza de «dioses moralizantes» que exigen cumplimiento de obligaciones con el cielo y juicio sobre nuestros comportamientos con los demás aquí en la Tierra. Los mismos «dioses» existen hoy en día con representaciones diferentes.

Antes de enfrentarse al temible almirante persa Memnón, Alejandro Magno, discípulo de Aristóteles, tuvo instantes de temor y duda, pero su asesor, el almirante Nearco, le susurró: «No temas, señor. Estamos tan solo tratando de imaginar un escenario posible o, mejor dicho, a mi parecer, probable». Con el coraje y la voluntad de un líder que perseguía una misión, como guiado por los dioses, Alejandro recorrió más de 25 mil kilómetros y perdió más de 750 mil hombres: Pero, a pesar de todas las dificultades, hizo realidad en 11 años lo que en principio parecía un sueño. Un sueño que radicaba en un objetivo a prueba de toda adversidad, en una estrategia de combate innovadora y en una táctica de «martillo» y «yunque» con una infantería de élite y la caballería pesada de los *hetaroi* que el mismo Napoleón Bonaparte estudiaba y actualizó (Massimo, 1999a, p. 301).

Traída a nuestros días la imagen de la misión de Alejandro Magno, se compara con la «Misión economía» que la italiana Mariana Mazzucato pregona fijando objetivos inspiradores, ambiciosos e ilusionantes, pero con la voluntad, la audacia y los medios que llevaron al hombre a la Luna y a conquistar el espacio. Igual tipo de *misión* es la que necesitamos para vencer la desigualdad, la pobreza, el bajo crecimiento y la crisis ambiental.

La noción de tiempo histórico prevalece en el pensamiento poskeynesiano. También se ubica en el centro del pensamiento de Joseph Schumpeter y en el proceso de creación destructiva. Por definición, este se basa en que la acción de los empresarios (innovadores) destruye el propio contexto en que se llevó a cabo una innovación. Pasados setenta años, el nuevo innovador es el *homo hacker* de la era digital.

> El reconocimiento del tiempo como histórico implica, por una parte, que los procesos de desarrollo no son lineales en el tiempo. No se trata de una sucesión de etapas o estadios caracterizados por elementos comunes y homogéneos, y de políticas similares o como aumentos lineales en el PIB per cápita por encima de un determinado umbral (Pérez Caldeney, 2015, p. 58).

Por otra parte, la noción de tiempo histórico implica que las decisiones de política económica, tanto en términos de llevar a cabo una acción como de decidir no actuar ante una situación, tienen consecuencias que son difíciles de revertir. La política económica no se reduce a «hacer y deshacer» (Pérez Caldentey, 2015, pp. 55-57), conclusión que aplica por igual a la planificación y la prospectiva.

Desde otra vista, en palabras de Stephen Jay Gould, afamado biólogo evolutivo, en un extremo de la dicotomía, que él llama flecha del tiempo (*time's arrow*), la historia es una secuencia irreversible de sucesos irrepetibles. «Cada momento ocupa su propia posición distinta en una secuencia temporal, y todos los momentos considerados en secuencias adecuadas, cuentan una historia de eventos vinculados que se mueven en una dirección» (Gould, 1987, p. 10). En el otro extremo, que él llama ciclo del tiempo (*time's cycle*), los eventos no tienen significado como episodios distintos con impacto causal sobre una historia contingente.

> Fundamental states are immanent in time, always present and never changing. Apparent motions are parts of repeating cycles, and differences of the past will be realities of the future. Time has no direction (Gould, 1987, p. 11).[17]

Con dicha dicotomía sobre el tiempo, la entropía significa básicamente evolución o transformación y es una medida del desorden: a mayor entropía mayor desorden y a menor entropía más orden. Por lo tanto, podemos decir que la entropía de todo sistema es la tendencia a pasar de estados ordenados a estados desordenados para terminar en el caos. Es el grado de desorden de todo sistema u organización y se considera irreversible, y entre más cambie el estado inicial de un sistema hay menos posibilidades de volver al sistema original.

17 «Los estados fundamentales son inmanentes en el tiempo, siempre presentes y nunca cambian. Los movimientos aparentes son parte de ciclos repetidos, y las diferencias del pasado serán realidades del futuro. El tiempo no tiene dirección.»

Por ejemplo, una persona que solo come, pero no gasta energía puede morir a causa de la obesidad y sus efectos colaterales de morbilidad. Pero, a la vez, si no se alimenta o no tiene entrada de energía, también perecería a causa de la inanición. Así, esta fundamental característica de no linealidad de los sistemas complejos conlleva niveles de subsistencia mediante la adaptación al entorno o mediante conductas emergentes que permitan a los elementos ser exitosos en su interacción con tal entorno. Este maravilloso comportamiento es lo que se denomina innovación.

En física, se habla de termodinámica o relaciones entre el calor y otras formas de energía, y nos referimos a ellas de tres maneras: (i) no equilibrio, (ii) equilibrio dinámico y (iii), simplemente, desequilibrio. Esto conlleva dos principios: el primero nos dice que la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma; el segundo se refiere concretamente a la entropía, al asunto de que el tiempo es irreversible como secuencia de eventos o procesos que van siempre hacia adelante —es decir, la flecha del tiempo de Gould—.

En los sistemas complejos, donde hay un número muy grande de elementos o constituyentes simples, estos evolucionan espontáneamente —cuando nadie desde el exterior interviene para introducir orden— del orden hacia el desorden; y no al contrario, del desorden hacia el orden. Esto nos permite establecer la dirección en que fluye el tiempo. Por ejemplo, si tomamos dos fotografías de un sistema complejo y si estamos seguros de que evolucionó espontáneamente, en el sentido de que nadie desde el exterior intervino para introducir orden, y queremos saber cuál fue tomada primero, entonces la fotografía que muestre una situación más ordenada será la que se captó primero. Así, espontáneamente, todos los sistemas complejos y macroscópicos tienden hacia el desorden (Silvestrini, 1998, p. 48).

La entropía no es exclusiva de la física o la química. En otras disciplinas, como la ecología, está continuamente presente con los huracanes, la erupción de volcanes, la deforestación y la pérdida de glaciares. Asimismo, en el ámbito de la administración pública está presente a través de la obsolescencia de las instituciones, su incapacidad para modernizarse y el desbalance entre recursos involucrados y pobres resultados alcanzados.

En los sistemas sociales por excelencia, como los de educación y salud, la aplicación de los anteriores conceptos tiene una enorme importancia. Son sistemas organizados con altos niveles de entropía, donde la burocratización, la defensa del *statu quo*, el peso de obsoletos procedimientos legales, la tramitología, la rigidez de sus estructuras, la resistencia al cambio y la innovación, la desmotivación, el aislamiento, la desconexión con los problemas y la falta de modernización tecnológica, todo ello dificulta en última instancia las transformaciones, e impide aprovechar las oportunidades e introducir las reformas que la realidad exige.

La entropía es la medida de desorden de un sistema y todo sistema tiende a transitar de un estado de orden, o baja entropía, a otro de máximo desorden, o alta entropía. La entropía es el desorden interno de un sistema. Es una ley de la naturaleza por la que todo tiende a desordenarse.

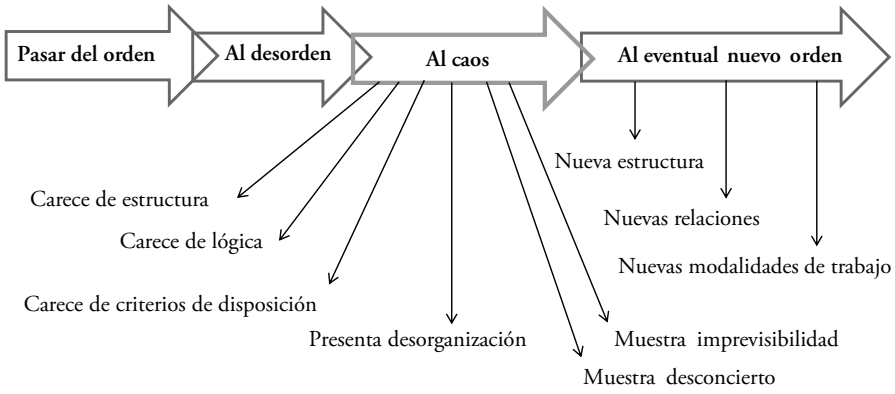
En los sistemas sociales, en particular, la entropía debe ser contrarrestada a través de la generación o intercambio de energía inversa. Es decir, buscando un balance. Esta tendencia inversa, llamada «entropía negativa», aumenta el orden o la armonía dentro los sistemas. Por ello, hablamos coloquialmente de reingeniería, de modernización, de mayor y mejor educación o de mayor y mejor salud. Son conceptos muy importantes a tener en cuenta en los ejercicios de planificación, por cuanto frente a la tendencia a la degradación de la sociedad hacia un estado de conflicto, caos, disociación y desarmonía, lo que corresponde es introducir fuerzas o intervenciones que detengan la dispersión, el descontento y la pérdida de cohesión.

En otros términos, los sistemas sociales —incluido el tecnológico— manifiestan falta de una entropía positiva para promover la reorganización, la reingeniería, la adaptación y los aprendizajes necesarios para corregir sus desarticulaciones internas y externas con otras políticas, definir su misión, sus propósitos y su hoja de ruta —un norte— en un mundo donde el *big data*, la robotización, el teletrabajo y la inteligencia artificial llegaron para reinar (figura 8).

En educación, al igual que en otros sectores, las resistencias al cambio en todos los niveles son enormes y el liderazgo para comandar las transformaciones presenta un gran rezago. Basta simplemente con observar los resultados comparativos a nivel internacional de las pruebas PISA o los

rankings mundiales Shanhay, SCImago y el QS World University Rankings 2022, el más consultado del mundo. En estos, el sistema educativo de América Latina y el Caribe, además de mostrar bajos niveles de calidad y cobertura, ubican a las universidades en general lejos de los lugares destacados, en base a factores como investigación, innovación e impacto social. Todo esto se agrava por las desigualdades entre la educación pública y la privada, y entre la urbana y la rural. Además de estos asuntos, el modelo burocrático tradicional, jerárquico y centralizado no estimula las habilidades, tampoco la creatividad ni el cambio en la educación.

Figura 8. Secuencia de la entropía



Fuente: elaboración propia con base en Geyer y Cairney (2015, pp. 112-115).

Según el Ranking QS (2022), entre las 10 mejores universidades de la región, solo hay una ubicada entre las cien mejores a nivel mundial (tabla 2).

El informe mundial QS University Rankings 2022 incluyó a más de 1.300 instituciones calificadas en 6 variables que consideran: cantidad de alumnos por profesor, participación de profesores y alumnos extranjeros, número de citaciones o publicaciones por profesor y reputación entre los pares académicos —factores que constituyen el 40 % del puntaje total—, además de empleadores. Dentro de las mejores a nivel global, las universidades que ocupan los diez primeros lugares son de Estados Unidos y Reino Unido, salvo la Escuela Politécnica Federal de Zúrich, ubicada en el octavo lugar. Se trata de: Massachusetts Institute of Technology (MIT,

puesto 1), University of Oxford (2), Stanford University (3), University of Cambridge (4), Harvard University (5), California Institute of Technology (6), Imperial College London (7), ETH Zurich (8), UCL University College London (9) y University of Chicago (10).

Tabla 2. Las diez mejores universidades de América Latina (2022)

Puesto a nivel mundial	Universidad	Localización
69	Universidad de Buenos Aires (UBA)	Argentina
105	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	México
121	Universidad de São Paulo (USP)	Brasil
135	Pontificia Universidad Católica de Chile	Chile
161	Tecnológico de Monterrey (Itesm)	México
183	Universidad de Chile	Chile
219	Universidad Estadual de Campinas (Unicam)	Brasil
236	Universidad de Los Andes	Colombia
258	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
322	Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA)	Argentina

Fuente: QS World University Rankings (2022).

En salud, la penetración de las nuevas tecnologías ha sido extraordinaria. La telemedicina es ya una práctica extendida a través de consultas médicas, análisis de exámenes, aplicaciones que permiten a los pacientes realizarse ellos mismos y con facilidad mediante grabaciones de audio y video exámenes del corazón y los pulmones, la piel y la garganta, la frecuencia cardíaca, y otros datos adicionales sin salir de casa; asimismo, tener apoyo de especialistas y ejecutar sofisticadas cirugías en forma remota y no presencial con avanzados equipamientos y el uso de la robotización. En este sector se ha dado una unión virtuosa entre tecnología y gestión.

Los hospitales avanzados manejan modelos matemáticos y algoritmos para calcular la eficiencia de sus prácticas y utilizan análisis comparativos de los datos históricos de resultados clínicos (*outputs*) y recursos utilizados

(*inputs)* en similares cirugías por parte de diferentes equipos quirúrgicos. Mediante estas prácticas, se generan escalas de eficiencia de entre 0 y 1, donde 1 es el máximo y corresponde a los equipos que usan menos recursos por unidad de valor producido.

Al respecto, Nuria Rueda López, en su excelente estudio *Análisis económico de la eficiencia* pública —publicado por el Instituto de Estudios Económicos de España—, demuestra que sí es posible medir la eficiencia pública mediante indicadores de producto o indicadores sintéticos, o mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA). El objetivo del DEA no es otro que evaluar la eficiencia técnica de una unidad productiva. Para ello, se exige que dichas unidades produzcan los mismos *outputs* a partir de los mismos *inputs* (Rueda, 2015).

Para concluir este acápite, en matemáticas la linealidad se conoce como el principio de superposición, el cual dice que a través del estudio o conocimiento de las partes constitutivas de un sistema se puede conocer el sistema en su totalidad o, lo que es lo mismo: el todo es igual a la suma de sus partes. Este principio muestra que un problema lineal se puede descomponer en dos o más subproblemas más sencillos, de tal manera que el problema original es la «suma» o «superposición» de los subproblemas más sencillos.

Con relación a las políticas públicas, se les suele atribuir una cierta linealidad con el principio de superposición al suponer que sus etapas de agenda, diseño, decisión, implementación y evaluación tienen un orden preestablecido, pero su realidad es efectivamente compleja y caótica. A veces, las políticas públicas no comienzan por el diseño ni concluyen con la evaluación. El ciclo tiene una finalidad pedagógica, pero no es un modelo causal. Es decir, no se presta para la predicción exacta, tampoco para indicarnos que una etapa lleva necesariamente a la otra. Así, la evaluación puede ocurrir durante todo el proceso y no necesariamente al final.

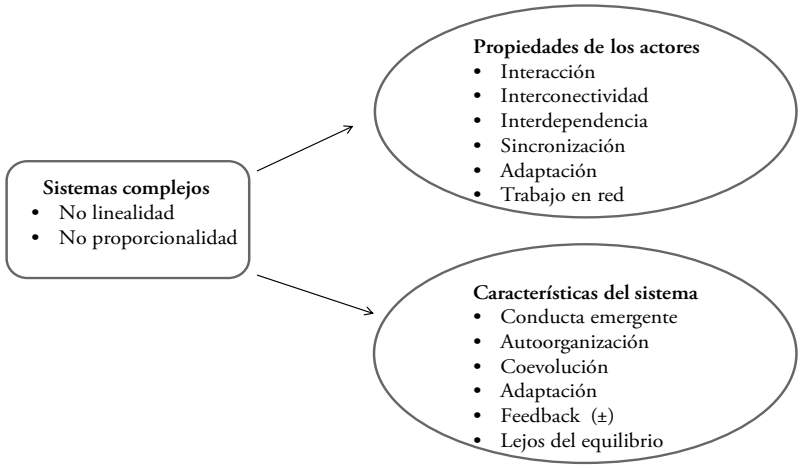
El principio de superposición tiene la siguiente expresión matemática: una función f es lineal si es aditiva y multiplicativa por una constante (escalar), esto es, f es lineal si:

$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$

$$f(c * x) = c * f(x)$$

La figura 9, elaborada con base en el excelente recuento o *tour* sobre la teoría de la complejidad de Melanie Mitchell (2009), muestra cómo a partir de la propiedad fundamental de no linealidad o no proporcionalidad de los sistemas complejos se derivan las propiedades de los actores y las características del sistema[18].

Figura 9. Propiedades de los actores y características de un sistema complejo



Fuente: elaboración propia con base en Mitchell (2009).

18 En 1984, un grupo de renombrados científicos —encabezado por los físicos Murray Gell-Mann, Philip Anderson y David Pines, el químico George Cowan, el biólogo Stuard Kauffman, el científico en computación cognitiva John H. Holland y los economistas Brian Arthur y Kenneth Arrow— fundó el Instituto Santa Fe para los Sistemas Complejos en Nuevo México (Estados Unidos). Su motivo básico era integrar bajo el paraguas de una institución la interacción entre las diferentes disciplinas para conocer y comprender mejor los fenómenos (Waldrop, 1992, p. 5). Un ejemplo del trabajo de este grupo se puede ver en la siguiente referencia al fallecimiento de uno de los físicos mencionados: «El físico Murray Gell-Mann, Premio Nobel de Física 1969, murió el viernes 21 de mayo de 2019 a los 89 años. Fue el inventor teórico de los quarks, las partículas más elementales de la materia. Esto supuso un triunfo de la imaginación y la intuición humana, pues la existencia experimental de esas partículas no pudo ser comprobada hasta años después. Siempre quiso conocer la 'cadena de relaciones' que conectan las leyes universales de la física con sistemas complejos como la economía y la cultura humana» (Agencia EFE, 2019).

2.2. Propiedades de los actores en los sistemas complejos

Como propiedades básicas de los actores en estos sistemas, tenemos:

- **Interacción:** un gran número de elementos interactúan de manera no lineal. Cada actor se comporta siguiendo reglas simples, sin ningún control o líder central. Este comportamiento da lugar a patrones cambiantes difíciles de predecir. La interacción dentro de los subsistemas se da a través de tres formas: competencia, predación y simbiosis.

  La competencia, como su nombre lo indica, señala que los agentes contienden por recursos escasos; la predación es una forma de subsistencia mediante la cual un ser vivo se come a otro; la simbiosis se manifiesta mediante mutualismo, o sea, cuando todos los organismos se benefician. Asimismo, hay otras formas de interacción, como el comensalismo, cuando un organismo se beneficia y el otro ni se beneficia ni sale perjudicado; y el parasitismo, cuando un organismo vive a costa de otro[19].
- **Interconectividad:** los actores no están aislados, desarrollan sistemas de comunicación mediante señales, estímulos o protocolos para comunicarse, compartir recursos e interactuar con el entorno o con otros subgrupos mediante alianzas o coaliciones; es decir, forman redes.
- **Interdependencia:** los actores o especies no pueden sobrevivir por sí solos, sino que dependen de su ambiente para sobrevivir, de manera que este les otorgue lo que necesitan. Ahora, gracias a la ciencia y sus avances, y a informes como el de Dasgupta, sabemos que los humanos estamos imbricados con la biósfera (naturaleza y biodiversidad), coevolucionando en conjunto.

19 En un libro fascinante llamado *Las leyes del Serengeti* (2018), el científico Sean B. Carroll narra cómo funciona la vida y las cadenas tróficas, y cómo todo está regulado para que se mantenga el equilibrio de las moléculas de nuestro cuerpo, lo mismo que la cantidad de plantas y animales de la Tierra. Carroll destaca que el fisiólogo de Harvard Walter Cannon acuñó el término *homeostasis*, que se define como el proceso de regulación del organismo, cuestión central de la naturaleza, y de la fisiología para mantener las condiciones corporales dentro de ciertos límites. Destaca además con lujo de detalles, por qué a Charles Elton, tan famoso como Darwin o Malthus, se le considera el fundador de la moderna ecología por sus descubrimientos sobre cómo se regula el número de animales (Carroll, 2018, pp. 45-51).

- **Sincronización:** es uno de los fenómenos más sorprendentes de la naturaleza. Se refiere a frecuencias ordenadas, oscilaciones periódicas o conexiones rítmicas de singular precisión. Por ejemplo, el ritmo oscilatorio del sistema cardiaco, el vuelo o danza de los estorninos, la luz intermitente de las luciérnagas, los ritmos de los bancos de peces, las ondas cerebrales, el zumbido periódico de los grillos, el ritmo de la respiración, la producción de hormonas por una glándula, la organización de las colmenas de hormigas o abejas, el orden del sistema solar o el aplauso espontáneo en los estadios.

  Cuando las frecuencias con que oscilan los relojes internos de un conjunto de elementos son parecidas, se produce el fenómeno de la sincronización, que se define como la capacidad de los objetos de diferente naturaleza para crear una operación común debido a la interacción o el forzamiento, lo que es una manifestación de la autoorganización (Johnson, 2001, pp. 73-100).

- **Adaptación:** según John Holland,

  > [...] en biología la palabra adaptación se define como el proceso por medio del cual un organismo se amolda a su medio ambiente. Aquí expandimos el rango del término «adaptación» para incluir el aprendizaje y los procesos relacionados con este (Holland, 2004, pp. 24-25).

  De acuerdo con el mismo autor, las escalas de tiempo o los tiempos de adaptación de los sistemas o ecosistemas pueden variar de segundos —como en el sistema nervioso central— a horas —en el sistema inmune—, años o milenios —en las especies o ecosistemas—.

- **Trabajo en red:** los sistemas complejos no funcionan de manera aislada. Lo hacen mediante múltiples relaciones o conexiones directas, indirectas, simétricas, asimétricas, transitivas, cíclicas, abiertas o cerradas, relaciones que pueden articular a personas, grupos, organizaciones, países, ideas o roles, como la investigación entre un grupo de universidades. Las díadas y las tríadas, como conexión entre dos o tres elementos respectivamente, son las bases de las redes y el comienzo de los sistemas sociales y las comunidades abiertas a todo tipo de información (Kadushin, 2012, p. 24).

2.3. Características de un sistema complejo

De igual manera a como se describieron las propiedades de los actores de un sistema complejo, Melanie Mitchell (2009) establece las características de tal sistema de la siguiente manera:

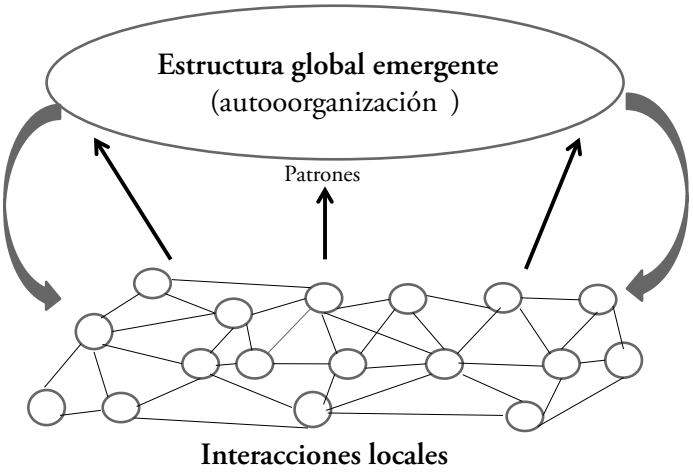
- **Conducta emergente:** es una de las características más fascinantes de la complejidad y se define como el patrón que resulta de la interacción de los elementos en el nivel local, sin que exista para ello una dirección central. «Es el movimiento de las reglas de bajo nivel a la sofisticación de alto nivel» (Johnson, 2001, p. 18).

  Así, los agentes que interactúan en una escala inferior comienzan a producir un comportamiento que se encuentra a una escala superior, haciendo que el estado final sea radicalmente diferente del inicial. Las nuevas características que emergen no habrían podido ser previstas en el estado inicial y permiten que «el todo sea mayor que la suma de las partes». Por lo tanto, la conducta emergente puede ser vista como la suma de sincronización y sinergias.

  De esta forma, todo estado emergente surge por las características propias del conjunto de individuos o elementos que lo componen, y sus conexiones dan pie a patrones que determinan la conducta global emergente. En otras palabras, se trata de situaciones donde fenómenos colectivos, como la migración o el cambio climático, son el resultado de interacciones entre los elementos individuales de un sistema que son aparentemente caóticos o aleatorios.

  La conducta emergente es, por lo tanto, una característica de los sistemas por la cual un cierto número de elementos interconectados da lugar a una compleja conducta colectiva. No es la propiedad de un solo individuo del sistema, sino que, por el contrario, es el producto de interacciones entre los elementos del mismo. Además, con la ayuda de algunas ciencias como las matemáticas, podemos descubrir patrones del pasado que nos permiten predecir patrones en el futuro (Boulton *et al.*, 2015, p. 45; Bamberger, Vaessen y Raimondo, 2016, p. 409) (figura 10).

Figura 10. Conducta emergente en los sistemas complejos adaptativos



Fuente: elaboración propia con base en Johnson (2001, p. 19); Bamberger *et al.* (2016, pp. 25, 409).

- **Autoorganización:** para Melanie Mitchell: «Systems in which organized behavior arises without an internal or external controller or leader are sometimes called *self-organizing*» (2009, p. 13)[20].

  Para otros autores, la autoorganización supone que, después de que un sistema ha atravesado un cambio radical o punto de inflexión, nuevos patrones de relaciones y características emergen y una distinta situación eventualmente se establece con una nueva forma espontánea de orden, fruto de las interrelaciones internas del sistema. Esta construcción de nuevos patrones o proceso de autorregulación se denomina autoorganización (Boulton *et al*., 2015, p. 44).

- **Coevolución:** los sistemas complejos evolucionan con los sistemas con los que interactúan. En biología, el término se utiliza con la definición de adaptación mutua entre dos o más especies como resultado de

20 «Sistemas en los cuales el comportamiento organizado surge sin un controlador o líder interno o externo a veces son llamados autoorganizados».

la influencia recíproca. Estas interrelaciones dentro del sistema, tal como se mencionó anteriormente, pueden ser mediante competencia, predación o simbiosis.

- **Adaptación:** en palabras de Charles Darwin: «Las especies que sobreviven no son las más fuertes ni las más inteligentes, sino aquellas que se adaptan mejor al cambio —survival of the fittest—» (en Boulton *et al.,* 2015, p. 62). Igualmente, en los sistemas complejos, los agentes aprenden a convivir con el medio y adaptan sus estrategias de acuerdo a su historia para mejorar sus posibilidades de desempeño.
- ***Feedback* (retroalimentación):** la no linealidad de los sistemas complejos da lugar a dos tipos de retroalimentación: positiva, que conduce a la expansión y el crecimiento; y negativa, que conlleva autorregulación. La memoria es una de las formas más comunes de retroalimentación y en la vida diaria ella depende de con quién y con cuántas personas estemos conectados en la vida social. Si nuestras relaciones son muchas, esto permite la imitación de patrones de conducta y los llamados *bandwagon effects,* con lo cual se obtiene un efecto amplificador[21]. En el caso contrario, si estamos poco conectados, los mecanismos de sanción y castigo contra comportamientos «desviados» tienen el efecto de contracción.
- **Autoorganización lejos del equilibrio:** en la teoría de la complejidad, se trata de una hipótesis que describe el proceso de autoorganización que tiene lugar en una fase crítica de transición entre el orden y el caos. Se dice que el sistema está lejos del equilibrio cuando cualquier cosa puede suceder porque se aleja de su base de atracción. Fenómenos como tormentas, huracanes, terremotos, nevadas y ciclones son todos ejemplos de esta clase de manifestaciones que se analizan para conocer los principios que los gobiernan (figura 10).

21 El *bandwagon effect* se da cuando la gente imita otros comportamientos o creencias, por lo tanto, también se le conoce como «efecto moda», «efecto de arrastre» o simplemente «subirse al carro» para imitar consumos de otras personas.

A partir de las propiedades de los actores en los sistemas complejos y de las características de estos, podemos establecer, según (Bamberger *et al.*, 2016, p. 10), tres dimensiones o relaciones:

- **Una, relación entre complejidad y sistemas:** cuando los sistemas están interconectados y son interdependientes, ellos están llenos de retroalimentaciones y existe una conducta emergente, por cuanto su dinámica es impredecible.
- **Dos, relación entre complejidad y cambio:** cuando el cambio es no lineal, depende de la ruta (*path dependent*) y el sistema está en continuo flujo con características cuasicaóticas.
- **Tres, relación entre complejidad y agencia:** cuando los agentes adaptativos reaccionan al sistema y entre sí, lo que a veces puede conducir a patrones de regularidad. La autoorganización es una propiedad emergente (figura 10) que puede durar mucho tiempo y el resultado de la interconexión es la coevolución de actores y partes del sistema.

2.4. ¿Qué es, entonces, un sistema complejo? Características y definiciones

Las definiciones de grandes especialistas que a continuación se presentan tienen una finalidad pedagógica y no pretenden encasillar los fenómenos ni reducir la complejidad de la realidad. Son ideas para hacer más comprensible la teoría y los conceptos que los científicos dominan. El mundo es incierto, azaroso e impredecible, pero las definiciones y los comentarios que de ellas se desprenden de alguna manera aproximan al lector a los asuntos especializados de la ciencia. Aún más, tener puntos de vista diferentes e incluso contradictorios permite construir modelos más amplios y más compatibles con diferentes enfoques.

Con base en las anteriores aclaraciones, nos corresponde ahora adentrarnos en algunas definiciones establecidas sobre la teoría de la complejidad por connotados y recientes autores.

A. En el excelente libro de Melanie Mitchell, *Complexity. A guided tour* (2009), un sistema complejo es definido de la siguiente manera:

> A system in which large networks of components with no central control and simple rules of operation give rise to complex collective behavior, sophisticated information processing, and adaptation via learning or evolution (Mitchell, 2009, p. 13).[22]

Alternativamente, la misma autora ofrece la siguiente definición:

> A system that exhibits nontrivial emergent and self-organizing behavior (Mitchell, 2009, p. 13).[23]

B. Según **Neil Johnson** (2007), no hay una definición rigurosa de complejidad, lo cual después de todo no está mal, porque, así como no existe una definición exacta de «felicidad», las personas sí tienen una idea clara sobre sus características. En el caso de la complejidad, el estudio de Johnson comprende un «efecto de multitud» (*crowd effect*), dado que hay una cantidad de objetos o actores compitiendo por un limitado recurso: conductores versus espacio; clientes versus mesas en un restaurante; pacientes versus camas hospitalarias; alumnos versus cupos en una universidad; árboles de diversas especies en un bosque; etc. En cualquier circunstancia, para él, la complejidad como ciencia de todas las ciencias tendría las siguientes características:

- El sistema contiene una colección de muchos objetos o agentes que interactúan.
- El comportamiento de los agentes es afectado por la memoria o la «retroalimentación»; los objetos o agentes adaptan su conducta de acuerdo a su historia y a su experiencia pasada.
- El sistema es típicamente abierto, es decir, afectado por el entorno.
- El sistema muestra fenómenos emergentes, los cuales son generalmente sorprendentes y en algunos casos extremos. Estos fenómenos típicamente surgen en ausencia de cualquier tipo de «mano invisible» o controlador central.

22 «Un sistema en el cual una gran red de componentes sin control central y con simples reglas de operación da lugar a un comportamiento colectivo complejo, un sofisticado procesamiento de información y la adaptación a través del aprendizaje y la evolución».

23 «Un sistema que muestra un comportamiento emergente y autoorganización no trivial».

- El sistema muestra una complicada mezcla de conducta de orden y desorden; y el caos se usa para describir los sistemas dinámicos que son sensibles a las condiciones iniciales (Johnson, 2007, pp. 13-16).

C. Göktug Morcöl, autor del libro *A complexity theory for public policy,* concibe la complejidad en los siguientes términos:

> Complexity is usually associated with large numbers. It is primary a product of nonlinear relations. It is also an emergent property and a product of coevolutionary processes. All these (nonlinearity, emergent properties, and coevolution) are characteristics of all complex systems, natural or social (Morcol, 2012, p. 22).[24]

D. De acuerdo con la tipología de **Robert Geyer y Samir Rihani** (2010), los sistemas físicos complejos son aquellos que muestran las siguientes características:

- Limitada comprensibilidad e irreversibilidad, en el sentido de que son una mezcla de orden y desorden y no son reversibles ni repetitivos de la misma manera, por cuanto el tiempo es significativo y hay un presente, un pasado y un futuro.
- Atractores: en referencia a las señales sobre la forma como se comporta el sistema, los atractores muestran su conducta o tendencia en el largo plazo. Intuitivamente, los atractores pueden ser vistos como las fuerzas o valores que hacen que un sistema tienda o evolucione a un determinado punto o curva después de un determinado período de tiempo, dadas ciertas condiciones iniciales. Por ejemplo, el péndulo con su punto de mínima altura hace que los movimientos converjan hacia él. De igual manera, pueden ser atractores una luz en el bosque, el repicar de la campana de una iglesia o un objeto fluorescente en la caña de un pescador.

24 «La complejidad es usualmente asociada con los grandes números. Es primordialmente un producto de relaciones no lineales. También es una propiedad emergente y un producto de procesos coevolutivos. Todas estas (no linealidad, propiedades emergentes y coevolución) son características de todos los sistemas complejos, naturales o sociales».

- Interacciones locales, conectividad y un sistema de reglas simples de interacción.
- Variedad local y estabilidad global.
- No linealidad, como característica que se contrapone a los patrones ordenados de la proporcionalidad o linealidad, es decir, causalidad, reduccionismo, previsibilidad y determinismo.

E. También según **Geyer y Rihani** (2010), los sistemas bióticos complejos mostrarían las siguientes características:

- Adaptación y sobrevivencia: que son logradas por los agentes en su entorno a través del aprendizaje y la respuesta durante un largo período, a fin de repetir el ciclo.
- Evolución: con base en las conclusiones de Darwin, la variación y la selección son esenciales para la creatividad, el cambio y la adaptabilidad.

Equilibrio puntuado, accidentes congelados (*frozen accidents*), en el sentido de que las características de los sistemas complejos no dependen de determinadas leyes inflexibles sino de configuraciones históricas accidentales y de eventos de puerta de enlace o nodos que sirven de conexión entre dos redes de información *(gateway events)*. La adaptación y la evolución de los sistemas bióticos complejos, es decir, los de la naturaleza y la vida misma, no siguen una línea estable de progreso, sino que avanzan a brincos de manera escalada de un estado a otro.

Una situación estable puede verse afectada por algún evento externo que hace que su trayectoria cambie, se vuelva a estabilizar y transcurra así, sucesivamente, de forma ascendente y escalada en el largo plazo. De esta manera, se alternan períodos de rápidos cambios con períodos de pocos o ningún cambio. Son cambios divergentes, intermitentes, esporádicos y discontinuos —*discontinuous change*—.

Es decir, no se trata de cambios graduales en la política, en la gestión del poder, en los fenómenos socioeconómicos, en la evolución de las especies o en el ambiente, sino de bruscas alteraciones o alteraciones repentinas difíciles de predecir o anticipar, con lo cual la incertidumbre

y el azar siempre estarán presentes. En las ciencias sociales se suele hablar de clivaje o fisura, por ser estos cambios disruptivos.

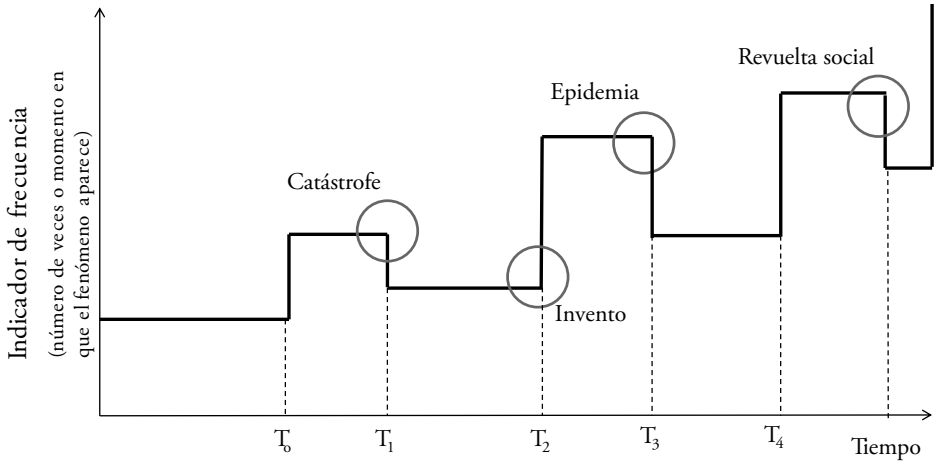
Se trata de eventos o momentos que marcan un «antes» y un «después». Estas disrupciones, catástrofes o fenómenos, tanto naturales como otros causados por el ser humano, no se pueden pronosticar, por cuanto no son lineales y no se distribuyen de forma regular a través del tiempo, sino de manera aleatoria y son regidos por leyes de diversa índole (cambio climático o ejercicio de poder). Esto es lo que se conoce en la literatura como equilibrio puntuado *(punctuated equilibrium).*

El famoso equilibrio puntuado tiene como autores al paleontólogo estadounidense **Niles Eldredge** y al también famoso paleontólogo y biólogo **Stephen Jay Gould,** quienes en la década de 1970 no encontraron cambios graduales en las especies, como postulaban Darwin y sus discípulos ortodoxos.

Eldredge y Gould identificaron largos períodos de casi total estabilidad, sin cambio alguno, eventualmente interrumpidos por brotes de nuevas especies. Las especies, según estos destacados científicos, dan saltos evolutivos y cambian profundamente de un momento a otro después de permanecer estables por mucho tiempo, apreciándose que la fuerza poderosa del azar también juega en la evolución. El concepto de equilibrio puntuado ha sido ampliado a otras ciencias, enriqueciendo su poder predictivo y analítico (figura 11).

A lo largo de toda la historia de la naturaleza y de la humanidad, se han dado eventos casuales o accidentes que pasan a convertirse en parte integral de la vida o han determinado el curso de la historia. Son accidentes al azar que habrían podido marcar otro camino y que quizás hubieran producido un mundo diferente. Estos accidentes se «congelan» en el tiempo y tienen un enorme impacto en los desarrollos posteriores. Ejemplos de ello son la formación de las galaxias y el sistema solar, la configuración de las especies, la reproducción sexual, los inventos de la física y la química y las decisiones de personas que por accidente han cambiado la historia de la humanidad. Con el paso del tiempo, estos accidentes se convierten en regularidades.

Figura 11. Equilibrio puntuado o interrumpido



Fuente: elaboración propia con base en Baumgartner y Jones (1993); base de datos *Policy Agendas Project* (1993).

Por ejemplo, el extraño azar del eclipse solar de 1917 permitió comprobar y confirmar la teoría de la relatividad de Albert Einstein con la precisa observación del efecto de la gravedad del Sol sobre la luz. ¡La naturaleza azarosa de la realidad! (Sacks, 2019, p. 200).

La famosa frase del biólogo, médico y fisiólogo francés Claude Bernard parece también confirmar la hipótesis propuesta: «El azar favorece a la mente preparada».

Otro ejemplo singular sobre la forma impredecible, errática y azarosa acerca de cómo evolucionan las ideas, la ciencia y la vida misma se encuentra con el descubrimiento del oxígeno en la década de 1670, por el químico, médico y fisiólogo inglés John Mayow, un siglo antes de que el sueco Carl Scheele y el inglés Joseph Priestley lo descubrieran y de que entremedio hubiera predominado durante un siglo la teoría del flogisto[25] de los alemanes Johann Joachin Becher y George Stahl. Los científicos alemanes sugirieron que el flogisto se encontraba en los cuerpos susceptibles de ser quemados y que era liberado al producirse llama. «Esta teoría errónea acabó dando pie,

25 Sustancia con la cual se buscaba explicar la combustión y que los objetos ardieran.

gracias a los intentos por demostrarla, al descubrimiento del oxígeno, constituyendo un ejemplo de cómo el método científico hace que incluso ideas equivocadas puedan acabar siendo fructíferas» (Arroyo, 2012, p. 20).

El francés Antoine Lavoisier rebatió la idea del flogisto y en su lugar propuso la teoría calórica —que dominaría la química durante el siglo XVIII—, según la cual el calor era una sustancia sutil —«calórico»— que fluía de los cuerpos calientes a los fríos y, dado que la cantidad de «calórico» era constante, todo el calor perdido por un cuerpo era ganado por otro. A Lavoisier se le considera el padre de la química moderna por sus estudios revolucionarios sobre combustión y oxidación de los cuerpos y, también, por la confirmación de la teoría del oxígeno de Mayow en 1787. Cuatro títulos lo honraban: químico, biólogo, abogado y economista. Además, Lavoisier contribuyó a dejar atrás los delirios de los alquimistas, que pretendían encontrar respuestas a los elementos del universo, lo mismo que la piedra filosofal, la transmutación de cualquier metal en oro y la vida eterna en probetas, retortas y mecheros Bunsen, en medio del hermetismo, delirios que estuvieron vigentes durante catorce siglos.

Lavoisier fue guillotinado por venganza dentro de una trama sombría, en medio del fanatismo y la ceguera de la Revolución Francesa en 1794, por sus trabajos en el cobro de contribuciones, cuando tenía 50 años. Vivió en un tiempo equivocado, bajo el terror desatado por Maximilien Robespierre, cuando se pregonaba que «la República no necesita sabios». Esto hizo que el famoso matemático y astrónomo ítalo-francés Joseph-Louis Lagrange dijera al día siguiente de su muerte: «Les bastó un instante para cortar su cabeza, pero no bastará un siglo para que surja otra igual»[26].

26 Ver, de Alfredo Serra, *La trágica e injusta muerte de Lavoisier, padre de la química moderna, guillotinado por venganza:* «Lavoisier publicó en 1789, el mismo año en que estalló la Revolución Francesa, el *Tratado elemental sobre química*. Su único pecado fue haberse casado con Marie-Anne Pierrete Paulze, de apenas trece años y trabajar en la Ferme Générale, empresa recaudadora de impuestos. Uno de sus dueños era el padre de Marie-Anne. Capítulo de trama sombría. A la revolución poco le importaban el oxígeno, el nitrógeno, la ciencia toda. Los aristócratas y los recaudadores de impuestos fueron declarados enemigos del pueblo, pese a que Lavoisier intentó reformar el sistema tributario para favorecer a ese pueblo. Jean-Paul Marat, médico y encendido revolucionario, había presentado a la Academia de Ciencias de

No puede dejar de mencionarse la Ley de la Química de Lavoisier —o principio de conservación de la masa—, mediante la cual sentó las bases para comprender mejor fenómenos complejos: «En una reacción química, los átomos no desaparecen: simplemente se ordenan de otra manera». Es decir: «La materia no se crea ni se destruye: solo se transforma». Una constatación de la primera ley de la termodinámica como proceso de transformación, transferencia y acumulación de la energía. Esto ayudó sustancialmente en su trabajo a los posteriores grandes físicos, de la talla de Pierre-Simon Laplace (1749-1827), quien corrigió al propio Isaac Newton en el cálculo de la velocidad del sonido; lo mismo que a Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) y a Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906), quienes acabarían creando la ciencia de la termodinámica (Arroyo, 2012, p. 20). Así, la evolución en todo orden de cosas se parece a una película que cada vez que fuese reiniciada tendría un nuevo final.

Por otra parte, los eventos de puerta de enlace, también descritos por Geyer y Rihani, son los grandes factores que determinan el equilibrio puntuado. Se trata, por ejemplo, de los inventos científicos, la Revolución Industrial, los descubrimientos, las epidemias, los virus como el Covid-19 y los desastres de la naturaleza. Para el físico Murray Gell-Mann, las cosas que vemos en el mundo se deben a dos grandes causas: el conjunto de leyes fundamentales de la física y los accidentes al azar (Geyer y Rihani, 2010, pp. 44-45).

París un trabajo sobre la luz que pretendía refutar las teorías ópticas de Isaac Newton sobre el color, pero la Comisión en la que estaban Lavoisier y Benjamin Franklin lo rechazó con la conclusión de que 'los experimentos no prueban lo que su autor imagina'. Marat esperó la hora de la venganza. La revolución lo erigió en poderoso señor, dueño de vidas y almas. Y de la vida de Lavoisier. Pero antes, en julio de 1793, mientras escribía en su bañera (tomando baños de azufre, tal vez como imposible cura contra la sífilis), Charlotte Corday, girondina que se hizo pasar por informante, lo mató de una puñalada en el corazón. Sus amigos lo entronizaron como un mártir, y avivaron el fuego contra Lavoisier. De ahí a la guillotina solo hubo un paso. Durante el juicio, se pidió perdón en mérito a los logros del acusado en el campo de la ciencia. Pero el presidente del tribunal rebuznó más que dijo: 'La república no necesita científicos ni químicos'. Y bajó el martillo. Y el nombre de Lavoisier flota, eterno, en el aire que respiramos. En cada vacuna. En cada antibiótico. En cada calmante del dolor. En cada año más de vida sobre este pequeño planeta azul» (Serra, 2019).

> Flecha del tiempo y profundidad (*arrow of time and depth*): se da a entender que en todos los sistemas el tiempo es irreversible, cualidad mediante la cual el pasado y el futuro son cualitativamente diferentes. Con el tiempo, hay evolución o cambio hacia adelante, hay complejidad creciente, hay diversificación —como enunció Charles Darwin—; pero también, inevitablemente, hay desgaste o crecimiento del desorden a medida que trascurre el tiempo o la entropía, de acuerdo a Ilya Prigogine (1917-2003).

Esta idea, fundamentalmente, permite entender que el caos estructurado coloca el desorden de la realidad como el hecho primario y el factor de creatividad. Este doble proceso es lo que se denomina doble flecha del tiempo, como hecho histórico irreversible que tiene capacidad para autorregularse, sin ligazón con un orden teológico, hecho que se aplica a los procesos de aprendizaje de estilo histórico-estructural.

- Adicionalmente, con el paso del tiempo, la complejidad de los sistemas aumenta y también su relacionamiento, de tal manera que podemos decir que vivimos en un mundo cada vez más pequeño. Es decir, los contactos a través de una cadena o red de conocidos se acortan cada vez más, por lo que se dice que actualmente hay solo ¡seis grados de separación! entre una persona cualquiera y otra en todo el planeta[27].

27 La teoría de los seis grados de separación se parece a la popular frase «el mundo es un pañuelo». Microsoft ha corroborado que, gracias al internet, cualquier persona del planeta está conectada con otra a través de una cadena que no tiene más de seis intermediarios, eslabones o grados de separación para relacionarse. La hipótesis fue propuesta en 1930 por el escritor húngaro Frigyes Karinthy en su cuento «Chains» y está basada en la idea de que el número de conocidos crece de manera exponencial con el número de enlaces en la cadena o red, de tal manera que un mínimo de enlaces es necesario para que los conocidos se acerquen a toda la población.

La teoría la recoge el sociólogo Duncan Watts en su libro *Six degrees: The science of a connected age* (2003). El psicólogo Stanley Milgram lo demostró en 1967, enviando un número de cartas a personas en Nebraska y Kansas (Estados Unidos), solicitándoles que se las reenviaran a un stockbroker sin revelar la dirección. Las cartas llegaron a su destino después de muy pocos reenvíos: ¡seis en promedio! El mundo es una red gracias a Facebook, Linkedin, Twitter, Google y básicamente internet. Así, además de ser una red, es un claro ejemplo de que las personas interactúan en un mundo complejo (Johnson, 2009, pp. 98-100).

F. La complejidad, de acuerdo con **John H. Holland,** se refiere a lo siguiente:

> Los sistemas complejos adaptables son sistemas compuestos por agentes interactuantes descritos en términos de reglas. Estos agentes se adaptan cambiando sus reglas cuando acumulan experiencias. En dichos sistemas, la mayor parte del medio ambiente de cualquier agente adaptable está constituida por otros agentes adaptables, de manera que una porción de los esfuerzos de adaptación de cualquier agente es utilizada para adaptarse a otros agentes adaptables (Holland, 2004, p. 25).

A partir de dicha definición, John H. Holland, autor del libro *El orden oculto. De cómo la adaptación crea la complejidad* (2004), cofundador del Instituto Santa Fe y padre de los algoritmos genéticos, estableció que los sistemas complejos adaptables poseen cuatro propiedades y tres mecanismos. Las propiedades son las siguientes: agregación, no linealidad, flujos a través de redes de nodos y conectores, y diversidad; y los mecanismos: marbetes o etiquetas; mecanismos internos para la anticipación y la predicción; y mecanismos de bloques de construcción o capacidad para descomponer en partes una escena compleja. Este último mecanismo, según Holland, tiene una enorme implicación sobre la complejidad, dado que es el que nos hace mover desde simples comienzos hacia bellos y maravillosos finales.

Holland cita al físico Phil Anderson, quien sostiene que piezas simples interactuando juntas pueden dar lugar a la aparición de formas emergentes nuevas y más maravillosas: «The potencial emergence of new forms from the aggregation of simple pieces is known as the "more is different" hypothesis» (Miller, 2015, p. 22)[28].

Por su parte, **Steven Johnson** (2001) en su libro *Emergence* analiza el sorprendente comportamiento de las colonias de hormigas y destaca que la hipótesis «más es diferente» implica dos cosas: la primera, que la naturaleza estadística de la interacción de las hormigas exige que haya

28 «La potencial emergencia de nuevas formas a partir de la agregación de piezas simples se conoce como la hipótesis 'más es diferente'.» Con esto se da a entender que cada ciencia aporta lo suyo para comprender los diferentes grados de complejidad de la naturaleza. Se da así una jerarquía con diferentes herramientas según el nivel de complejidad.

una masa crítica de hormigas para que la colonia realice una evaluación inteligente de su estado global. Esto quiere decir, por ejemplo, que diez hormigas que vagan por el suelo del bosque no podrán juzgar con precisión la necesidad general de forrajeros o constructores de nidos, pero dos mil harán el trabajo de manera admirable. Cada hormiga se comporta de manera simple y automática, reaccionando a señales químicas provenientes de otras hormigas y distintos elementos. Nadie les da órdenes ni las coordina, ni siquiera la reina. ¡La riqueza del sistema radica en la interacción entre millones de hormigas!

La segunda cuestión implica una distinción entre micromotivos y macroconductas: las hormigas individuales no saben que están priorizando los caminos entre diferentes fuentes de alimentos cuando establecen una señal de feromonas cerca de una pila de semillas de nutrición. Si solo estudiáramos a hormigas individuales en forma aislada, no tendríamos manera de saber que esas secreciones químicas representan un esfuerzo colectivo por crear una línea de distribución que transporta cantidades enormes de alimentos de regreso al nido. «It's only by observing the entire system at work that the global behavior becomes apparent» (Johnson, 2001, p. 78)[29].

El mensaje central de la hipótesis «más es diferente» es que el reduccionismo no implica construccionismo. Es decir, si uno estudia y conoce el componente más simple de un fenómeno, eso no implica que entendamos el todo por el simple hecho de que el fenómeno esté construido a partir de esos elementos individuales. Para reconstruir el mundo, tendríamos que tener una teoría de cómo los componentes, una vez juntos, interactúan para formar patrones globales inesperados y maravillosos.

Bajo dicha hipótesis, el renombrado matemático John von Neumann inició los estudios de las estructuras llamadas «celular autómata», estructuras que trabajan como modelos matemáticos de razonamiento inductivo para sistemas dinámicos naturales y físicos que evolucionan en pasos discretos, fruto de la interacción local de

29 «Es únicamente mediante la observación de todo el sistema en funcionamiento que el comportamiento global se vuelve aparente».

unos agentes con otros. Estos modelos se aplican, por ejemplo, en el estudio del tráfico de peatones y de la evolución de las células y virus, en el reconocimiento de caras, en el patrón de compras de los clientes y en la intención de voto.

Los modelos de reconocimiento de patrones y de aprendizaje se han convertido en un elemento básico de la investigación en las ciencias de la computación. Tal como lo describe **Eric D. Beinhocker** en su libro *The origin of wealth* (2006), **John Holland** —en compañía de los psicólogos Richard Nisbett y Keith Holyoaky y del experto en ciencia cognitiva Paul Thagard— ha desarrollado un modelo de razonamiento inductivo muy parecido al nuevo *homo economicus* para entender los fenómenos sociales. La estructura de dicho modelo o programa de computación *agent-based model* («modelo basado en agentes») que crea agentes y obedece órdenes, tendría las siguientes características:

- **Agente:** hay un agente interactuando con otros agentes y con su entorno.
- **Atributos:** preferencias, opiniones, edad, activos, nivel socioeconómico, etcétera.
- **Metas:** el agente tiene metas y toma decisiones con el fin de aproximarse a sus objetivos.
- **Reglas de juego:** son generales y sencillas; condicionadas, como: «Si está caliente, entonces no lo toque».
- ***Feedback and learning:*** el modelo mental del agente identifica cuáles reglas ayudan a lograr los objetivos y cuáles alejan de ellas. Con la rutina, las exitosas son más usadas que las fracasadas y, así, la retroalimentación con el entorno hace que el agente aprenda con el tiempo. La aplicación de estos modelos permite entender la forma en que las decisiones individuales de comportamiento pueden agregarse para explicar fenómenos sociales como la segregación racial en un determinado vecindario (Beinhocker, 2006, pp. 129-130).
- **Adaptación: e**l modelo tiene la capacidad de acomodarse a las condiciones de su entorno en función de las reglas establecidas. En los

seres vivos, esta cualidad les permite ajustarse a múltiples circunstancias y condiciones. Por ejemplo, el camuflaje como forma de parecerse al medio que los rodea.

David Colander y Roland Kupers (2014, pp. 208-209) destacan en su libro la siguiente simulación: en 1996, Joshua Epstein y Robert Axtell denominaron a su modelo *agent-based sugarscape* y, para simplificar la economía real, modelaron dos agentes igualmente dotados moviéndose en la pantalla para conseguir azúcar. La estrategia de cada agente para encontrar más azúcar consistía en comerse lo que encontraba para sobrevivir o en acumular el resto como capital.

Axtell y Epstein (1996) rastrearon la distribución de la riqueza con el correr del tiempo, es decir, querían saber cuánta azúcar habían acumulado los agentes. Sorprendentemente, la distribución llegó a ser altamente desigual. El punto a resaltar con este tipo de modelos es mostrar que, incluso si cada agente cuenta con igual talento e iguales oportunidades desde un comienzo, es posible que se termine con una distribución de riqueza altamente desigual. Esto se debe a que en los sistemas complejos la riqueza y los ingresos resultan ser mucho más vinculantes que en los sistemas simples y, también, a la retroalimentación positiva entre ingreso y riqueza y viceversa, lo cual indica que los ricos se hacen más ricos y los pobres permanecen pobres.

Es decir, una distribución del ingreso altamente desigual se encadena o encierra en su lugar no debido exclusivamente a diferencias en habilidades sino a circunstancias históricas. Pese a ello, los autores de la simulación aclaran que, si se cambia la ecoestructura del sistema, la distribución del ingreso podrá modificarse.

De igual manera, el uso de modelos basados en agentes ha ayudado a conocer mejor el papel de la *aleatoriedad* y la noción de *azar* en el éxito y el fracaso. Los investigadores A. Pluchino, A. Biondo y A. Rapisarda (2018) de la Universidad de Catania (Italia), con el uso del modelo NetLogo Agent-based, han cuestionado el sesgo del paradigma meritocrático competitivo según el cual el triunfo descansa principalmente en cualidades personales tales como talento, inteligencia, esfuerzo, voluntad, trabajo duro o riesgo.

En cierto grado, según estos autores, la suerte puede ser importante al determinar el éxito. A veces se subestiman las fuerzas externas en las historias individuales exitosas. Y, la vida, como el póquer, si se mira exclusivamente el corto plazo, puede ser considerada un juego de azar, pero en el largo plazo las habilidades pueden influir más que la suerte.

El modelo utilizado por los tres autores muestra la evolución de las carreras de un grupo n de personas con talento, influenciadas por n eventos, algunos afortunados y otros desafortunados, durante un período de 40 años para las edades comprendidas entre 20 y 60 años. El ingrediente oculto detrás de las escenas puede ser la *aleatoriedad.* Esta quizás sea la explicación de por qué algunos individuos mediocres con suerte alcanzan y superan a los inteligentes. El modelo permitió a Pluchino, Biondo y Rapisarda arrojar luz sobre la efectividad de evaluar el mérito sobre la base del nivel de éxito alcanzado y subraya el riesgo de distribuir honores o recursos excesivos a personas por tener más suerte que otras.

Dicho tipo de simulaciones ayuda a mostrar cuáles podrían ser las estrategias más eficientes de financiación pública o de investigación con el fin de mejorar la meritocracia, la diversidad y la innovación. A veces ciertas investigaciones que *a priori* aparecen menos prometedoras, gracias a la serendipia pueden ser extremadamente innovadoras *a posteriori*. Por lo tanto, subestimar el rol de la *aleatoriedad* como determinante del triunfo falla al dar honores y premios exclusivamente a los más competentes. Y, así como en el ajedrez y en los juegos de la vida real, que son comparables, cada lado maneja información sobre el otro. Se apuesta o se confía en la «intuición», o como dijo Napoleón Bonaparte acerca de sus generales predilectos, tenían suerte.

También, los resultados del modelo de Axtell y Epstein arriba mencionado podrían asemejarse a los de Thomas Piketty, quien ha evitado convertirse en una suerte de «profeta del desastre de la desigualdad», por cuanto el modelo que dibuja se encuentra predeterminado: mientras la tasa de retorno del capital (r) se mantenga por encima de la tasa de crecimiento de la economía (g), iremos inevitablemente hacia una sociedad con mayores niveles de desigualdad.

Tal como lo exponen Bradford Delong, Heather Boushey y Marshall Steinbaum en la introducción *El capital en el siglo XXI. Tres años de su publicación*, la única respuesta posible es identificar con claridad la riqueza de las élites y, a continuación, aplicarles una fiscalidad capaz de invertir la tendencia. Todo esto suponiendo que los políticos son capaces de vencer las habilidades de las élites a la hora de blindarse ante este tipo de pretensiones (Delong, Boushey y Steinbaum, 2018, p. 34).

Se trata de un reto mayúsculo, por cuanto el capital en el siglo XXI no entiende de fronteras y los llamados «paraísos fiscales» confirman la naturaleza volátil y esquiva del capital moderno frente a un Estado débil y sin respaldo suficiente de los partidos políticos.

G. Según **Daniel Innerarity,** catedrático de Filosofía Política en la Universidad del País Vasco (España), un sistema es complejo cuando no se puede describir completamente el número de sus elementos, su pluralidad, entrelazamientos e interdependencias. Los problemas complejos no se diferencian netamente de otros problemas con los que están vinculados, son pluridimensionales y no se pueden abordar por partes o de acuerdo con determinadas prioridades. En consecuencia: «Un sistema es complejo cuando no basta con describir sus componentes para entenderlo en su totalidad, de manera que hemos de considerar también las interacciones que tienen lugar entre sus elementos y con su entorno» (Innerarity, 2020, pp. 65, 101).

Este afamado pensador, en su libro *Una teoría de la democracia compleja* (2020) afirma que la complejidad de la sociedad contemporánea se debe en buena medida a l*a contingencia* que caracteriza su configuración y a las decisiones que debe acometer para gobernarse. Según Innerarity, una configuración es contingente, desde el punto de vista ontológico, cuando una decisión no es ni imposible ni necesaria y, desde el punto de vista práctico, cuando las razones que motivan una decisión no son abrumadoras, pero tampoco irrelevantes. Para él, complejidad no significa opacidad o caos, sino extrema contingencia. Bajo estos argumentos, su libro plantea como hipótesis que la princi-

pal amenaza de la democracia no es la violencia ni la corrupción o la ineficiencia, sino la simplicidad.

Es decir, para superar la contraposición entre democracia y complejidad, donde lo que existe es una incompatibilidad de principio, la hipótesis de Innerarity es que esa ruptura se produce por déficit de complejidad de nuestras instituciones, como marco conceptual más adecuado para articular exigencias de la sociedad. Por lo tanto, la democracia no es incompatible con la complejidad, todo lo contrario. «Su dinamismo interno y su capacidad de autotransformación la convierten en el sistema de gobierno mejor preparado para gestionarla» (Innerarity, 2020, pp. 21, 82).

H. El investigador colombiano **Carlos Eduardo Maldonado** define la complejidad de la siguiente manera:

> De hecho, lo que conocemos como ciencias de la complejidad no es, en realidad, sino una manera genérica para designar aquel conjunto de fenómenos, comportamientos y sistemas que no cabe explicar apelando ya únicamente a criterios tradicionales como causalidad, con base en la filosofía del reduccionismo, separando sujeto y objeto, en fin, analíticamente en el sentido de la descomposición de un todo en sus partes para explicar la estructura, la dinámica, el comportamiento y la evolución del sistema de que se trate. (Maldonado, 2011, p. 21)

En su trabajo, el profesor Maldonado reflexiona sobre la obra del científico ruso Ilya Prigogine, ganador del Premio Nobel de Química en 1977, quien analizó la termodinámica del no equilibrio como primera ciencia de la complejidad, esto es, aquellos procesos, fenómenos, sistemas y comportamientos caracterizados por fluctuaciones, inestabilidades, autoorganización y emergencias, en fin, desequilibrios o equilibrios dinámicos. La termodinámica se define como la rama de la física dedicada al estudio de los procesos donde se produce una transformación de la energía.

Ludwig Boltzman (1844-1906), el famoso físico austriaco, sentó las bases de la termodinámica como la ciencia del calor en términos mecánicos. Fue uno de los primeros en aplicar la teoría de la probabilidad

al estudio de la física y se le considera precursor de la mecánica cuántica. También ocupa un lugar predominante en la ciencia por sus revolucionarios estudios sobre la denominada flecha del tiempo, la dirección indefectible que apunta del pasado al futuro. Las dudas que dejaba la mecánica de Newton como explicación quedaban atrás, por cuanto mediante la segunda ley de la termodinámica se estableció que «el futuro era aquella región donde la entropía aumentaba y lo hacía en esa única dirección porque, como se ha dicho, reflejaba la tendencia de un sistema a ocupar estados más probables» (Arroyo, 2012, p. 10).

La descripción de la totalidad o del conjunto de un sistema termodinámico se llama también descripción macroscópica; mientras que, cuando se trata de comprender cómo se comportan las moléculas de un mismo sistema, la descripción se denomina microscópica. Por lo tanto, un sistema constituido por un número muy grande de componentes, cuyo comportamiento colectivo puede ser descrito por un número reducido de características de conjunto, o parámetros de estado, como, por ejemplo, volumen, presión o temperatura, se denomina sistema termodinámico. Cuando cambian dichos parámetros, se dice que el sistema experimenta una transformación (Silvestrini, 1998, p. 57).

De manera sencilla, podríamos decir que la termodinámica es un capítulo de la física que busca describir cómo las transformaciones de los sistemas están relacionadas con los cambios en sus parámetros de estado y las transferencias de energía. Por ejemplo, la transformación de la energía mecánica en energía térmica y viceversa. La energía mecánica se encuentra presente en casi todos los ámbitos de la vida donde hay movimiento, por ejemplo, en la energía hidráulica, eólica y mareomotriz.

También en la literatura científica la termodinámica es reconocida como la primera ciencia física de propiedades emergentes, en contraposición con el paradigma reduccionista newtoniano. Entre sus pioneros se menciona a Daniel Bernoulli, James Clerck Maxwell, Herman von Helmholtz, Rudolf Claussius y Ludwig Boltzmann. Con sus investigaciones, estos autores trataban de relacionar las leyes

de las propiedades colectivas de los gases —como la energía del calor, el volumen y la presión— con las leyes mecánicas que describen el comportamiento de los componentes microscópicos.

La termodinámica tiene como tarea describir los cambios en los estados de los sistemas y contempla dos grandes leyes en su cuerpo teórico: la primera ley de la termodinámica establece que la energía no puede crearse ni destruirse: se transforma; la segunda ley establece que en todo cambio de estado de un sistema la energía usada experimenta una degradación en su calidad. A este fenómeno se le conoce con el nombre de entropía.

El concepto de entropía se utiliza con diversos significados en múltiples ciencias en referencia a la pérdida de orden de un sistema. En mecánica, alude a la parte de la energía que se pierde y no se transforma en trabajo útil, como en las reacciones de combustión debidas a la disipación o a la fricción. En la teoría de la información, la entropía es la medida de incertidumbre ante un conjunto grande de mensajes (de los cuales solo se recibirá uno) o la falta de certeza ante una fuente de información; es una medida de la información necesaria para reducir o eliminar la incertidumbre.

La entropía también se puede ver como la cantidad media de información que contienen los símbolos transmitidos. Así, en un texto, los símbolos con menor probabilidad de ser usados son los que aportan mayor información, pero cuando todos los símbolos son igualmente probables (distribución de probabilidad plana) todos aportan información relevante y la entropía es máxima. En consecuencia, la entropía depende de la probabilidad, en el sentido de que cuando todos los resultados posibles son igualmente probables, el resultado es poco predecible y la entropía es máxima. El término entropía fue aplicado inicialmente por Claude E. Shannon en 1948 (Earls, 2011, pp. 100-104).

> Es posible decir sin ambages que la termodinámica del no equilibrio está articulada, en la obra de Prigogine, en torno a tres conceptos: la irreversibilidad, las estructuras disipativas y la importancia y el carácter mismo del tiempo (Maldonado, 2011, p. 23).

En consecuencia, mediante la flecha del tiempo, el conocimiento humano descubre la imposibilidad o incapacidad de predecir el futuro de un sistema complejo. Esto representa un reto a la reversibilidad, por cuanto hace posible la introducción de la idea de tiempo y de historia en un universo que la física clásica había descrito como eterno e inmutable, en razón de que en el ámbito determinista todo futuro está contenido en el presente. Sin embargo, desde el punto de vista de la complejidad, el final de ciertos procesos autoorganizados —como la muerte o la extinción de una especie— puede ser considerado irreversible.

En economía, una de las grandes diferencias entre el modelo clásico —y en parte el neoclásico— y las corrientes marxista, historicista e institucionalista es precisamente la utilización de una concepción lógica del tiempo, frente a su concepción histórica y, como resultado, la defensa de su modelo como atemporal y válido en cualquier circunstancia[30].

Con respecto al concepto de estructura disipativa, en términos simples, ella sería la encargada de alcanzar un cierto orden a expensas de un aporte continuo de energía externa al sistema. Las estructuras disipativas se asocian a estructuras de no equilibrio, por cuanto necesitan disipar e intercambiar materia o energía con el medio externo para sobrevivir y mantenerse. Una vez que lo logran, pasan a estar en un «estado estacionario», como sistemas abiertos.

Por lo tanto, los sistemas disipativos son aquellos que, lejos del equilibrio, potencialmente pueden transformarse en estructuras de gran complejidad y evolucionar de forma organizada. La vida, los ecosistemas y la sociedad misma son ejemplos de estructuras disipativas que logran orden —disminuyen entropía— a costa del entorno. Como estructuras abiertas, aumentan su información a partir de la información exterior. Veamos lo que dice el biólogo chileno Humberto Maturana[31] al respecto:

30 Agradezco a Diego Azqueta la aclaración y comprensión de este punto.

31 Humberto Maturana (1928-2021), junto a Francisco Varela, desarrolló en la década de 1970 el concepto de *autopoiesis*. Este concepto designa la cualidad de un sistema capaz de reproducirse, autorregenerarse o mantenerse por sí mismo. La autopoiesis se explica por

> Los seres humanos somos organismos autopoiéticos-moleculares, esto quiere decir que existimos como una unidad molecular y que nos producimos a nosotros mismos, que cada uno de nosotros vive una historia individual diferente y única, que no somos iguales y que cada uno tiene una historia de vida particular, lo que hace central que nos escuchemos y nos pongamos de acuerdo en el convivir que deseamos vivir (Maturana y Dávila, 2021, p. 21).

En la visión de Maturana y Ximena Dávila, junto a la de Francisco Varela, *autopoiesi*s expresa, primero, la idea de autoformación, válida para cualquier ser vivo como modo de organizarse (autoorganización). Segundo, como ser vivo es un sistema cerrado, correspondiendo esto a su individualidad y a la marca del sistema autodeterminado. Y, tercero, el ser vivo está dotado de capacidad para reaccionar constructivamente ante estímulos externos, de tal manera que, dentro de su ámbito, historia propia y realidad externa, no se imponen al sujeto, es este el que formatea la realidad a su imagen y semejanza, seleccionando lo que es captable por el ser humano. En esto, la biología hace un gran aporte a la discusión sobre el aprendizaje, junto al debate sobre la inteligencia artificial (Demo, 2001, p. 264).

I. Para **David Colander y Roland Kupers,** autores del libro *Complexity and the art of public policy* (2014), cuanto más interconectado se encuentre un sistema es más probable que sea considerado como complejo. Por esta razón, tales autores definen la complejidad de la siguiente manera:

---

la capacidad de los seres vivos de relacionarse mediante el lenguaje, la coordinación, la interacción y la cooperación. Los seres vivos se autofabrican a ellos mismos: todo el tiempo se reparan, mantienen y modifican a sí mismos. Los sistemas autopoiéticos producen sus propias estructuras y los elementos de los que están constituidos. «Transforman la materia en ellos mismos de manera que su producto es su propia organización».

Por otra parte, la autopoiesis o autoconstrucción fue definida por Melanie Mitchell de la siguiente manera: «La autoconstrucción es un proceso de automantenimiento por el cual un sistema (por ejemplo, una célula biológica) funciona como un todo para producir continuamente los componentes (por ejemplo, partes de una célula), de manera que ellos mismos componen el sistema que los produce» (2009, p. 298).

> Complexity science focuses on how systems can transition on their own into a more ordered state. Most people would expect the behavior of systems that involve lots of interactions to be chaotic. A key finding of complexity science is that, surprisingly, many are not chaotic. That complexity insight —that systems can selforganize— is an important inside for all policy makers to include as part of their approach. This form of self-organization is referred to as «emergence». (Colander y Kupers, 2014, p. 48)[32]

A la luz de los fundamentos de la complejidad, estos autores plantean que las políticas públicas y la gestión pública en general no los han incorporado con fuerza y mencionan varias críticas a esta falencia, entre otras:

- El mantenimiento de una obsoleta división entre quienes favorecen el mercado y quienes favorecen el Estado, como si se tratara de dos entes separados, desconociendo que ambos coevolucionan y se complementan.
- El sesgo del diseño *top-down* en desmedro de las potencialidades locales del diseño *bottom-up*, con el agravante de que se deja de lado el rol central de la sociedad civil y se desconecta lo micro de lo macro.
- El uso excesivo de incentivos, algunos de ellos regresivos y discriminatorios, o la existencia de rentas y barreras que inhiben la competencia, antes que pensar en la importancia de una arquitectura institucional adecuada donde la interrelación y la cooperación puedan darse con mayor fluidez entre los tres actores, es decir, mercado, Estado y sociedad civil.
- La carencia de un ambiente de coparticipación donde se promueva el cambio desde la base y lo local, en lugar del apego estricto a normas y leyes desde la cúspide. El cambio social no es exclusiva-

32 «La ciencia de la complejidad se centra en cómo los sistemas pueden hacer la transición por sí mismos hacia un estado más ordenado. La mayoría de la gente esperaría que el comportamiento de los sistemas que implican muchas interacciones sea caótico. Un hallazgo de la ciencia de la complejidad es que, sorprendentemente, muchos no lo son. Esa visión de la complejidad —que los sistemas puedan autoorganizarse— es un elemento interno importante que todos los responsables de la formulación de políticas deben incluir como parte de su enfoque. Esta forma de autoorganización se conoce como "emergente".»

mente *top-down* ni tampoco *bottom-up*. Envuelve un abanico de alianzas en diferentes direcciones entre lo que metafóricamente se conoce como la interrelación entre «abejas», o grupo de individuos creativos con ideas y energía, y «árboles», reflejado en las grandes instituciones con poder y capacidad de inversión para que las cosas sucedan a escala. La autoorganización y la coparticipación transitan desde la manera de pensar hasta las herramientas prácticas para el financiamiento y el diseño. Algunas alianzas son específicas de las culturas nacionales, pero todas conllevan patrones comunes, donde lo importante es fomentar la polinización cruzada, en lugar de definir una ruta estricta y homogénea con los *blueprint* o planes normativos lineales y jerarquizados.

Terminan así, Kolander y Kupers, reclamando una «agenda perdida» que parece estar aún atada a una visión positivista. Esta agenda incluiría un mayor uso de modelos históricos de la sociedad, antes que el énfasis en las personalidades independientes, el recuento de las grandes asociaciones o alianzas entre actores que han favorecido los cambios y las innovaciones, y las observaciones críticas al individualismo metodológico, al concepto de racionalidad y a las teorías de dominación.

J. **El Instituto de Sistemas Complejos de Valparaíso (Chile)** —fundado en 2003 como corporación privada sin fines de lucro— ha realizado varias publicaciones de gran valor como reflexión en torno a las ciencias de la complejidad. En 2014, publicó el libro *Las rutas de la complejidad,* un compendio de excelentes artículos. Sin entrar en el detalle de cada uno de ellos, es importante resaltar el peso que se asigna al tema de las redes desde el punto de vista tanto teórico como práctico.

Desde lo teórico, César Hidalgo presenta el valor de los enlaces y las redes, y su evolución en las organizaciones. Citando varias investigaciones, este autor establece que los resultados de una organización dependen de su estructura de redes sociales informales y de su flexibilidad para adaptarse. Todo ello obedece a la configuración que tomen dichas redes. En sus palabras:

> Las organizaciones son redes formadas por grupos heterogéneos de personas que realizan tareas que ningún individuo por sí solo puede hacer. Al igual que un equipo de fútbol o una orquesta, las organizaciones son súper organismos complejos cuyo rendimiento depende de la interacción entre los individuos que componen la organización, así como de la estructura de las redes que se desprenden de estas interacciones. Sin embargo, las organizaciones son redes que existen dentro de las redes [...]. Un paso en esta dirección es ayudar a las organizaciones a ser más adaptables; esperando que esto conlleve una economía que sea más evolutiva (Hidalgo, 2014, pp. 43-44).

En cuanto al punto de vista práctico, dicha publicación incluye el trabajo llevado a cabo por ocho investigadores de prestigiosas universidades, que consistió en analizar el nivel de colaboración científica del conjunto de universidades de la Región de Valparaíso en las dos últimas décadas mediante técnicas basadas en redes complejas.

> Usando la base de datos de Web of Science se construyeron grafos o redes de colaboración científica en las cuales los nodos corresponden a los autores de las universidades tradicionales de la región y las publicaciones a los enlaces que los relacionan (Cárdenas, Olivares, Cabrera, Alfaro, Goya, Samaniego, Gilbert y Palacios, 2014, p. 178).

Según dichos autores, la Región de Valparaíso comprende un *cluster* universitario de 43 instituciones: 13 universidades, 15 institutos profesionales, 14 centros de formación técnica y una institución de defensa nacional. El análisis a través de la técnica que usaron les permitió demostrar el progresivo trabajo interinstitucional e interdisciplinario, mayor asociatividad en la actividad científica, aumento de autores y mayor número de publicaciones. Todo ello, con un significativo aporte de la academia a la empresa y al desarrollo económico regional.

En este apartado vale la pena resaltar el esfuerzo anual del Congreso del Futuro, actividad organizada por el Congreso de Chile —a través de la Comisión Desafíos del Futuro y la Fundación Encuentros del Futuro—, cuya finalidad básica es debatir temas de actualidad e invitar a la población a conocer y vivir la nueva civilización digital. Anualmente se invita a prestigiosos intelectuales de nivel mundial, premios Nobel de diversas disciplinas y científicos de talla mundial en ciencia, tecnología y pensamiento complejo.

En un formato cien por ciento virtual, el tema del Congreso 2021, en su décima versión, se centró en «habitar la incertidumbre». Con esto, se da a entender la importancia que tiene el anticipar los grandes retos para construir futuro y abrir el debate a la sociedad sobre las adversidades que enfrenta por las consecuencias socioambientales que generan tanto una pandemia global como otro tipo de amenazas. Es importante señalar que este evento cuenta con la participación y apoyo de las principales empresas públicas y privadas, universidades estatales y privadas, centros de investigación de variada índole, medios masivos de difusión, como prensa, radio y televisión, y redes sociales de toda clase.

La versión de 2022, entre los días 17 y 21 de enero, contó con más de 800 expositores de 20 países bajo el tema «Aprender a convivir», y tuvo como objetivo promover pensamiento crítico y creativo y encontrar soluciones a los desafíos del futuro. Entre los principales invitados estuvieron el médico asesor de la Presidencia de los Estados Unidos Anthony Fauci; la ganadora del Premio Nobel de Economía 2019, Esther Duflo, reconocida por sus estudios sobre desigualdad dentro de los países de desarrollo; el especialista en tecnologías Nicolas Mialhe, cofundador de The Future Society; y Timnit Gebru, una de las líderes en investigación sobre ética y sesgos algorítmicos en inteligencia artificial. También asistieron Gonzalo Moratorio, virólogo uruguayo, quien creó uno de los primeros test para detectar la presencia de Covid-19 en el organismo; Ko Barrett, vicepresidenta del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y el biólogo marino Daniel Pauly, especialista en biodiversidad marina amenazada.

Con iguales propósitos a los del Congreso del Futuro, es digno de destacar el Festival Internacional de Mentes Brillantes «La ciudad de las ideas», que se realiza durante tres días cada año en la ciudad de Puebla (México). Su cofundador y curador es Andrés Roemer.

Loable lo es también el ejercicio del periódico nacional *La Diaria* que convoca a todo el Uruguay a participar y celebrar el Día del Futuro durante todo un mes. Esta exploración innovadora sobre cómo «aprender» a usar el futuro se realiza en torno a cinco ejes prioritarios

—innovación, geopolítica, sociedad y cultura, política, y estado de desarrollo— con el fin de desarrollar imaginarios transformadores y alternativas de ruptura e inteligencia colectiva, bajo el convencimiento de que el futuro es inherentemente no conocido, incierto, indeterminado y abierto, con lo cual se da cabida a la complejidad, la espontaneidad, lo emergente, la incertidumbre, la ambigüedad y lo inclusivo en los términos del cambio, y también a la diferencia, lo distinto y lo nuevo. Con estos elementos, el futuro no es un objetivo (un *target* a alcanzar). «Es un espacio abierto que según lo imaginemos, informa y orienta nuestras acciones presentes» (Garrido, 2016, p. 259).

H. En homenaje al prestigioso Centro de Estudios de Sistemas Complejos de la Universidad de Michigan (Estados Unidos), creado en 1999, y en especial a sus fundadores, conocidos como el Grupo Bach (Arthur Burns, Robert Axelrod, Michael D. Cohen y John Holland), **Robert Axelrod** y **Michael D. Cohen** escribieron *Harnessing complexity* (2000). Este magnífico libro es un llamado profundo a aprovechar los avances y las ideas de la ciencia de la complejidad en todos los conocimientos y disciplinas. Para hacerlo, analizan detalladamente los tres procesos básicos que constituyen los sistemas complejos adaptables: variación, interacción y selección. Axelrod y Cohen concluyen que estos tres sistemas, en conjunto, estimulan la innovación, la confianza, la cooperación y el cambio en la manera de pensar y hacer las cosas. Con base en estos principios, se define la complejidad de la siguiente forma:

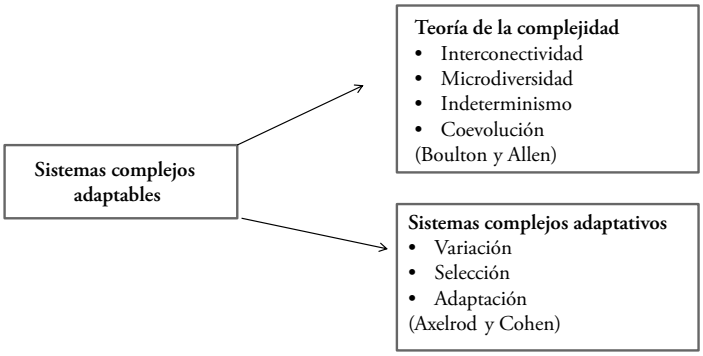
> Complexity does not simply denote «many moving parts». Instead, complexity indicates that the system consists of parts which interact in ways that heavily influence the probabilities of later events. Complexity often results in features, called *emergent properties*, which are properties of the system that separate parts do not have. For example, no single neuron has consciousness, but the human brain does have consciousness as an emergent property. (Axelrod y Cohen, 2000 p. 15)[33]

33 «La complejidad no solo denota 'muchas partes móviles'. En cambio, la complejidad indica que el sistema consta de partes que interactúan de forma tal que influyen mucho en la proba-

Es importante aclarar que, cuando un sistema contiene agentes o actores que buscan adaptación, Axelrod y Cohen utilizan el término *sistemas complejos adaptativos,* cuyos procesos fundamentales serían: variación, selección y adaptación.

Por el contrario, para **Jean Boulton y Peter Allen** (2007), los principios básicos de la teoría de la complejidad en general serían: interconectividad, microdiversidad, indeterminismo y coevolución (figura 12).

Figura 12. Características básicas de los sistemas complejos



Fuente: elaboración propia con base en Boulton, Allen, & Bowman, (2015); Axelrod y Cohen (2000).

Para Boulton y Allen, la complejidad significa lo siguiente:

> It is important to clarify that we are asserting that the definition of a complex system —as something that is comprised of elements that can themselves change, connected by nonlinear forces that also can change and that is open to the environment— is the more general description possible to describe inter-related «things» —and as such is a good description of organizations, economies and ecologies— (Boulton, & Allen, 2007, p. 263). [34]

bilidad de sucesos posteriores. La complejidad a menudo da como resultado características, llamadas *propiedades emergentes*, que son propiedades del sistema que las partes separadas no tienen. Por ejemplo, ninguna neurona tiene conciencia, pero el cerebro humano la tiene como una propiedad emergente.»

34 «Es importante clarificar que estamos afirmando que la definición de un sistema complejo —como algo que se compone de elementos que ellos mismos pueden cambiar, conectados

Con dicha definición, estos autores enfatizan que lo esencial en la complejidad es la interconexión de las cosas: la síntesis como integración antes que la separación o la disyunción; la síntesis antes que el análisis como proceso de separación o división. De esta manera, se da mayor atención a los sistemas, la ecología, las redes, los *clusters,* las ciudades y las comunidades, antes que a animales individuales, especies o productos. Esta visión implica, por lo tanto, que nuestra existencia y nuestra conducta dependen del contexto, el cual de por sí es cambiante y evolutivo.

Mediante la microdiversidad, Boulton y Allen dan a entender que los mecanismos de creación y destrucción —y, por lo tanto, el cambio y la evolución— suceden en el nivel local a través de interacciones específicas en puntos particulares en el tiempo y el espacio. Las ocurrencias globales son más escasas y menos periódicas.

Por lo tanto, la riqueza y la fuerza adaptativa de una sociedad, tal como la de los ecosistemas, dependen de la diversidad de sus componentes. Este es un gran mensaje para sociedades y organizaciones diversas con múltiples actores, que optan o pueden optar por una gran variedad de alternativas. ¡La solución quizás no esté en aquellas voces que propugnan un mayor control estatal y la homogeneización!

Con respecto al indeterminismo, Boulton y Allen señalan que nuestras organizaciones, sistemas, ecología, comunidades y economías no se comportan de forma determinista ni al azar. En la mayoría de los casos, más bien, muestran una senda de dependencia —*path dependency*—. Es decir, los sistemas tienden a evolucionar en la forma en que uno podría haber predicho, pero ello se debe a que están sujetos a variaciones: el sendero depende de los sucesos pasados, sin que se pueda definir completamente con anticipación su futuro. Por último, respecto a la evolución, Boulton y Allen señalan que, aunque la teoría

---

por fuerzas no lineales que también pueden cambiar y que están abiertas al medio ambiente— es la descripción más general posible para describir "cosas" interrelacionadas —y como tal es una buena descripción de organizaciones, economías y ecologías—.»

de la complejidad no ha inventado la teoría de la evolución, muchos aportes suyos sí han contribuido a su comprensión.

En este aspecto, Boulton y Allen apelan a los descubrimientos del concepto de estructuras disipativas de Ilya Prigogine. Como se mencionó anteriormente, estas estructuras toman y devuelven —disipan— energía al medio externo en su condición de sistemas abiertos. Para Charles Darwin, la evolución era un resultado de la selección natural; para la teoría de la complejidad, el punto de partida en la evolución es la autoorganización. La autoorganización surge cuando se da un fuerte acoplamiento entre los elementos de un sistema y simultáneamente se alcanza un cierto nivel de estabilidad interna debido a las interacciones sinergéticas entre los elementos.

Cuando una combinación de interacciones sinergéticas gana a otra combinación, se consigue la autoorganización. Esto significa que la sobrevivencia de una estructura determinada en un cierto entorno dependerá de sus condiciones de adaptación a las condiciones locales y al cambio de dichas condiciones como ráfagas de un equilibrio puntuado. En consecuencia, la autoorganización se produce con bastante rapidez después del punto de inflexión y ahí se estabiliza una nueva estructura (Boulton y Allen, 2007, pp. 262-263).

Capítulo 3

Lo complicado y lo complejo en la toma de decisiones: ¿Dónde queda la prospectiva y la planificación?

3.1. Aclaraciones conceptuales

Tal como se ha destacado a partir de las anteriores definiciones, la complejidad siempre estará caracterizada por un gran número de agentes o partes que interactúan libremente e intercambian materia y energía para dar origen a situaciones emergentes no previstas. Los sistemas complejos no son predecibles en su totalidad porque durante la interacción pueden alcanzar muchos estados posibles.

Por el contrario, en los sistemas complicados las partes son pocas y sus conexiones, simples y determinadas; por lo tanto, los sistemas complicados no pueden alcanzar muchos estados posibles y a lo sumo se puede decir que algo funciona o no funciona, calienta o no calienta, prende o no prende. Con los sistemas complicados, hay cierto grado de probabilidad y previsibilidad y, por lo tanto, de certidumbre sobre su comportamiento. A la inversa, en los sistemas complejos, el resultado es difícil de predecir y, por lo tanto, la incertidumbre siempre está presente.

En el caso de que un sistema complicado no cumpla con los resultados esperados, sus partes se pueden descomponer por separado y analizarse como unidades independientes y luego volver a ensamblarlas para que el sistema funcione: el todo siempre será igual a la suma de las partes. Los sistemas complicados están más cerca de ser lineales. En el caso de los sistemas complejos, la separación no se puede lograr y el todo es mayor que la suma de sus componentes; estos sistemas no pueden ser entendidos analizando por separado sus componentes, dado que cuando estos se juntan nuevamente el resultado es algo completamente diferente o sorprendente. La no linealidad o no proporcionalidad es la explicación fundamental de esto.

Si en los sistemas químicos y biológicos la desagregación es compleja, con mayor razón lo será en los sistemas sociales, que incluyen consideraciones de la vida humana, como conflicto, poder, creatividad, novedad, amor y pasión.

Melanie Mitchell narra el siguiente ejemplo que parodia un juego con sus hijos en la cocina: si se mezclan dos tazas de harina y una de azúcar el resultado siempre será dos tazas de harina y una azúcar. Este es un sistema lineal, porque el todo es igual a la suma de las partes. Pero si se mezclan dos tazas de bicarbonato de sodio y una de vinagre, el resultado puede ser una explosión y más que tres tazas de vinagre y bicarbonato de sodio y la efervescencia de dióxido de carbono. La diferencia está en que, en el primer caso, el azúcar y la harina no interactúan para crear algo nuevo, mientras que en el segundo los ingredientes interactúan violentamente para crear gran cantidad de un producto nuevo llamado dióxido de carbono (Mitchell, 2009, p. 23).

Por lo tanto, si los fenómenos se filtraran bajo la perspectiva de la complicación (linealidad), tendríamos supuestos y fundamentos completamente diferentes frente a los que conseguiríamos si los filtráramos a través de la perspectiva de la complejidad (no linealidad). Bajo la complicación, los fenómenos están percibidos bajo leyes de causa y efecto y existe un orden escondido que puede ser revelado a través del conocimiento y, en consecuencia, a mayor conocimiento, menor desorden y menor incertidumbre. En esencia, los supuestos y creencias de la complicación están fundamentados en el positivismo.

Si los fenómenos se filtran bajo la visión de la complejidad, el orden y las estructuras son el resultado de procesos de autoorganización que surgen de la interacción de múltiples agentes. El orden no puede ser controlado, sino simplemente estimulado o influenciado por atractores en su respectivo contexto y la predictibilidad de la exactitud es imposible. Por lo tanto, los supuestos y creencias en relación a la complejidad están más cerca del constructivismo y la teoría crítica (Nilsson, 2007, p. 242).

El anterior planteamiento, respecto a la complicación sobre el orden de las cosas nos recuerda mucho al de la economía clásica influenciada por

las contribuciones de Newton y, en particular, por la Ley de Gravitación Universal, con la cual había logrado explicar el orden del universo exterior dada la fuerza con que se atraen dos cuerpos por el hecho de tener masa.

Los clásicos aspiraban a lo mismo: a explicar el orden existente en el comportamiento de millones de personas que actuaban de forma no coordinada y que, sin embargo, resolvían los problemas económicos. Por eso buscaban descubrir ese orden subyacente, pero también inmutable: como el movimiento de las estrellas. De ahí algunas posturas que hoy nos parecen inhumanas, como el rechazo de Thomas Malthus a la asistencia a los pobres. Esta concepción solo se rompe con John Stuart Mill y su distinción entre las leyes de la producción (naturales e inamovibles) y las de la distribución (humanas y susceptibles de modificación). Lo malo es que el planteamiento de Mill era lógicamente inconsistente con el resto de su cuerpo teórico.

Ya en el siglo XX, en la década de 1930, Friedrich Hayek, ganador del Premio Nobel de Economía en 1974, se enfrentaba a la Escuela de Cambridge por no compartir las implicaciones políticas de la teoría keynesiana con sus fundamentos en el individualismo metodológico, esto es, la idea de que el funcionamiento de un sistema económico se explica mediante las elecciones de los individuos, lo que se convirtió en el pensamiento dominante en las distintas corrientes de la escuela marginalista.

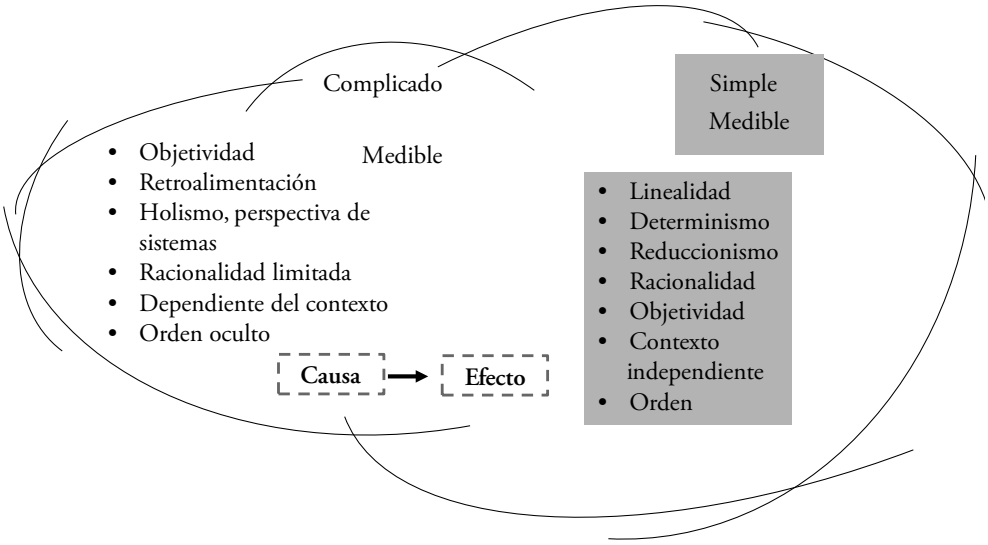
Dicha escuela no solamente propugnaba una regla del método sino, también, un dogma político como cimiento de la argumentación que fundía la noción analítica de *equilibrio* con la de *orden espontáneo*. Es decir, orden no planeado. Pero en el contexto de nuestra discusión, puede también significar *orden emergente*, para describir fenómenos sociales que surgen a partir de interrelaciones complejas entre los individuos y que poseen un carácter ordenado y una lógica intrínsecos, pese a que ningún individuo en concreto los haya previsto de forma deliberada. Por lo tanto, pensar sobre la compleja interrelación de actos individuales que desembocan en resultados innovadores, pero con desenlaces previsibles y ordenados, es una de las contribuciones más importantes de la ciencia económica a la comprensión del funcionamiento del mundo (Roberts, 2015, p. 206).

En consecuencia, los mercados para Von Hayek son dispositivos de autorregulación que promueven la prosperidad. A pesar de ofrecer una caracterización del agente económico mucho más compleja que la visión unidimensional del utilitarismo de Jeremy Bentham, el «orden espontáneo» para Von Hayek era un simple postulado o supuesto.

Con base en la anterior importante digresión conceptual, y retomando nuestro hilo de discusión, la figura 13 muestra las características del enfoque «desde lo complicado». Los rectángulos de la derecha, según Nilsson, representan las islas de simplicidad con sus objetivos finales y supuestos. A la izquierda, las características anotadas sintetizan el marco de referencia que representa el enfoque positivista que sustenta «desde lo complicado», a partir de lo cual los investigadores y expertos, al resolver problemas, deben identificar relaciones causales entre factores identificables y mensurables.

> Dentro de este filtro hay islas de extremos cuando se trata de suposiciones y expectativas. Dentro de estas islas se cree que los principios mecánicos resuelven todo tipo de problemas, es decir, esta es una epistemología «pura» positivista o analítica (Nilsson, 2007, p. 241).

Figura 13. Características de los fenómenos «desde lo complicado»



Fuente: elaboración propia con base en Nilsson (2007, p. 242).

En síntesis, problemas simples son aquellos que requieren un cierto nivel de pericia, pero pueden ser dominados y tener una alta probabilidad de éxito en futuros intentos de réplica, mientras que problemas complicados son aquellos que requieren coordinación y experiencia especializada, pero sus resultados se pueden predecir con una certeza bastante alta (figura 13).

Por su parte, los problemas complejos son aquellos que pueden tener algunas características de problemas complicados, pero también se caracterizan por interdependencia y no linealidad. A su vez, los sistemas complejos conllevan elementos de ambigüedad e incertidumbre y tienen la capacidad de adaptarse a condiciones cambiantes (Bamberger *et al.*, 2016, p. 11).

3.2 La toma de decisiones en situaciones complejas

En el contexto de la toma de decisiones existen e*stados del conocimiento* que comprenden niveles de certidumbre, riesgo, incertidumbre y ambigüedad.

A. Hay **certidumbre** cuando se conocen las variables y las relaciones entre ellas.

B. Hay **riesgo** cuando se conocen las alternativas, sus consecuencias y la probabilidad de ocurrencia de cada una de ellas. Para resolver la toma de decisiones ante situaciones sujetas a riesgo, se utiliza la esperanza matemática, la varianza y el grado de aversión al riesgo.

C. Hay **incertidumbre** cuando se conocen las alternativas y sus consecuencias, pero no la probabilidad de ocurrencia de cada una de ellas. Para resolver la toma de decisiones ante situaciones sujetas a incertidumbre, se utilizan criterios como el maximin, el minimax, el mínimo arrepentimiento o el criterio de Laplace. También, dentro de la incertidumbre, cuando tenemos dificultad para expresar un hecho o problema con claridad, hablamos de imprecisión.

- El criterio maximin es pesimista y se utiliza en situaciones muy inciertas cuando se quieren evitar riesgos o si existe conflicto. Ello supone maximizar el resultado mínimo y el decisor busca así asegurarse la elección mejor en caso de que se dé la situación más desfavorable.

- El minimax, por el contrario, es un método de decisión para minimizar la pérdida máxima esperada frente a un adversario con información perfecta. O sea, se trata de minimizar la ganancia del rival, o que tenga el peor resultado Es un algoritmo recursivo y su aplicación requiere conocimientos sobre teoría de juegos. Su creador fue el matemático John von Neuman.
- Con el criterio de mínimo arrepentimiento, la mejor decisión es la que produce el menor costo de oportunidad; con el criterio de Laplace, se supone que los estados de la naturaleza tienen igual probabilidad de ocurrencia o son equiprobables.

En la evaluación de proyectos, cuando se presenta incertidumbre, se dice que un proyecto es riesgoso si una o varias variables del flujo de caja son aleatorias en lugar de determinísticas. Como los indicadores de evaluación de proyectos —por ejemplo, el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR)— se calculan a partir de estos flujos, entonces tales indicadores serán también variables aleatorias. En presencia de incertidumbre, ya no sirve aplicar el criterio tradicional —maximizar el VPN de los flujos relevantes—, ya que bajo incertidumbre este indicador es una variable aleatoria (Contreras y Diez, 2015, p. 389).

Un experimento o un indicador es aleatorio cuando, al repetirlo con las mismas condiciones, no garantiza los mismos resultados. Por el contrario, es determinista cuando, al repetir las mismas condiciones iniciales, se garantiza el mismo resultado.

Las fuentes típicas de riesgo son el poco conocimiento de la industria, la dinámica de los precios, la dinámica de demanda, los gustos y modas, la tecnología, los costos de insumos y los errores de información. Frente a estas situaciones, los principales enfoques utilizados para incorporar el riesgo y la incertidumbre a la evaluación de proyectos de inversión se encuentran en el análisis de sensibilidad (efecto de un cambio en alguna variable). Por ejemplo, ¿qué pasa si la tasa de interés sube en 2 %? En casos como este, se debe realizar análisis de

escenarios para resolver la unidimensionalidad del análisis de sensibilidad. Esto se logra a través de la definición de tres escenarios para las distintas variables riesgosas que afectan la inversión: optimista, medio (también llamado escenario base o neutro) y pesimista.

D. Hay **ambigüedad,** por último, cuando se tiene que identificar todas las variables pertinentes.

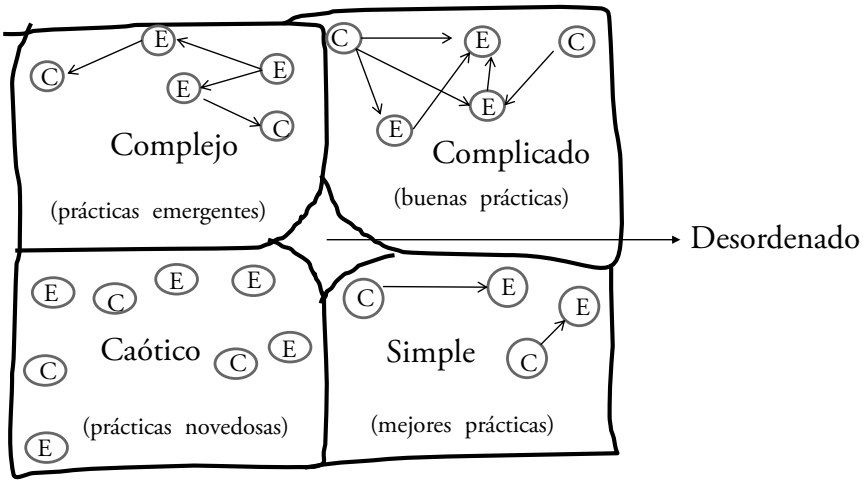
Los estados del conocimiento se enfrentan también, usualmente, a situaciones caracterizadas como simples, complicadas, complejas y caóticas. Una situación podría ser catalogada como simple si todo es conocido; como complicada, si hay más elementos conocidos que desconocidos; como compleja, cuando es más lo desconocido que lo conocido; y como caótica, cuando muy poco es lo conocido.

Alternativamente, la toma de decisión podría enfrentar situaciones a ser catalogadas como organizadas o desorganizadas. Una situación desorganizada reflejaría caos, anarquía, incertidumbre, desarticulación o desvinculación de las partes con respecto al todo. Por el contrario, la situación organizada sería previsible, ordenada, planeada y con altos grados de certeza y dinamismo. Al final, si se combinaran todas estas situaciones, podríamos tener zonas de racionalidad, de complejidad, de incertidumbre, de conflicto, de caos y de anarquía.

El científico Dave Snowden creó en 1999 el esquema Cynefin como soporte para la toma de decisiones. Este esquema representa cinco contextos o campos del conocimiento que permiten a los gerentes percibir las situaciones y dar sentido a sus decisiones de acuerdo a las características de cada una de ellas. Dichos contextos son los siguientes: simple, complicado, complejo, caótico y desordenado (figura 14).

i. **Contexto simple:** las situaciones son predecibles y repetibles; existe conocimiento y dirección de las relaciones de causa (C) y efecto (E); se conocen los problemas y por ende también las soluciones; y se aplican las *mejores prácticas* mediante una secuencia de pasos que se ejecutan de manera repetitiva.

Figura 14. El esquema Cynefin de Snowden



Fuente: Snowden (Cynefin), en Bovair y Kenny (2015, p. 273).

ii. **Situación complicada: r**equiere mayor análisis y conocimiento de expertos, por cuanto una misma causa puede generar múltiples efectos o un efecto puede estar relacionado con varios efectos, con lo cual se dan varias alternativas para un mismo problema. En esta situación, el análisis de las diferentes alternativas logra una solución con base en las *buenas prácticas*.

iii. **Situación compleja:** las relaciones causa-efecto no son conocidas de antemano y su análisis descansa tanto en los métodos cualitativos como en los cuantitativos de simulación. Dado que los problemas también son complejos, estaríamos bajo el dominio de *prácticas emergentes* fruto de la no linealidad y la diversidad. En este caso, el análisis y la experimentación por parte de los expertos, con altos niveles de creatividad, innovación, interacción y comunicación, permite solamente informar a los tomadores de decisión, pero sin mayor predicción sobre los resultados.

iv. **Situación caótica:** no hay claridad alguna sobre las relaciones causa-efecto y lo usual es hacer sugerencias sin mayor lógica, con

altos niveles de subjetivismo e improvisación. Ante esta situación, lo mejor que se puede hacer es explorar *prácticas novedosas.*

v. **Situación desordenada:** es difícil determinar la forma de actuar y/o decidir y predominan las preferencias personales de los gerentes o administradores, por cuanto el contexto es totalmente desconocido. Con frecuencia, se intenta transformar esta situación en una de las otras cuatro y crear los incentivos que motiven el logro de los resultados deseados.

3.2.1 Soluciones versus objetivos y valores

Bruno Dente y Joan Subirats (2014, p. 50) sugieren una clasificación de situaciones decisionales que se deduce de combinar distintos estados de conocimiento de la solución con un determinado nivel de consenso respecto a los objetivos y valores de los problemas en cuestión. Esto da lugar a estrategias racionales, experimentales, inspirativas y negociables. A continuación, se describen las cuatro situaciones que se desprenden de la combinación propuesta por estos autores.

A. **Estrategias racionales.** Se dan cuando se tiene soluciones conocidas y objetivos y valores compartidos. Son aquellas que, con base en el razonamiento deductivo, pretenden eliminar la incertidumbre mediante la elección de una alternativa. Este tipo de razonamiento plantea dos alternativas: la estrategia racional compensatoria y la no compensatoria.

En la estrategia racional compensatoria, se trata de evaluar todas las ventajas y desventajas de cada alternativa asignando puntos a cada una de ellas según ciertos criterios o atributos, como costo, distancia, tamaño, prestigio, calidad, impacto, etc. Además, para asignar puntaje a cada atributo, este se puede descomponer en una escala cualitativa. Por ejemplo, si el atributo es tamaño, la escala puede ser: muy grande (3), grande (2), suficiente (1), pequeño (- 1), muy pequeño (- 2); y si el criterio fuera distancia, el puntaje podría variar entre: muy accesible (3), accesible (2), poco accesible (1), muy poco accesible (- 1), casi inaccesible (- 2).

En la estrategia racional no compensatoria para la toma de decisión, solo se comparan los rasgos específicos o los atributos críticos de las alternativas y se selecciona el que tenga la más alta valoración en el atributo más importante. Por esta razón, esta estrategia también se denomina de maximización.

Existen además otras estrategias racionales para la toma de decisión, como el análisis de alternativas por el método de puntaje ponderado y el *scoring*.

El **método de puntaje ponderado** sigue estos pasos:

1. Establecer los criterios a valorar según los puntos de vista de los actores, por ejemplo: costo, tiempo, localización, impuestos, tecnología, etc.
2. Definir el peso relativo porcentual de cada uno de los criterios hasta completar el 100%.
3. Asignar valorización a cada criterio dentro de cada alternativa en un puntaje de 1 a 10.
4. Multiplicar el peso relativo porcentual de cada criterio por el puntaje dentro de cada alternativa y obtener la sumatoria del resultado para cada una, de abajo para arriba, para obtener el total.
5. Elegir la alternativa de mayor valor. En el caso de la tabla 3, el último paso sería elegir la alternativa C con un valor de 7,60.

Tabla 3. Método de puntaje ponderado para tres alternativas

Criterios	Peso relativo (P) (%)	Alternativas		
		A	B	C
Costo	30	7	7	10
Calidad	30	5	9	7
Tiempo	20	9	6	6
Tecnología	15	6	6	7
Experiencia	5	7	8	2
Total	**100 %**	**6,65**	**6,90**	**7,60**

Fuente: Elaboración propia.

PA = 7*0,30 + 5*0,30 + 9*0,20 + 6*0,15 + 7*0,05 = 6,65

PB = 7*0,30 + 9*0,30 + 6*0,20 + 6*0,15 +8*0, 05 = 6,90

PC = 10*0,30 + 7*0,30 +6*0,20 + 7*0,15 + 2*0,05 = 7,60

El **método de *scoring* o asignación de puntaje** tiene dos características esenciales: por un lado, permite ponderar problemas de decisión con múltiples objetivos utilizando indicadores cuantitativos o cualitativos; por otro lado, el decisor debe establecer la importancia relativa de cada uno de los objetivos para definir una estructura de preferencias entre las alternativas seleccionadas. Con este método, los pasos son:

1. Identificar las alternativas en relación a los objetivos.
2. Listar los criterios para la toma de decisión.
3. Asignar una ponderación a cada uno de los criterios hasta completar el 100%.
4. Establecer cuánto satisface cada alternativa a cada criterio en una escala, por ejemplo, de 1 a 10.
5. Calcular el puntaje total de cada alternativa.
6. Ordenar las alternativas.

Para determinar el peso de los ponderadores y la calificación de las alternativas, se apela a diferentes formas de apoyo: criterios de analistas, entrevistas a expertos, estudios previos, encuestas y consultas a grupos de discusión o *focus groups*.

B. Estrategias experimentales. Ocurren cuando se combina una solución no conocida con objetivos y valores compartidos. En este tipo de estrategia se tiene control sobre las variables, por lo que generalmente se aplica en relación a evaluaciones de impacto para demostrar hipótesis de causa-efecto, es decir, cuando se comparan efectos entre un grupo que recibe tratamiento experimental (participa) y otro grupo idéntico que no lo recibe (no participa) o contrafactual.

C. Estrategias inspirativas. Refieren a la combinación de solución no conocida y objetivos y valores no compartidos. Esta combinación, según Dente y Subirats (2014), tiene al mismo tiempo un alto grado de incertidumbre y de conflicto. Este tipo de estrategias son las más imprecisas y, por lo tanto, las más complicadas para resolver un problema colectivo. Además, presentan mayores dificultades a los actores en el momento de tomar una decisión. Las técnicas de consulta ciudadana, los estudios de

percepción, las lluvias de ideas y los trabajos grupales pueden ser útiles para este tipo de situaciones.

D. Estrategias negociables. Se dan cuando la solución es conocida, pero los objetivos y valores no son compartidos. En estas estrategias ocurre una mezcla de certidumbre y conflicto. Por lo tanto, la negociación, el diálogo, la persuasión, la comunicación y el relato son los mejores medios para alcanzar una decisión. El hecho de tener un objetivo común, un programa o una respuesta hace más fácil alcanzar la decisión, aunque haya disenso en cuanto a los valores. Cuando las soluciones son conocidas y no hay consenso, el conflicto predomina y no se da la «ventana de oportunidades» de John Kingdon, en el sentido de que confluyan la corriente de problemas, la corriente de propuestas y la corriente de política para el establecimiento de la agenda gubernamental. En este caso puede primar lo no colectivo y las decisiones pueden ser tomadas por pocos, bajo intereses particulares y en contra del beneficio común.

La clasificación de estrategias desarrolladas por Dente y Subirats para las situaciones decisionales se resume en la tabla 4.

Tabla 4. Problemas decisorios y estrategias de decisión

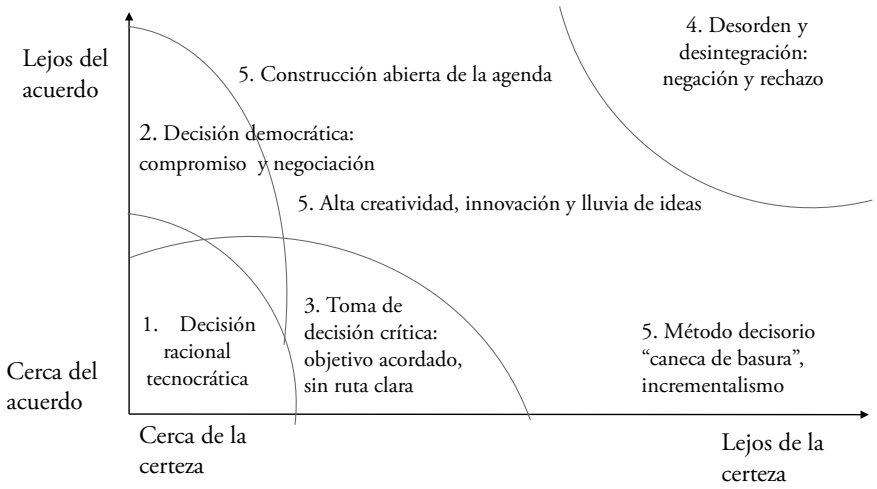
		Objetivos y valores	
		Compartidos	**No compartidos**
Solución	Conocida	Estrategias racionales o técnicas racionales (evaluación, ponderación programación)	Estrategias negociables (certidumbre y conflicto)
	No conocida	Estrategias experimentales (experimentos controlados, evaluación de impacto)	Estrategias inspirativas (alta incertidumbre y alto conflicto)

Fuente: Dente y Subirats (2014, p. 50).

3.2.2 Consenso versus certeza en la toma de decisiones: el diagrama de Stacey

El trabajo del profesor británico Ralph Douglas Stacey ha estado vinculado a la aplicación de la teoría del caos y a los principios de los sistemas complejos adaptables a las organizaciones y la administración. Stacey sostiene que las organizaciones son sistemas complejos adaptables con todas sus características y tuvo la genialidad de esbozar un cuadrante donde se podían combinar diferentes niveles de consenso con diferentes niveles de certeza. Al hacerlo, vislumbró cinco diferentes zonas con sus respectivas características en cuanto a la toma de decisiones (Geyer y Rihani, 2010, p. 64) (figura 15).

Figura 15. Consenso versus certeza: diagrama de Stacey



Fuente: Geyer y Rihani (2010, p. 67).

- **Zona 1. Decisión racional tecnocrática: zona cercana al acuerdo y a la certeza**. En ella es más fácil tomar decisiones e implementar acciones, por cuanto existe bastante experiencia confiable y un adecuado nivel de información. Dadas estas condiciones, se impone un proceso decisorio racional y técnico.

- **Zona 2. Decisión democrática: zona de compromiso y negociación; lejana al acuerdo y cercana a la certeza.** Aquí, la respuesta política es impugnada y existe discrepancia sobre los resultados deseables. Aunque se conozcan los detalles sobre las causas y efectos del problema, la forma de solucionarlo crea desacuerdo. Impera un proceso decisorio democrático de compromiso y negociación política, porque a pesar de existir conocimiento sobre el problema los medios que se proponen para superarlo generan disenso. En esta zona prima la decisión política.
- **Zona 3. Toma de decisión crítica: zona donde hay un objetivo acordado, pero no una ruta clara; cercana al acuerdo y lejana a la certeza.** Aunque prevalezca un cierto pacto o convenio, existe incertidumbre y dudas sobre la forma de solucionar el problema. Bajo estas condiciones, se requiere la presencia de un juez, comisión o grupo de expertos que proponga una solución que satisfaga a todas las partes.
- **Zona 4. Desorden y desintegración: zona de negación y rechazo; lejana al acuerdo y a la certeza.** Es la peor de las situaciones, por cuanto reina la incertidumbre y el disenso. Esta situación puede conducir a un estado de parálisis e inmovilismo en la toma de decisiones, a la apatía ciudadana o al caos. El desorden y la desintegración alimentan el conflicto y la desunión.
- **Zona 5. Construcción abierta de la agenda y «racionalidad colaborativa»: zona con mezcla de acuerdo y certeza** (por lo que tiene varias ubicaciones en el figura 15). Es la zona más apta para desplegar la imaginación, la innovación y la creatividad en el proceso decisorio, por cuanto combina complejidad y aprendizaje. Aquí, todos los métodos para el establecimiento de la agenda y la formulación de estrategias tienen cabida. El incrementalismo (*muddling through*) o «paso a paso» de Charles Lindblom surge como el método más apropiado, sin descartar muchos otros, como el análisis de desarrollo institucional de Elinor Ostrom, el enfoque de redes, o el análisis de política pública basado en las «coaliciones promotoras» de Paul Sabatier; también el enfoque de persuasión y negociación de Giandomenico Majone, los enfoques de participación

deliberativa y, en especial, todos aquellos métodos que respaldan la *racionalidad colaborativa* como alternativa al modelo tradicional, con su confianza en el conocimiento experto y el razonamiento basado en la argumentación. Esta idea se basa en el trabajo de Jürgen Habermas y su noción de racionalidad comunicativa, así como en las lecciones aprendidas por los administradores y gerentes a través de la práctica.

En esta zona 5, lo básico tiene que ver con el proceso de *deliberación*. Un proceso es colaborativamente racional en la medida en que todos los interesados afectados se involucran conjuntamente en un diálogo cara a cara, presentando sus diversas perspectivas a la mesa para deliberar sobre los problemas que enfrentan juntos. Para que el proceso sea racional de manera colaborativa, todos los participantes deben estar plenamente informados, ser capaces de expresar sus puntos de vista y ser escuchados, independientemente del poder que tengan. Se debe emplear técnicas para asegurar la mutua legitimidad, comprensión, sinceridad y veracidad de lo que dicen. Nada puede quedar fuera de la mesa en procura del consenso.

Si bien es difícil incluir a todos los actores, en la práctica se puede reunir a todos los representantes de los intereses básicos. De la misma forma, es posible que no se logre un consenso por completo, pero, siempre que se llegue a un acuerdo sustancial entre la mayoría y se hagan todos los esfuerzos por satisfacer a todos los participantes antes de llegar al cierre, los resultados se pueden considerar como «colaborativamente racionales», por cuanto representan una forma colectiva de conocer y decidir.

La toma de decisiones en esta zona tiene la forma de oportunidad y desafío antes que la de respuesta acabada (Innes y Booher, 2018, pp. 7-9).

Cabe señalar que la definición y delimitación de dichas zonas, más allá de su indudable valor ilustrativo y pedagógico como posibles escenarios cuando se confrontan consenso y disenso o certeza e incertidumbre, es algo que debe ser tomado con precaución, flexibilidad y sentido crítico. En la figura 15, la delimitación de las fronteras entre las zonas, salvo la solución del vértice inferior izquierdo, es una cuestión difícil de establecer, por cuanto no existe una métrica sobre certeza o consenso al tratarse de

criterios cualitativos que varían según el problema y las circunstancias. La imaginación y la flexibilidad para correr las fronteras de dichas zonas son el camino más aconsejable.

De la misma forma, puede ser un error colocar demasiada confianza en propuestas deterministas o, también, demasiada seguridad en el análisis excesivamente elaborado de una sola agencia en la formulación de su propia política cuando se desconocen las interacciones y coordinaciones con el resto de políticas. Es decir, una política puede ser adecuada desde el punto de vista intrasectorial, pero cuando se analiza intersectorialmente, puede ser inadecuada. Y, de acuerdo al momento y las circunstancias, lo que es válido para un caso no lo es necesariamente para otro.

Asimismo, la interacción entre lo social, lo económico y lo ambiental, dado un contexto político, presupone la toma de decisiones novedosas, en lo cual se ejerce una mezcla de racionalismo, funcionalismo, pragmatismo y estructuralismo. Racionalismo para saber identificar un problema y evaluar correctamente los criterios para optar por una determinada alternativa; funcionalismo para ajustar las partes a la dinámica del todo en razón de la función que estas cumplen; pragmatismo para evitar las verdades absolutas y los prejuicios; y estructuralismo para actuar de conformidad con las reglas y normas de ordenamiento existentes y así producir un cambio y generar continuidad en un amplio período de tiempo.

Adicionalmente, la secuencia de pasos en la toma de decisión, con un comienzo y un final, no puede llevarse a cabo como un método de cascada (*waterfall method*) donde, desde que se identifica el problema y se da la solución en un tiempo dado, todo sucede mediante una secuencia mecánica y escalonada de pasos: levantamiento de información, análisis de la misma, diseño, toma de decisión, implementación y evaluación de la política. Al tratarse de problemas con actores sociales de por medio, la situación es mucho más fluida y menos demarcada. Los problemas y las soluciones tienen que ser reevaluados y reciclados una y otra vez de manera reiterativa en todas las etapas de trabajo, sin olvidar los mensajes de la complejidad en cuanto al cambio y la adaptación permanentes.

3.2.3 Factores que contribuyen a la dificultad de tomar decisiones complejas con visión de futuro, según Steven Johnson

Steven Johnson es un aclamado escritor y *bestseller* de varios libros, entre los cuales uno de los más difundidos y reeditados es *Emergence* (2001), el cual hemos citado varias veces. *Emergence* trata sobre la impredecible creatividad de los sistemas emergentes. Es un libro fantástico sobre enjambres, colonias de hormigas y vecindarios; un libro sobre multitudes y grupos y sobre la inteligencia y las conductas colectivas que esos grupos pueden poseer dadas ciertas circunstancias. Dicha conducta colectiva se expresa hoy en día en inteligencia artificial mediante algoritmos y patrones de las redes neuronales.

En su último libro, *Visión de futuro: Cómo tomamos las decisiones que más importan*, Johnson, mediante su prosa fluida y elegante en una época marcada por el cortoplacismo, alza la voz sobre el proceso de toma de decisiones complejas, aquellas que acarrean mayores consecuencias y determinan el futuro. Según él «ahora más que nunca es fundamental desarrollar nuestra visión de futuro para sacar provecho de lo que está por venir» (2018, p. 36).

Basado en la «racionalidad limitada» de Herbert Simon, Premio Nobel de Economía en 1958 como contrapuesta a la elección racional, Johnson destaca cuatro grandes actos de fe de este método neoclásico explicitados por Simon en su discurso en Estocolmo al recibir el premio:

> Requiere el conocimiento de todas las alternativas abiertas a la elección; requiere un conocimiento completo de las consecuencias de cada una de las alternativas; exige seguridad en la evaluación actual y futura de esas consecuencias; requiere la capacidad de comparar las consecuencias, sin importar lo diversas y heterogéneas que sean en términos de alguna medida consistente de utilidad (Johnson, 2018, p. 35).

Con base en dichos antecedentes y apoyado en la «racionalidad limitada», Johnson plantea ocho factores principales que contribuyen a la dificultad de tomar decisiones con visión de futuro:

A. Las decisiones complejas implican múltiples variables. En este tipo de decisiones las variables clave no son evidentes al principio, sino que hay que descubrirlas. Están ocultas y saber revelarlas depende de la

intuición del analista, de la complementariedad entre las distorsiones del pensamiento individual del sistema 1 (rápido, intuitivo, emocional) y las deficiencias del pensamiento grupal del sistema 2 (lento, deliberativo, lógico), magistralmente expuesto por Daniel Kahneman (2012).

B. **Las decisiones complejas requieren un análisis de conjunto.** Para comprender el comportamiento de los conductores en una congestión, no basta con observar a un solo automovilista; para comprender el comportamiento y patrones de una colonia de hormigas, no basta con observar a una sola hormiga; para comprender la conducta social, se necesitan marcos de referencia multidisciplinarios que contengan múltiples variables. La multidimensionalidad se alcanza al observar un problema social, económico o ambiental desde múltiples perspectivas y en su totalidad.

C. **Las decisiones complejas nos obligan a anticipar el futuro.** Cada decisión que toma el ser humano o el colectivo tiene consecuencias que hay que prever y anticipar. Tal decisión, según Johnson, es la definición misma de los sistemas caóticos que contienen miles de variables independientes, con relaciones de retroalimentación, donde pequeños agentes pueden provocar grandes consecuencias.

D. **Las decisiones complejas implican diversos niveles de incertidumbre.** No hay nada cierto en cada decisión que tomamos. Algunas tendrán consecuencias en el corto plazo, pero otras afectarán nuestro futuro de manera irreversible. No hay bola de cristal, sino capacidad o habilidad para evaluar los pros y los contras. Y, quizás, la capacidad de tomar decisiones deliberativas a largo plazo es una de las pocas características verdaderamente únicas del *homo sapiens*, junto con la innovación tecnológica y el don para el lenguaje. «Simplemente hay demasiadas variables, interactuando de manera no lineal, para luchar contra ellas en patrones predecibles» (Johnson, 2018, p. 44). Y estamos lejos de alcanzar un *homo prospectus* a pesar de los enormes saltos cognitivos y avances de la inteligencia compleja.

E. **Las decisiones complejas a menudo implican objetivos contradictorios.** Toda decisión supone elegir entre una u otra opción que casi siempre son incompatibles, aunque brinden los mismos beneficios. Este es el arte y técnica de la evaluación de los proyectos sociales colectivos y, por supuesto, de los individuales. No hay clarividencia, sino una suerte de saber evitar la tendencia a centrarnos en el resultado más probable y en los caminos más seguros. En el «cono de la incertidumbre», los objetivos chocan y las decisiones deliberativas ayudan a evitar la contradicción.

F. **Las decisiones complejas albergan opciones no descubiertas.** Es la magia del descubrimiento y la curiosidad por abrir «la caja de lo ignoto» que arroja sorpresas. La investigación es su principal recurso, tal como sucede con el conocimiento tácito de las comunidades que saben mejor que los expertos sobre soluciones a sus problemas porque viven con ellos y porque, por más complejas que ellas sean, siempre han encontrado la forma de superarlos.

G. **Las soluciones complejas son propensas a sufrir deficiencias del sistema 1.** Una de las características del sistema 1 de nuestro cerebro es que enfrenta sesgos cognitivos de todo tipo en la toma de decisiones. Por ejemplo, sesgos de aversión a la pérdida (le damos más peso a una pérdida que a una ganancia de igual magnitud), sesgos de confirmación (favorecemos más o recordamos más nuestras propias creencias o expectativas), sesgos de heurística (usamos mecanismos para valorar qué probabilidad hay de que un evento suceda o no; entre más evidente, menos aleatorio parecerá), sesgos de disponibilidad (pensamos que contribuimos más de lo que realmente sucede porque recordamos más lo que hacemos que lo que hace el resto).

> Un sesgo cognitivo es una sistemática interpretación errónea de la información disponible que ejerce influencia en la manera de procesar los pensamientos, emitir juicios y tomar decisiones. Los sesgos se deben a factores culturales, sociales, emocionales o éticos, atajos en el procesamiento de la información o en la recuperación de los recuerdos o la memoria (fuente: brainvestigations.com) (Johnson, 2018, p. 40).

H. Las decisiones complejas son vulnerables a los errores de la inteligencia colectiva. En la literatura sobre toma de decisiones se suele exaltar la postura del grupo o de los equipos al brindar lluvias de ideas y perspectivas diferentes, lo mismo que la de diversos individuos cuando está vinculada a decisiones consensuadas y a la posibilidad de evolucionar hacia un mayor orden y una mayor armonía, mediante mecanismos de integración, competencia y colaboración.

> Últimamente, la ciencia de la computación y la cibernética han favorecido la inteligencia colectiva mediante la interacción y las redes de actores sociales que facilitan la formación de comunidades inteligentes en un ambiente de competitividad con significados comunes. Pero, para ser «competitivo», hay que saber pensar, usar el conocimiento y la información con creatividad, e innovar permanentemente, lo que depende en gran parte de la educación.

Según Johnson, los grupos también son vulnerables a muchas de sus propias deficiencias, incluidos los sesgos o distorsiones colectivos que surgen de la dinámica social de la interacción humana. Las nuevas técnicas para estimular la toma de decisiones complejas pretenden superar los sesgos de comportamiento del grupo. Entre estas técnicas está la de mapas mentales —representaciones gráficas de relaciones significativas entre conceptos que adquieren forma de proposiciones—, donde la divergencia y la diversidad son elementos clave; lo mismo que modelar sistemas multivariables y diagramas de influencia.

Sin embargo, concluye Steven Johnson, elaborar mapas mentales de un sistema complicado y multivariable es un reto difícil y es aún más difícil intentar predecir el futuro. Añade este autor que la mayoría de los ejercicios de planificación a largo plazo han consistido en preservar el orden actual o proyectarlo, y no en tomar acciones preventivas para protegernos de las amenazas y riesgos que podrían surgir generaciones más adelante. Las intervenciones son escatológicas, como el estudio del destino último del ser humano y el universo «en las tradiciones religiosas que nos animan a tomar decisiones actuales basadas en un Día del Juicio anticipado que puede que no llegue hasta dentro de décadas o milenios» (Johnson, 2018, p. 185).

> En concomitancia con lo anterior, en las ciencias sociales se distinguen dos tipos de complejidades: la restringida y la general. La primera tiene como fundamento que la complejidad proviene de las interacciones humanas y se asigna poco poder causal al contexto y la estructura. Es susceptible al tratamiento matemático, como el de modelos basados en agentes (*agent-based models*) y a ecuaciones no lineales, y se adapta a métodos cuantitativos de impacto experimentales y cuasiexperimentales contrafácticos (Ortegón, 2019, pp. 310-319; Bamberger *et al*., 2016, p. 9).

La segunda, es decir, la complejidad general, está imbuida del holismo y descansa en el concepto de emergencia multinivel (*emergence*) y autoorganización. Tiene propiedades muy especiales que deben ser abordadas en y por sí mismas.

Relacionado con todo lo anterior, en los estudios de *focal issue* y *Strategic Foresight*, la **Matriz de Probabilidad - Impacto** permite establecer las prioridades en cuanto a los posibles riesgos, considerando las probabilidades de ocurrencia y las repercusiones en caso de que sucedan. La matriz puede ser cualitativa o cuantitativa. Y, para medir ambas dimensiones, se suele valorar la probabilidad en términos de porcentaje o frecuencia, y el impacto, en términos de gravedad. De esta manera, la probabilidad puede ser cierta, probable, posible, improbable o excepcional. El impacto puede ser vital, elevado, moderado, marginal o mínimo.

Si es cuantitativa, se compone también de dos ejes: En el eje vertical se establecen los valores o índices entre 0 y 10 de probabilidad (0 significa imposible y 10 certeza de que ocurrirá siempre). En el eje horizontal, se colocan los valores del impacto del riesgo respecto a un objetivo (0 significa que el riesgo no impactará en el objetivo o no existe consecuencia alguna y 10 consecuencias graves e irrevocables que afectarían severamente el cumplimiento del objetivo). Así, las celdas de la matriz reflejan el riesgo como el resultado de entrecruzar o multiplicar la probabilidad de ocurrencia por el impacto de este **riesgo.**

Se trata de una herramienta de análisis cualitativo y cuantitativo a nivel específico, y sus resultados ayudan al tomador de decisiones a prestar atención a los riesgos para minimizar los imprevistos que puedan ocurrir.

Sin embargo, sus limitaciones son ostensibles dada la subjetividad de los valores y la incertidumbre sobre muchas variables y actores en juego.

3.2.4 Cisnes negros, rinocerontes grises y reyes dragón: Actitud frente al riesgo

Niall Ferguson, el historiador británico más destacado de la actualidad, en su monumental historia *Desastre* —historia y política de las catástrofes—, ejemplifica muy bien desde la época de los griegos y los romanos hasta nuestros días, cuán difícil ha sido predecir y anticipar los desastres de todo tipo, empleando diversas teorías cíclicas: religiosas, demográficas, generacionales, económicas, sociales, ecológicas, políticas y monetarias. Toda la historia deja entrever la influencia de la llamada maldición de Casandra.

Según la mitología griega, Casandra le pidió al dios Apolo el poder de predecir el futuro. Éste se lo concedió a cambio de amor. Casandra no cumplió y el dios Apolo la maldijo. Casandra, por el resto de su vida, predecía, pero nadie le creía. Predijo la guerra de Troya, pero nadie le creyó. Traída a nuestros días, hay personas con capacidad para anticipar o ver el futuro, o creen que pueden verlo, pero son incapaces de convencer de su visión a quienes les rodean. Las Casandras no son persuasivas para el resto de la humanidad y falta concreción en sus profecías. Las catástrofes y los desastres pertenecen al ámbito de la incertidumbre, no al del riesgo calculable (Ferguson, 2021, pp. 25-26). Algo semejante se puede percibir en el mensaje de la reciente película *No miren arriba*, protagonizada por Leonardo DiCaprio.

Según Nassim Nicholas Taleb, el cisne negro es un evento improbable de grandes consecuencias y todas las explicaciones que se puedan ofrecer *a posteriori* no tienen en cuenta el azar y solo buscan encajar lo imprevisible en un modelo perfecto. Hacemos énfasis en las cosas ya sabidas, olvidándonos de lo que desconocemos. Esta idea la refuerza con sus aforismos *The bed of procrustes (2016)*; según el mito griego, un hombre hacía que sus visitantes se acomodaran a la perfección en su cama, ya sea estirándolos o cortándoles las extremidades. Representa la visión arrogante de la civiliza-

ción moderna: modificar a los humanos para satisfacer la tecnología o los caprichos de los poderosos o tratar a la inteligencia como algo que se puede probar en un salón de clases. Centrarse en las consecuencias, que podemos conocer, más que en las probabilidades, que no podemos conocer, es la forma que propone Taleb de enfrentarse a la incertidumbre.

Para la autora norteamericana Michele Wucker el *rinoceronte gris* es una situación de extremo riesgo, que «la vemos venir, pero no hacemos nada». Es una idea contraria al *cisne negro,* por cuanto resulta predecible, pero no es enfrentada de manera responsable. Es un evento probable de gran impacto que se descarta, se ignora o no se lo toma lo suficientemente en serio. El peligro es evidente y perceptible. Se predijo y se pasó por alto. Lamentablemente, con la tradicional forma de modelar el futuro de nuestra prospectiva, el problema no radica en las señales débiles, sino en las respuestas débiles a las señales que advierten las crisis como la desigualdad, el bajo crecimiento, la concentración de la riqueza, la disrupción tecnológica, el cambio climático o el conflicto social. Las tendencias —históricas, dominantes, emergentes— junto a las certezas estructurales convergen en el «Cono del futuro», en los futuros posibles que conllevan entropía, complejidad y contradicción (ver figura 19).

Por lo tanto, los rinocerontes grises son riesgos de alta probabilidad y gran impacto. Se ignoran por mucho tiempo y explotan de repente. La idea la expuso Wucker en la cumbre de Davos de 2013. En dicho marco, tanto el Covid-19 como la guerra entre Ucrania y Rusia caerían dentro de esta categoría. Desastres que dejan de manifiesto la necesidad de estar mejor preparados para anticipar eventos disruptores de rinocerontes grises que atacan de repente, de rinocerontes recurrentes, los metarinocerontes y los rinocerontes no identificados (Ferguson, 2021, p. 97).

Para el geofísico francés Didier Sornette, el *rey dragón* es un evento extremo que muestra cierto grado de predictibilidad. Rey por ser grande y dragón por ser raro e impredecible. Son situaciones extremas fuera de equilibrio. «A menudo, los reyes dragón están vinculados a la aparición de una transición de fase, una bifurcación, una catástrofe o un punto de inflexión cuya organización emergente genera precursores útiles. Sin embargo,

no está claro hasta qué punto pueden identificarse fácilmente esos precursores antes de que el rey dragón ataque» (Ferguson, 2021, p. 97). ¿Cómo pasa un acontecimiento de ser un rinoceronte gris (eminentemente predecible) a convertirse en un cisne negro (muy sorprendente e improbable) o un rey dragón (de gran magnitud)? Para el historiador, la transformación del rinoceronte gris en cisne negro ilustra los problemas de la confusión cognitiva y sesgos cognitivos, comentados en secciones anteriores de este libro.

Parafraseando a Ferguson, parece que jamás en toda nuestra vida ha existido un momento de mayor incertidumbre sobre el futuro y mayor ignorancia con respecto del pasado que el actual: la tragedia del coronavirus, el conflicto entre Rusia y Ucrania, el cambio climático, la «trampa» de la desigualdad y el bajo crecimiento, las crisis migratorias y el crimen organizado. Sin embargo, las catástrofes no pueden ser estudiadas de manera aislada de la historia económica, social, cultural y política, independientemente de que se traten de catástrofes naturales o provocadas por el ser humano. Los desastres no son completamente exógenos. Esta es la tesis que sostiene el historiador: «Una catástrofe deja al desnudo a las sociedades y a los estados a los que golpea... algunas de ellas son frágiles, otras son resilientes y unas terceras antifrágiles, es decir, sociedades capaces no solo de resistir un desastre, sino de salir fortalecidas de él» (Ferguson, 2021, p. 22).

En el momento de escribir estos párrafos la guerra entre Rusia y Ucrania lleva dos meses de duración. Ha develado por completo la complejidad de sus raíces; ha manifestado las infinitas interrelaciones de toda índole que impactan al planeta de múltiples maneras; ha confirmado lo falso que resulta hablar de ciencia establecida por cuanto la ciencia es un proceso abierto y con final abierto que demanda saber comunicar y compartir. Tanto la geopolítica como la competencia estratégica, en un globo interconectado, ha exteriorizado su terrible impacto en un mundo multipolar. La desinformación también se ha hecho manifiesta a través de las redes sociales y el dominio de Internet. Y, por último, ha hecho visible la debilidad —o trascendencia— de nuestras instituciones para disuadir, anticipar y aprender las lecciones de la historia. El final, como todos los desastres de la humanidad, es incierto.

3.3 Los tres tipos de problemas de la ciencia, según Warren Weaver

El famoso biólogo estadounidense Warren Weaver (1894-1978) —reconocido como padre de la Teoría de la Información y precursor de la informática moderna, junto a otros grandes científicos, como Claude Shannon, Norbert Wiener, Alan Turing, John McCarthy y Marvin Minsky— dividió los últimos siglos de investigación científica en tres grandes campos de problemas:

A. **Problemas de simplicidad.** Pueden ser abordados con pocas variables y responden a modelos mecánicos de la ciencia física clásica, tales como la rotación de los planetas o la conexión entre la corriente eléctrica y su voltaje o resistencia. Dentro de estos problemas también caen todos aquellos que pueden ser analizados mediante el reduccionismo, la disyunción, la división o la fragmentación de sus componentes en partes elementales. Sin embargo, las grandes obras se han destacado por su claridad, lo que implica que «simple» no es lo mismo que «simplista». Las ideas claras conllevan fuerza y poder de convicción.

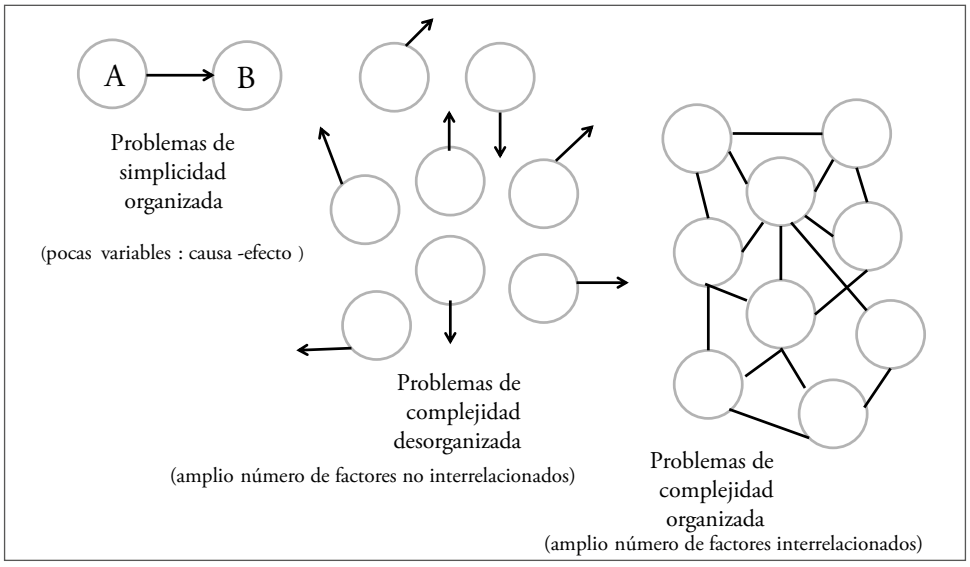
B. **Problemas de complejidad desorganizada.** Se caracterizan por millones de variables que solo pueden ser abordadas mediante la mecánica estadística y el cálculo de probabilidades, lo que permite unir el comportamiento microscópico de un sistema con su comportamiento macroscópico o colectivo. Así, conociendo el comportamiento de un sistema, se puede conocer el de otro. Ante la ausencia de determinismo y la presencia de incertidumbre, se privilegia en este campo el estudio de tendencias, patrones o distribuciones promedio mediante medidas estadísticas. Esto permite explicar, por ejemplo, la conducta de las moléculas en un gas y los patrones hereditarios de un acervo genético.

C. **Problemas de complejidad organizada.** Son aquellos donde interviene un número grande de variables interrelacionadas que producen comportamientos con propiedades emergentes. Estos fenómenos emergentes, eventos singulares o transformaciones súbitas no pueden ser estudiados o previstos con modelos mecánicos o estadísticos, sino que requieren de la observación del conjunto a través de modelos sistémicos que sí reconocen las interacciones y las interrelaciones organizacionales.

En su libro *Emergence* (2001), Steven Johnson menciona que Warren Weaver tuvo el ingenio de reconocer que en medio de los dos primeros modelos había otro con millones de variables cuya característica fundamental era que tales variables estaban *interrelacionadas*. Este es el caso de la información organizada que hoy en día se impone como *big data*, inteligencia artificial o *smartización* (Johnson, 2001, pp. 46-47).

Según Weaver, un sistema con múltiples agentes heterogéneos interactuando en la base, que siguen reglas locales e inconscientes de cualquier instrucción jerárquica superior, genera patrones de comportamiento que determinan una conducta global emergente. Esa interacción colectiva en la base es lo que genera complejidad organizada, la cual se manifiesta como estructura global emergente. La interacción permite que exista más de una causa para explicar un fenómeno y más de un efecto para una misma causa, o que no exista relación directa o inmediata entre causa y efecto. Todo esto expresa el concepto de *emergente* (figuras 10 y 16).

Figura 16. Tres tipos de problemas, según Weaver



Fuente: Weaver (1948, p. 536).

Capítulo 4

Complejidad y prospectiva: epistemología, tecnologías disruptivas y convergencia tecnológica

4.1 Antes de la epistemología de la prospectiva: símbolos y conceptos previos

La prospectiva como disciplina de la anticipación y la construcción de futuros es una herramienta fundamental para la toma de decisiones en políticas públicas. De acuerdo a Gaston Berger (1896-1960), la prospectiva conlleva la metáfora de la visión de futuro para mirar mejor (visión de alta calidad), mirar más lejos (visión de largo plazo), mirar de manera más amplia (visión de forma sistémica) y mirar distinto (nuevas ideas, riesgos inherentes a lo nuevo y ruptura de hábitos).

De otra parte, para Bertrand de Jouvenel (1903-1987), la anticipación está asociada a la exploración de futuros posibles, probables y deseables que conjuga múltiples caminos hacia el futuro.

> El futuro es para el hombre, en tanto sujeto pensante, dominio de la incertidumbre, y para el hombre como sujeto actuante, dominio de la libertad y el poder [...]. El futuro no está hecho todavía; no está predeterminado. Está abierto, por el contrario, a muchos futuros posibles: los futuribles (Jouvenel, 2004, p. 12).

Para Michel Godet (1994), la esencia de la prospectiva radica en tres elementos que caracterizan el denominado «triángulo de hierro»: anticipación, apropiación y acción. El primero se centra en la producción de imágenes de futuro mediante el método de escenarios; el segundo representa la interacción con los actores sociales mediante la participación y la comunicación pública; y el tercero refleja la movilización o la concreción de las imágenes de futuro en hechos reales.

De acuerdo a Pierre Massé, uno de los pioneros de la prospectiva aplicada a la gestión pública en los años 1960, la prospectiva es consi-

derada como una «indisciplina intelectual», es decir, un amplio cruce de disciplinas tales como historia, sociología, política, economía, geografía, antropología y psicología, entre otras, con la consiguiente demanda de responsabilidades. Es una acción colectiva para mirar la realidad más lejos, a más largo plazo, de forma más amplia y más profunda. Es una forma de pensamiento que incluye imaginar escenarios al estilo de una «aventura calculada» (Medina y Ortegón, 2006, p. 128).

Sin dualismos ni reduccionismos, desde un comienzo tenemos que dejar muy en claro que cualquier intento de *aggiornamento* de la epistemología de la prospectiva o de la planificación tiene que evitar caer en la disyunción entre símbolo y concepto, o entre concepto e imaginación, así como entre lo subjetivo y lo objetivo.

Concepto e imagen se funden de manera esencial para dar a entender al símbolo como fundamento de la especificidad del *homo sapiens* desde el mismo instante en que inventó el fuego o las herramientas a partir de la materia. La simbolización es función y expresión de conocimiento. El concepto es interpretación y comunicación.

No hay disyunción entre el pensamiento lógico y el pensamiento simbólico para entender los fenómenos y la evolución humana. En su integración radica la forma de comprender la epistemología. Los símbolos como señales dan cuenta de ese progreso constante e incesante.

> No perder de vista el alcance de lo simbólico como condición estructural y de los símbolos en sí, en plural, como creadores de sentidos que deben ser interpretados en el marco de una cultura. En definitiva, no podemos olvidar el valor de lo simbólico en la comunicación, la creación del sentimiento de grupo o las identidades, ya que las formas simbólicas se crean dentro de las comunidades humanas y funcionan como elementos de cohesión y crean ideología e imaginarios propios a cada comunidad. Y solo mediante una hermenéutica simbólica es posible aproximarse a estos fenómenos de gran complejidad (Sola-Morales, 2014, p. 21).

Por dicha razón, pensamos *en* símbolos y expresamos el mundo *a través de* símbolos. Evocamos imágenes, sonidos y palabras para expresar ideas, comunicarnos, interactuar con otros y comprender su entorno, a pesar de las circunstancias más adversas.

La simbología en toda sociedad subyace a una diversidad de memorias e identidades que obligan a los tomadores de decisión a modificar la comprensión que tienen de ella para anticipar y prever. Como raíz de toda epistemología, dentro de dichos símbolos se encuentran la tecnología y la innovación.

La parte externa del Caracol de la Sala de Conferencias de la Cepal, con sus símbolos y signos esculpidos en el muro, son fiel reflejo de ello. Con ocasión de los 60 años de la institución, se publicó un hermoso libro que, junto al testimonio de la fotografía como imagen histórica, da cuenta de los símbolos como íconos de la semiótica de su arquitectura. Estos íconos grabados en sus muros expresan la evolución del progreso material y la del conocimiento[35].

4.1.1 Epistemología de la prospectiva y sus vertientes básicas. ¿Cómo sabemos lo que sabemos?

Además de los autores ya mencionados, y con el reconocimiento a una larga lista de pensadores e instituciones internacionales que desborda los objetivos de este ensayo, y sin excluir los pioneros trabajos en la región de Francisco José Mojica —director del Centro de Pensamiento Estratégico

35 En el flamante edificio de la Cepal, hay una rampa ascendente que circunda el Caracol de la Sala de Conferencias y que culmina en su cima en el Mirador de los Andes. En el trayecto, inscritos como bajorrelieves en el muro de hormigón, figuran una serie de íconos dibujados por el arquitecto. Ellos simbolizan, desde diferentes perspectivas, el devenir histórico de América Latina y el Caribe, desde sus orígenes hasta sus logros y desafíos más recientes: es una auténtica *epistemología.* Allí están la Caverna de Fell con figuras que datan de 10.000 años antes de Cristo, el ojeo o caza de guanacos, las Manos del Cañadón de las Cuevas, una danza mágica, armas, pueblos pescadores, el maíz, canales de riego, el pueblo atacameño, la cerámica de Tlatilco, un pastor y llamas, la divinidad felina, la estela de San Agustín, Dios con un azadón, instrumentos de música, danzas Selk'Nam de Tierra del Fuego, petroglifos, el observatorio astronómico maya, números mayas, Quetzalcóatl, Tenochtitlán, Machu Picchu, carabelas, la fusión de razas, la Universidad de San Marcos, los bandeirantes, la inmigración, la electricidad, ferrocarriles, el avión de Alberto Santos Dumont, la educación, el sufragio, la planificación, Brasilia, la explosión demográfica. En lo profundo de cada signo o símbolo hay conocimiento, cultura, ideas, teorías y paradigmas como fundamentos del conocimiento humano (Cepal, 2000).

y Prospectiva de la Universidad Externado de Colombia—,Javier Medina —fundador del Instituto de Prospectiva, Innovación y Gestión de la Universidad del Valle (Colombia)—, Guillermina Baena Paz —de la Universidad Nacional Autónoma de México— y Javier Vitale —codirector del Centro de Estudios Prospectivos de la Universidad Nacional Cuyo de Mendoza (Argentina)—, esbozamos a continuación una epistemología sobre la prospectiva basados en la evolución intelectual de renombrados escritores y centros de pensamiento.

4.1.1.1 La epistemología relacionada con la aparición de la Rand Corporation en 1946, uno de los más influyentes y destacados *think tanks* de los Estados Unidos. La Rand Corporation ha contado con el aporte de pensadores elocuentes como Henry H. Arnold, Herman Kahn, Theodore Gordon, Olaf Helmer, Paul Baran, Samuel Cohen, Margaret Mead, Hubert Dreyfus, John von Neumann, entre muchos otros más, quienes sentaron las bases del internet, del método Delphi y de la corriente que tomó el nombre de *forecasting* o previsión («pre-visión», es decir, ver antes), que se conoce como determinista.

En este grupo se incluye a Peter Schartz, futurista y creador de la metodología de «planeación por escenarios», la cual conduce a la elección de un «escenario apuesta». Schartz es autor del renombrado libro *The art of the long view* (1996).

4.1.1.2 La epistemología liderada por Gaston Berger, quien acuñó el nombre prospectiva, con sus fundamentos no lineales en el largo plazo y el diseño de alternativas. Berger también propuso una teoría del conocimiento que se conoce como «teorética pura», «según la cual el sentido de las cosas no reside en ellas mismas, sino que provienen de un Yo trascendental, condición de todo posible significado. En cuanto al conocimiento de lo empírico, lo que importa no es preguntarse sobre su existencia o naturaleza, sino sobre su significación en relación con el sujeto que las observa» (Fernández & Tamaro, 2004, p. 1), lo que permitió el estudio de la fenomenología en Francia.

4.1.1.3 La epistemología ligada a Maurice Blondel, el padre de la «filosofía de la acción», quien pregonaba que la filosofía no podía quedarse en la teoría, sino que debía inducir y conducir a la práctica. Su famosa frase «el futuro no se predice, sino se construye» (en García, 2016, pp. 143-149) fue la base del pensamiento «voluntarista» de la escuela francesa, lo mismo que de la filosofía de la acción. Blondel refiere a una prospectiva orientada a la acción y a una prospectiva estratégica como herramienta de apoyo a las decisiones estratégicas. Esto presupone una mentalidad predispuesta a romper con la inercia, también con el cambio progresivo, lineal e incremental; y a comprender lo disruptivo y ampliar los marcos cognitivos para dar cabida a la creatividad alejada del pensamiento convencional.

4.1.1.4 La epistemología impulsada por Bertrand de Jouvenel, junto a Hugues de Jouvenel —director desde 1974 del Grupo Futuribles—, cimentó el análisis de los futuros posibles o futuribles —siempre desde la perspectiva de un conjunto de posibilidades— y de las estrategias que podrían implementarse para construir futuro. Por ello, a esta escuela se le denominó «voluntarista», dado que enuncia la posibilidad de elegir el futuro, aunque lo considera un acto propio de la voluntad. En su trascendental obra *El arte de la conjetura* (1964), Jouvenel determinó que lo importante eran los «futuros posibles» y no los «futuros probables», basados en las leyes de la probabilidad, que pregonaba la escuela norteamericana con el manejo de estas leyes.

Hugues de Jouvenel incorporó el concepto de *vigía*, mediante el cual se identifica lo que es verdaderamente determinante en el largo plazo, y remarcó que la voluntad es la fuerza creadora del hombre para dominar y transformar la naturaleza. Él consideró a esta concepción como estrechamente relacionada a la noción de libertad y sintetiza así tales ideas:

> El hecho es que la prospectiva se basa en tres observaciones que me parecen esenciales para explicar la filosofía, al menos implícita, del enfoque: el futuro es ámbito de la libertad, del poder y de la voluntad. Es, a la vez, un *territorio por explorar*, de ahí la utilidad de la vigilancia y de la anticipación, y en particular de la prospectiva llamada exploratoria; y *territorio por construir*, de ahí la utilidad de la prospectiva, a veces llamada normativa, referida, ya no a

> la investigación de los futuros posibles, pero sí a la de los futuros deseables, a las políticas y a las estrategias que se podrían adoptar para hacerlos realidad (Jouvenel, 2004, p. 10).

4.1.1.5 La epistemología asociada a Michel Godet, con la presentación del triángulo griego que marca tres momentos de la prospectiva *estratégica*: la anticipación como reflexión; la apropiación como motivación y movilización; y la acción como voluntad estratégica en relación con el plan. Para este autor, el fundamento de la previsión no puede ir más allá de «reducir la incertidumbre».

4.1.1.6 La epistemología relacionada con Richard Slaughter y Michael Keenan, con la escuela de Foresight, la cual rechaza el voluntarismo y apela al ejercicio intelectual como fuente de *creatividad*. Esta última epistemología predomina en Gran Bretaña, mientras que las anteriores tres pertenecen a las escuelas americana y francesa (Mojica, 2006, pp. 11-13).

4.1.1.7 La epistemología impulsada por la doctora Eleonora Barbieri Masini, de la Universidad Gregoriana de Roma, con su enfoque de «previsión humana y social». Esta eminente intelectual fue profesora de la Pontificia Universidad Gregoriana, en Roma, secretaria y presidenta del World Future Studies Federation (WFSF), y primera mujer miembro del Club de Roma. Es autora, entre otros libros, de *Penser le futur* y *Visions of desirable societies*.

Los fundamentos básicos de la previsión humana y social son, para Barbieri: a) el rol de las visiones en la identificación del futuro deseable; b) el peso de los valores presentes y futuros en el análisis y construcción de la realidad; c) el rol «constructor de sociedad» del futurista, en lugar del rol «meramente observador» del pronosticador o prospectivista tradicional; y d) el desarrollo de capacidades dentro de una concepción humanista (tabla 5).

Javier Medina Vásquez es una de las personas que mejor conoce el pensamiento de la doctora Barbieri Masini en la región, ya sea como alumno, como doctorado bajo su orientación en Roma o como divulgador profuso de su legado intelectual. Junto a Antonio Alonso Concheiro, recopiló

su obra en un profundo libro que lleva como título su nombre y como subtítulo: *Alma de los estudios de los futuros* (Concheiro & Medina, 2013).

Tabla 5. Barbieri y cuatro modelos comparativos epistemológicos

Modelo	Perspectiva del objeto	Inferencia	Propósito
1. Mecánico	Simplicidad organizada	Analítica-deductiva	Explicación
2. Estadístico	Complejidad desorganizada	Sintética-inductiva, probabilista	Correlación
3. Complejo o sistémico	Complejidad organizada	Holista-descriptiva, determinista	Descripción estructural
4. Interpretativo	Simplicidad desorganizada	Estética-conjetura indeterminista	Comprensión

Fuente: elaboración propia, con base en Reynoso (2006, p. 16).

4.1.1.8 La epistemología pregonada por destacados sociólogos y politólogos franceses, como Raymond Boudon, Alain Touraine, Ferdinand de Saussure y Michael Crozier, conocidos como los «cuatro mosqueteros de las ciencias sociales», con sus pilares filosóficos en los actores sociales como protagonistas para definir su propio destino, impulsar los cambios y hacer evolucionar la realidad.

Ellos definen una *teoría social* particular para entender desde otra perspectiva la construcción de futuro, delimitando el ámbito de lo individual —con su «individualismo metodológico»— y el ámbito de lo social —con la «acción colectiva» y el sentido de «nosotros»—. Con estos autores aparecen los debates alrededor de los términos sincronía (lo estático) y diacronía (lo dinámico). El primero da la idea de percepción del fenómeno en un momento dado del tiempo, el segundo es la apreciación del fenómeno durante su evolución (tabla 6).

Tabla 6. Los cuatro mosqueteros de las ciencias sociales

	Sistema	Acción
Integración	Utilitarismo (Raymond Boudon) • Escuela de elección racional • Formalización matemática • Individualismo metodológico • Motivaciones de los individuos y agregación de comportamientos individuales • Pregona que está primero el actor social y no la sociedad	Análisis de estrategias (Michel Crozier) • Sociología de las organizaciones • Sociología de las relaciones entre políticos, tecnócratas, empresarios y trabajadores *(management)* • Sociología de las organizaciones como «sistema de acción» para pronosticar y anticipar los límites de la voluntad humana
Conflicto	Estructuralismo crítico (Pierre Bourdieu) • Atención a los fenómenos de *longue durée* • Empleo de la historia para explicar y predecir; desestima la metodología deductiva y sugiere contar con las condiciones de posibilidad (económicas y sociales) • Crítica la sociedad mediática (medios de comunicación masiva)	Sociología de la acción (Alain Touraine) • Se aleja del papel estático dado a sistemas y estructuras • Escapa de los fundamentos funcionalistas de orden y equilibrio • Acentúa la libertad y la efervescencia del «sujeto histórico» para conquistar zonas de incertidumbre

Fuente: elaboración propia, con base en Marqués Perales (2008, pp. 130-141).

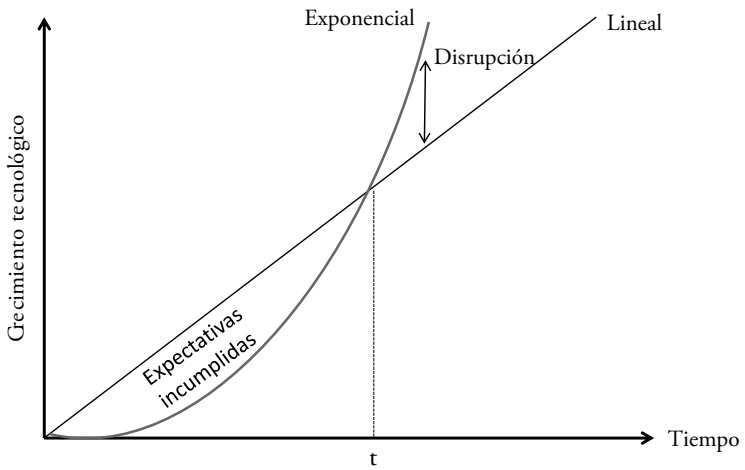
4.1.1.9 La epistemología sustentada en los avances tecnológicos exponenciales, que está transformando el mundo a una velocidad nunca antes conocida por la humanidad. Esta es la epistemología del *signo tecnológico* como simbolización de la realidad. Se trata de: tecnologías disruptivas o de ruptura brusca con lo existente; tecnologías convergentes y emergentes que cambian la forma de vivir con una rapidez tal que el futuro se encuentra ahora «a la vuelta de la esquina»; y tecnologías de retornos crecientes que desafían los principios clásicos de la economía clásica con sus retornos

decrecientes. Estas tecnologías llevan al cambio vertiginoso de expectativas y preferencias, con énfasis en la individualidad; son endógenas y dinámicas y cuentan con respaldo de una computación cada vez más lejos de lo binaria; contienen la fuerza del *big data*, la robotización, la realidad aumentada y la fusión entre tecnología e inteligencia humana.

Estas tecnologías son, en palabras del gran escritor italiano Alessandro Baricco, autor de *The game*, un nuevo juego realizado como brusca torsión mental, un instrumento de liberación que tiene su propio relato de innovación, su propio *story telling,* sin ideología, ni sistema teórico. Su relato innovador son inteligencias técnico-prácticas, instrumentos y herramientas. Ellos están cambiando el mundo.

Dadas las tecnologías exponenciales disruptivas, se ha dado un cambio radical en los tiempos y en la forma como estábamos acostumbrados a considerar el futuro (figura 17).

Figura 17. Tecnología exponencial versus tecnología lineal



Fuente: elaboración propia con base en Diamandis, & Kotler (2020, p. 31).

La parte inferior de la figura 17 muestra la tendencia del crecimiento lineal y la brecha frente a lo exponencial cuando no se cumplen las

expectativas, es decir, cuando se genera decepción. En la parte superior, después del punto de inflexión, se representa la diferencia entre el crecimiento exponencial y el lineal, que está por debajo, con lo que se muestra disrupción. Es en este momento, o en la parte más alta, cuando Vernor Vinge —en 1993— y Ray Kurzweil —en 2005— creían que se podría dar la «singularidad tecnológica»: cuando la inteligencia de las máquinas igualaría a la de los seres humanos.

Respecto a esta epistemología, recordemos por último que el desarrollo humano ha sido, como se mencionó anteriormente, local y lineal en lo fundamental por 150 mil años. Con el advenimiento de las tecnologías disruptivas, el cambio o tendencia se dirige hacia lo global y exponencial y entonces los estudios de futuro son un *mix* de múltiples escuelas (polifónico) y no un enfoque universal (monofónico).

4.1.1.10 La epistemología asentada en el bien común, la virtud cívica, la ética, la confianza, la solidaridad y la dignidad del trabajo, que tiene como máximo exponente al filósofo político Michael J. Sandel. En uno de sus primeros libros, *Lo que el dinero no puede comprar* (2013), él establecía de manera contundente los límites morales del mercado y analizaba cómo hemos pasado de una economía de mercado a una sociedad de mercado sin respetar los bienes morales y cívicos. Pasamos y nos proyectamos, según Sandel, de *tener* una economía de mercado a *ser* una sociedad de mercado. ¿Qué futuro queremos construir? ¿Cuáles son los límites del dinero para superar el vacío moral de nuestras sociedades? ¿Cómo construimos futuro sin valores y sin ética?

En su último libro —Premio Princesa de Asturias de Ciencias Sociales—, *La tiranía del mérito* (2020), la pregunta central de Sandel es: ¿Qué ha sido del bien común? Asimismo, como exponente de una *filosofía pública o civil*, se replantea el ideal meritocrático como factor de la crisis política contemporánea. Dentro de sus planteamientos destaca que la pandemia del Covid-19 nos recordó nuestra vulnerabilidad y nuestra dependencia mutua: «Todos estamos junto en esto». Sin embargo, como conflicto, se trata de una solidaridad del temor a contagiarse y exige la «distancia social»

y el autoaislamiento. Así, solidaridad y aislamiento, juntos, son un contrasentido y la división política no es entre izquierda y derecha, sino entre lo abierto y lo cerrado.

Un ejemplo de la tiranía del mérito o un símbolo del elitismo institucionalizado de la clase dirigente que analiza Sandel lo constituía la antigua Escuela de Administración de Francia (ENA), que fue sustituida por el nuevo Instituto de Servicio Público. Cuatro de los ocho presidentes de la Quinta República francesa procedieron del ENA, con sede en Estrasburgo, lo mismo que la mayoría de los ministros y altos directivos. Se trataba de una clase de «enarcas» que provenían de los mejores colegios, las mejores universidades y las «mejores familias», para luego terminar con una «renta vitalicia» dentro del Estado. El nuevo instituto propondrá un tronco común a 13 escuelas de Alta Función Pública.

Otra de las tesis más llamativas de Sandel es la forma como los gobiernos enfrentan la visión de futuro. Bajo el entendimiento de que la formación para alcanzar el éxito justifica a aquellos que alcanzan la cúspide de la pirámide social y si en verdad las oportunidades son las mismas para todos, entonces, quienes se rezagan o quedan desplazados se merecen la suerte que les ha tocado.

En breve, Sandel nos hace pensar en cuáles son las bases de la retórica del ascenso: ¿cuál es la ética del éxito y del credencialismo? Frente a estas inquietudes, plantea enfáticamente:

> Quienes ensalzan el ideal meritocrático y lo convierten en el centro de su proyecto político pasan por alto esta cuestión moral, pero también ignoran algo más poderoso desde el punto de vista político: las actitudes muy poco atractivas (desde la perspectiva moral) que la ética meritocrática fomenta, tanto entre los ganadores como entre los perdedores. Entre los primeros promueve la soberbia; entre los segundos, la humillación y el resentimiento. Son estos sentimientos morales los que constituyen ahora el trasfondo de la revuelta política contra la élite. Más que una propuesta contra los inmigrantes y la deslocalización, la queja populista va dirigida contra la tiranía del mérito. Y está justificada (Sandel, 2020, p. 37).

Las respuestas de Sandel se fundamentan en una vida pública con más ética y con más generosidad para crear una prosperidad compartida y una

cultura de la solidaridad, tal como lo plantean los Objetivos del Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (ODS). Es, en el fondo, una voz que replantea la filosofía humanista, la defensa de los valores morales comunes y la ética cívica con identidades compartidas, sin que necesariamente todas las personas tengan que ser iguales (Sandel, 2020, pp. 167-177).

Pertenece a esta concepción, de manera destacada, el filósofo francés Pierre Lévy por sus trabajos sobre la ética aplicada a la tecnología de la información, mediante la cual teoriza sobre una inteligencia colectiva en la ciencia ciudadana. Según él, «nadie lo sabe todo, todo el mundo sabe algo, todo el conocimiento está en la humanidad. No existe ningún reservorio de conocimiento trascendente y el conocimiento no es otro que lo que sabe la gente» (Lévy, 2004, p. 20)[36].

Para Lévy, lo que se encuentra naturalmente en el hombre es colaborar y, gracias a esa inteligencia colectiva, se registran los grandes avances tanto tecnológicos como en ciencia ciudadana. Con ello, propone una especie de «metalenguaje» digital o cibercultura del futuro. Esta cibercultura se levanta sobre tres principios: la interconexión, la creación de comunidades virtuales basadas en redes y la inteligencia colectiva, entendida esta última como movilización efectiva de habilidades, reconocimiento mutuo y enriquecimiento de los individuos.

En la era digital, la inteligencia colectiva cambió su naturaleza, por cuanto las comunidades entran a redes para pertenecer, conversar y compartir, todo bajo nuevos principios y valores, como organización por temas específicos, conocimiento abierto y P2P (*peer-to-peer*[37]). En estas redes, entregamos información sin saber a quién y recibimos sin deber a nadie; participamos individualmente y de manera horizontal en la creación y autogestión del conocimiento; y colaboramos sin conocernos físicamente y nos conocemos a través de lo que compartimos.

El nuevo *homo hacker* utiliza el emergente cognitivo de esta inteligencia colectiva como un nuevo capital para enfrentar nuevos desafíos, generar sistemas de organización y redes colaborativas, y desarrollar nuevos lenguajes.

36 Cita analizada prolijamente por Fulgencio Sánchez Vera (2014).

37 «Par a par», «red entre pares» o «red punto a punto».

> El hacker es una persona experta o entusiasta que utiliza el conocimiento de un sistema para desarrollar funcionalidades que no existían anteriormente y que luego las comparte, construye colaborativamente y acciona para el progreso de ese sistema. La suma de este tipo de individuos interconectados es nuestra posibilidad de hackear cognitivamente el muro que se interpone en nuestro camino y hacia el cual nos dirigimos a toda prisa (Peborgh, 2017, p. 20).

Es un quiebre de la lógica lineal y cartesiana y una evolución hacia un nuevo estado de conciencia y compromiso. En esto, los *hackers* actúan como innovadores: tienen, generan y perfeccionan el conocimiento emergente de la información, y construyen futuro a través del *open knowledge* o «conocimiento abierto» del *big data*.

Dentro de esta categoría epistemológica de la prospectiva también sobresalen los mensajes de Jean Tirole, Premio Nobel de Economía 2014, con su libro *La economía del bien común* (2017). Su pregunta central es: ¿Qué ha sido del bien común? Colocar el foco de atención en esta cuestión es un giro de gran trascendencia para orientar la construcción de futuros, dadas las formas como los medios digitales disuelven las preferencias individuales.

En paralelo, Tirole analiza las barreras de acceso a la información en la toma de decisiones para la inmensa mayoría de los ciudadanos. La falta de información por parte de un alto porcentaje de la población, unida al exceso de confianza y a la voluntad de mantener el control por parte de otros grupos, ha conducido a tomar nefastas decisiones para definir nuestro futuro.

En otros capítulos de su libro, Tirole se explaya sobre los límites morales del mercado y la dicotomía entre objetivos individuales y colectivos, respaldada por esquemas de incentivos que no desaniman males sociales, como la contaminación y la inseguridad, y por otros que no animan los comportamientos socialmente responsables, como la solidaridad y la colaboración.

El mencionado Premio Nobel se cuestiona la incapacidad de los economistas para predecir eventos futuros con sus consiguientes impactos en la imprevisibilidad sobre la sociedad. Esta incapacidad, común a otras ciencias sociales y humanas, es fruto según Tirole de dos razones: una, la carencia de información o comprensión parcial o disjunta del fenómeno en cuestión; otra, la imposibilidad material de predecir.

Respecto a la digitalización y la economía colaborativa, Tirole manifiesta su preocupación sobre el acceso a las nuevas tecnologías, dada la carencia de habilidades cognitivas y de conocimiento abstracto para el grueso de la población, que corre el riesgo de ver sustituidos sus empleos por máquinas. Plantea entonces, enfáticamente, el tremendo reto que tiene por delante el sistema educativo para evitar mayor desigualdad y fomentar mayor colaboración colectiva en el tránsito que conlleva la era digital.

Junto a Sandel, Lévy y Tirole, no podemos dejar de mencionar en esta categoría epistemológica a Hannah Arendt, filósofa alemana, profunda conocedora del pasado y referente obligatoria para el conocimiento de la filosofía o la teoría política del futuro. Sus obras constituyen una revalorización del mundo y de sus tendencias dentro de la libertad y de lo que ella denomina modelo «agonista» de la política, como antítesis del antagonismo y como defensa de los grandes ideales políticos de libertad e igualdad para crear, algo que ella distingue como el espacio de la política: el ámbito donde cada uno se realiza como sujeto inédito y todos en conjunto al pertenecer a la sociedad del presente y del futuro y construirla[38].

El *agonismo* permite un proceso dialéctico, donde, en la praxis de la colaboración, se cuestionan los supuestos, se cambian las afirmaciones y las posturas y se expone la otra cara de una declaración o propuesta. Se asemeja a un proceso racional colaborativo, en el cual pasan a un segundo plano los supuestos considerados incuestionables para evitar una especie de razonamiento circular que conduce al estancamiento o al problema en primer lugar. Con la colaboración, el problema tiende a ser parte de la solución.

El conflicto y la tensión entre participantes es esencial para la práctica del diálogo colaborativo y el meollo de la racionalidad colaborativa. Las tensiones pueden hacer que un proceso sea difícil de manejar, pero son una

38 En ciencia política, el término *agonística* se adscribe a la filósofa y politóloga belga Chantal Mouffe para referirse a dos formas de lo político en democracia: en una impera la lógica amigo-enemigo bajo la figura de la disyunción, lo uno o lo otro, la dicotomía, el blanco o negro; en la otra, compatibiliza con el pluralismo democrático la posibilidad de que todas las voces tengan cabida y el disenso sea bien visto (Laclau y Mouffe, 1987, pp. 164-189).

fuente esencial de creatividad que permite el movimiento hacia adelante frente al estancamiento (Innes y Booher, 2018, p. 105).

Para Arendt, la acción solo es política cuando va acompañada de la palabra y cuando esta última convierte en significativa la praxis y no en una actividad teórica que disuelve el cambio. En su opinión,

> [...] la búsqueda de una teoría política que nos diga cómo actuar significa, por una parte, obviar la fragilidad de la acción, la incertidumbre de su curso y, por otra, constituye uno de los síntomas de la desaparición del espacio público en el mundo moderno, condición de la acción y la libertad (Arendt, 2019, p. 26).

Vida activa significaba para la filósofa Arendt participación activa de los ciudadanos en los asuntos públicos como forma de escapar del totalitarismo y de la alienación en el capitalismo de producción en masa; implicaba para ella el debate y la deliberación sobre los valores y la confrontación de ideas. No era algo pasivo y silencioso relegado al ámbito especulativo de la ciencia política. Por el contrario, Arendt asociaba el concepto de valor público o bien común con participación activa, en base a consideraciones éticas del trabajo por el bien común. Se encuentra aquí una gran semejanza con el pensamiento de Georg Friedrich Hegel —padre de la «conciencia de la modernidad»—, quien postula en su obra *Filosofía del derecho*: «El hombre mediante lo ético tiene derechos en cuanto tiene deberes, y deberes en cuanto tiene derechos» (1968, p. 155).

A diferencia de lo que ocurre en el pensamiento especulativo, el lenguaje para Arendt, según Fina Birulés —autora de la introducción a ¿Qué es la política?— no es entendido como obstáculo, sino como memoria y fuente de un posible consenso, y comporta sabiduría, «puesto que las palabras son el alimento del pensar y son lo único de lo que, con frecuencia, disponemos para replicar a los sobresaltos del mundo». Es un volver con proyección a palabras como «acción», «libertad», «esfera pública» o «poder» (en Arendt, 2019, pp. 23, 35).

4.1.1.11 La epistemología de la prospectiva estratégica en el pensamiento de Albert O. Hirschman. El futuro posible es una voluntad colectiva de largo aliento liderada por los actores protagónicos para transformar el presente.

La acción es su fuerza vital y, tal como decía Anatole France, premio Nobel de literatura en 1921, *«El futuro está oculto detrás de los hombres que lo hacen»* (Mojica, 2016, p. 90). Es decir, el futuro es la estrategia más grande que el ser humano puede invocar.

La prospectiva estratégica es una conjetura sobre el porvenir, como imagen de futuro a partir de la historia. Sin embargo, el ensamble entre el *forecasting* o pronóstico, con su inherente incertidumbre, y la estrategia con su irrenunciable compromiso a los objetivos, se han entrelazado con intenciones sin liderazgo y planes sin nervio político para alcanzar las metas propuestas. Esta ha sido la gran falla de América Latina para salir del subdesarrollo. Conocemos la desigualdad y muchísimo se ha documentado, pero persistentemente nos hemos quedado en las promesas o en un ritmo o profundidad de ruptura que no se compadece con la realidad. Hay un infinitivo en los discursos que no son convertidos en hechos y cambios.

Culturalmente somos propensos a la grandilocuencia y lo retórico, pero renuentes al compromiso. Y, la ideologización del futuro no genera la transformación *per se*. Para algunos, el diseño del porvenir puede ser un ejercicio útil en cuanto entraña ilusión y control social más que transformación. Para otros, la incertidumbre inherente del futuro provoca temor e invoca a replicar el presente o regresar al pasado.

Por lo tanto, reactivar las utopías y reivindicar el futuro como un bien común es la gran tarea que nos resta a los interesados para que la prospectiva estratégica vuelva a ocupar el sitio que nunca debió abandonar. Esta fantástica utopía y este maravilloso ejercicio de imaginación y anticipación llamado prospectiva estratégica, demanda de todos los involucrados mayor credibilidad y mayor confianza: Confianza en planes creíbles; confianza a partir de impactos en el bienestar de la gente; estrategias coherentes y participativas y decisiones comprometidas con el cambio de fondo para reducir la incertidumbre y construir un futuro posible más equitativo y más transparente. De lo contrario, si la prospectiva es solo ideologización del futuro, con el largo plazo como caja de resonancia, seguiremos presenciando el retroceso de casos paradigmáticos de gran riqueza humana y material, como la realidad de Argentina y Venezuela. Y, de no haber una ruptura

mental, la estrategia y la prospectiva seguirán perdiendo credibilidad y registrando resultados muy por debajo de lo anunciado. ¡La tan anunciada boda de magia seguirá siendo un divorcio tormentoso!

Siguiendo con el análisis de las fuentes epistemológicas de la prospectiva, debemos destacar y rescatar el pensamiento del gran intelectual Albert Hirschman (1915-2012), quien fue uno de los críticos más reconocidos de la convencional doctrina del crecimiento equilibrado en los distintos sectores y el creador de innovadores conceptos, como «encadenamientos hacia adelante» y «encadenamientos hacia atrás» —*forward linkages* y *backward linkages*—. Los primeros dan a entender que el producto o bien final de una industria se convierte en el insumo de otra. Con los segundos, el crecimiento de una industria conduce al crecimiento de otra que produce insumos para ella. En ambos encadenamientos se dan retroalimentaciones positivas.

En su obra cumbre *La estrategia del desarrollo económico* (Hirschman, 1958), el argumento central es que los países subdesarrollados se mantienen en ese estado no tanto por la pobreza en sí misma, sino por la falta de incentivos, mecanismos y oportunidades para hacer productivos los recursos que tienen. Esto implica tener imaginación para estimular las abundantes oportunidades de desarrollo inexploradas. Es decir, Hirschman plantea una visión *bottom-up*, donde el desarrollo se construye con proyectos concretos localizados en las comunidades y donde el territorio es pieza central, con lo cual se aprecia que «el trabajo de campo» sí importaba para Hirschman y la mirada descentralizada desde lo local y lo regional era crucial en sus planteamientos.

Así, la estrategia es una secuencia de inversiones con resultados de corto y largo plazo, donde metafóricamente no se trata «de ganar la batalla en el corto plazo y perder la guerra de largo plazo» del desarrollo, sino de avanzar acumulativamente en la resolución de los problemas del presente para ganar confianza en el futuro. Aquí podría estar la respuesta a uno de los dilemas de la prospectiva o *trade-off* entre corto y largo plazo.

En el camino hacia lograr el objetivo de largo plazo de la estrategia, se necesita avanzar con soluciones y respuestas de corto plazo para consolidar la solución y, de ahí, levantar la mirada hacia metas más ambiciosas y que toman más tiempo. Es un balance entre estrategia y táctica, tal como lo

establece Sun Tzu: «En el arte de la guerra no existen reglas fijas. Las reglas se establecen de acuerdo con las circunstancias» (1974, p. 85).

Para Hirschman, los contextos son la estructura y las culturas dentro de las cuales se trabaja. El contexto, en palabras actuales del sociólogo Malcolm Gladwell (2000), es el «punto clave» (*tipping point*) mediante el cual, conociendo a las comunidades, localidades y regiones a través de pequeñas acciones (inversiones), se podrían hacer grandes cambios.

Claro está, en la interpretación de Gladwell, el *tipping point* es el punto o momento en el que un virus —como el Covid-19— alcanza su masa crítica y comienza a expandirse a una tasa mayor. O, como en la teoría de las «ventanas rotas», cuando los vecinos se sienten más seguros porque el ambiente está más cuidado o, a la inversa, cuando el espacio está descuidado o abandonado, es probable que esa zona termine por ser terreno de delitos o delincuentes.

Para nuestro caso, el conjunto de pequeñas inversiones bien ejecutadas desencadenaría efectos positivos mediante la utilización de los recursos existentes disponibles. En su ausencia, el círculo vicioso del subdesarrollo se prolongaría.

Para Hirschman, la «estrategia» hacia el desarrollo económico se plantea, no como la necesidad de superar la escasez de capital o de otros recursos, sino como la necesidad de mejorar las habilidades de los agentes para tomar decisiones eficientes. Aquí, la práctica es una forma de pensar teóricamente —*learning by doing*—, concepto inspirado en el trabajo pionero de Kenneth Arrow (1962), donde tanto los logros como los fracasos son valiosos factores del desarrollo dentro de un proceso acumulativo de aprendizaje. Arrow valoriza el contexto del error y la duda; para él, quien no se equivoca ni duda no puede aprender.

También Hirschman planteó dudas fundamentales sobre las convicciones de los expertos acerca de la «secuencia» del proceso antes de que comenzara y de si se podía trazar el curso de la historia antes de cumplir con los «requisitos previos» y las condiciones «satisfactorias» sobre dónde, cuándo y cómo invertir. ¡El juicio del asunto para él era cómo pensar en la inversión!

Los fracasos para Hirschman podían convertirse en elementos del desarrollo o en una especie de *blessing in disguise,* al igual que las *unintended consequences,* por cuanto el desarrollo económico es una posibilidad sin que necesariamente existan objetivos predeterminados o conocimiento exhaustivo para lograrlo.

Si de antemano se conocieran todas las dificultades y riesgos del desarrollo, las instituciones y los actores involucrados, sería factible que se abandone o desista del esfuerzo fascinante de lograrlo. La obsesión por las macrorreformas «desde arriba» o por las macrorrefundaciones favorece las decepciones.

> There was a «hidden rationality» to the chain of tension-producing constraints or challenges: by creating them, people are lured into solving them. To hide was to become a key verb for Hirschman, full of posible significance over a long vitae of writing. What he had in mind was playing with Adam Smith's notion of the Invisible Hand. Instead of transparent, self-evident, all-inclusive plans, Hirschman opted for more cunning operations and unplanned consequences. To jump forward a bit in time, within a few years he would be rereading *The Wealth of Nations* to fathom the unintended general effects of individual pursuits. Fort he time being, he wrote in his diary, «The mistery is the meaning» (Adelman, 2013, pp. 345-346).[39]

El modelo *learning by doing* («aprendizaje por práctica») que tanto pregonaba Hirschman sin mayor eco en Colombia, Brasil y México, y sin duda en toda América Latina, es un modelo de crecimiento endógeno donde el cambio técnico ocurre por acumulación de experiencia y donde los incentivos juegan un papel esencial.

La diferencia entre el modelo endógeno y el exógeno plantea la convergencia entre las naciones. O sea, el hecho de que los países ricos crezcan

39 «Había una 'racionalidad oculta' en la cadena de limitaciones o desafíos que producían tensión: al crearlos, la gente se ve atraída a resolverlos. Ocultar se convertiría en un verbo clave para Hirschman, lleno de posibles significados a lo largo de una larga *vitae* de escritura. Lo que tenía en mente era jugar con la noción de Adam Smith de 'mano invisible'. En lugar de planes transparentes y con todo incluido, Hirschman optó por operaciones más astutas y consecuencias imprevistas. Para avanzar un poco en el tiempo, dentro de unos años estaría releyendo *La riqueza de las naciones* para comprender los efectos no deseados de las actividades individuales. Por el momento, escribió en su diario: 'El misterio es el significado'».

a un ritmo menor que los más pobres daría la posibilidad de una cierta convergencia para que los pobres alcanzaran el nivel de los más ricos. La tecnología y su difusión internacional serían las razones para que ello ocurriera. En otras palabras, la diferencia tecnológica entre el país líder que crea la tecnología y el país seguidor que la imita, capta o adquiere, se iría reduciendo. *¡Catch-up!*

Los modelos neoclásicos defienden el crecimiento endógeno y en su argumentación el *policy maker* poco puede hacer para que un país alcance su nivel de crecimiento de equilibrio, por cuanto este es determinado exógenamente por alguna variable externa al modelo. Por el contrario, en los modelos de crecimiento endógeno con competencia imperfecta, debido a los rendimientos no decrecientes de los factores productivos, el crecimiento de las variables se comportaría de manera endógena y, en consecuencia, el decisor sí podría afectar u orientar el comportamiento de la economía.

Esta era una enorme posibilidad o daba un amplio margen de maniobra que Hirschman visualizaba para que los países atrasados pudieran mejorar sus procesos productivos y explotar su potencial frente a los más avanzados, gracias a la difusión de la tecnología y al mayor costo de las actividades de innovación frente a las de imitación de tecnología foránea.

Su recomendación era facilitar el proceso de difusión tecnológica y eliminar los frenos institucionales, educativos, sociales, el *lobby* de los poderosos y las trabas de toda índole que impedían el proceso de *catch-up* y convergencia. Por estas razones, la definición de *la estrategia* para él era crucial.

A. La productividad total de los factores (PTF): clave del crecimiento futuro

En el modelo neoclásico del Premio Nobel de Economía 1987, Robert Solow, el cambio tecnológico es un dato exógeno que se da por la acumulación de la experiencia, la cual incrementa la productividad de los factores. Al medir las fuentes del crecimiento de Estados Unidos para el período 1909-1949, Solow comprobó que el 88 % de la expansión económica correspondía al residuo, es decir, al progreso técnico (Larraín, 2011, pp. 65-66).

Así, dado que el cambio tecnológico era exógeno, se prestaba poca atención a los incentivos. También en la teoría económica, dado que no existe una buena forma de medir el progreso tecnológico o aumento en la PTF, este se calcula en forma indirecta como la diferencia entre el crecimiento observado del PIB menos aquella parte del crecimiento explicada por la acumulación o la calidad de factores productivos, aunque en realidad, esto también se conoce como la «medida de nuestra ignorancia».

La PTF es la parte del PIB que no puede explicarse por la utilización de factores productivos (capital y trabajo). Es, pues, la fracción de crecimiento del PIB que se debe al progreso tecnológico. Es decir, en la práctica la PTF viene dada por las mejoras de la tecnología, de la organización de la producción y de la distribución, las políticas gubernamentales y, ante todo, las externalidades de la calidad de la educación. La baja PTF, a su vez, es reflejo de distorsiones económicas y de la oferta subóptima de bienes públicos. En los países avanzados, el mayor porcentaje de crecimiento se atribuye al crecimiento de la PTF.

Según un informe del PNUD (2021, pp. 67, 70), al descomponer el crecimiento del producto per cápita en América Latina, se tiene lo siguiente como promedio general para el período 1968-2017: productividad - 0,23, factores 1,84 (para un total de 1,61). Es decir, ¡una PTF negativa!

Si se mira solo el período 1981-2010, el PIB regional creció en promedio un 3,0 %, con tasas de incremento de empleo de 1,6 %, de capital de 1,3 % y de PTF de 0,0 %. En contraste, en el mismo periodo, en países como China, la PTF creció en 3,5 %, en Corea 3,3 %, en Taiwán 3,3 % y en Singapur 2,7 %.

En consecuencia, la baja productividad es la principal responsable del decepcionante bajo PIB per cápita de la región.

Para comprender cabalmente la trascendencia de este concepto, veamos mediante un ejemplo su papel en el crecimiento del PIB:

PIB = PTF + (participación del trabajo en el PIB) * (crecimiento de la fuerza laboral) + (participación del capital en el PIB) * (crecimiento en el acervo de capital)

Para un país dado, esto podría reflejarse de la siguiente manera:

$$5{,}2 = 2{,}9 + 0{,}4(2{,}4) + 0{,}6(1{,}9)$$

En este ejemplo, la tasa de crecimiento del PIB de 5,2 % se explica por un crecimiento de 2,9 % en PTF, 2,4 % en fuerza laboral medida en horas de trabajo y 1,9 % en capital. Todo ello, con una participación del trabajo de 40 % y del capital de 60 % en la producción. En este caso, la PTF aporta el 55,7 % al crecimiento del PIB.

Para ejemplificar la trascendencia del crecimiento del PIB en la reducción de la pobreza, considérese el siguiente cálculo: con un crecimiento anual de 4%, los ingresos de una persona se doblan en 18 años, pero con un crecimiento de 0,7%, por año, ¡ello toma 100 años! (Claro, 2022).[40]

A su vez, la productividad no es un fenómeno lineal, según el cual a medida que más se trabaja más se produce, como en la era industrial decimonónica. Estamos en nuevos tiempos tecnológicos, en los cuales la flexibilidad, el trabajo mancomunado (*cowork*), el trabajo remoto con multitareas distribuidas a escala global y la priorización de la inversión pública en educación son la clave para aumentar la productividad.

En línea con lo anterior, Nicholas Kaldor (1908-1986), famoso economista post-keynesiano, identificó varios hechos estilizados (*stylized facts*), en los cuales en el largo plazo se observaba una cuasi constancia en retorno al capital, participación del capital en el PIB y participación del capital y el trabajo en el ingreso nacional. Con esto, se realza aún mucho más la trascendencia de la PTF para aumentar el crecimiento económico.

De otra parte, Simon Kuznets (1901-1985), Premio Nobel de Economía 1971 —por sus pioneros trabajos sobre la distribución del ingreso, las cuentas nacionales y la U invertida como hipótesis según la cual los países pobres serían en un principio igualitarios—, afirmaba, sin embargo, que a medida que los países pobres crecen el ingreso

40 Claro, S. (2022). *El Mercurio* (16 de octubre de 2022). Los números del FMI. *El Mercurio*, P.A3.

se concentra y la distribución del ingreso empeora. Luego, con el progreso técnico y la educación, vuelven a ser igualitarios y la desigualdad disminuye. Además de estos trascendentales aportes, Kuznets estableció como regularidad histórica que el cambio estructural conlleva una transición secuencial de la agricultura a la industria y de esta a los servicios. Con el tiempo, la transición vía industrialización continúa siendo válida para alcanzar mayores tasas de crecimiento.

Aghion y otros (2021, pp. 168-169) dan varias razones para potenciar la industria como paso crucial para lograr el desarrollo, entre ellas: la industria es clave en el desarrollo de las cadenas de valor; y el proceso de industrialización genera producción de conocimiento a través del *learning by doing*, conocimiento que después se propaga a otros sectores de la economía e impulsa el crecimiento como un todo en la forma de externalidades positivas.

La industrialización estimula el desarrollo exportador y, por lo tanto, el crecimiento; además, induce un mejor desarrollo institucional, factor crucial para el éxito de los países; y, por último, estimula un más rápido *catch-up* (convergencia), genera economías de escala, promueve la interacción activa entre actores, y da pie a la emergencia de nuevas ideas y a un crecimiento impulsado por la innovación.

Kenneth J. Arrow, como se destacó, fue uno de los brillantes y pioneros economistas que analizaron e instauraron la noción de las implicaciones económicas del *learning by doing*. En Harvard, Hirschman debatió estas ideas con renombrados economistas, como John Kenneth Galbraith, Alexander Gerschenkron, Wassily Leontief, Simon Kuznets y, claro está, con Kenneth Arrow. También conocía muy bien el pensamiento de Gunnar Myrdal y Ragnar Nurske.

A partir de la reunión de la Asociación Internacional de Economía celebrada en Río de Janeiro —en agosto de 1957—, Hirschman entabló amistad intelectual con renombrados científicos sociales de la talla de Celso Furtado, Enzo Faletto, Pedro Malan, José Serra, Roberto Campos, Alexandre Kafka, Eugenio Gudin —quien presidía la Fundación Getulio Vargas— y Fernando Henrique Cardoso; amista-

des que perduraron por mucho tiempo. También mantuvo estrechos contactos con los chilenos Aníbal Pinto, Osvaldo Sunkel, Alejandro Foxley y el sociólogo colombiano Orlando Fals Borda (Adelman, 2013, pp. 417-421).

En la otra acera de los ya mencionados intelectuales, se encontraba el economista norteamericano Paul Baran, gran teórico marxista del desarrollo económico y precursor de las teorías de la dependencia, y el ruso Abba Lerner, con sus trabajos sobre comercio internacional y desarrollo, junto al brillante Lionel Robbins, de los pocos que se encontraban fuera del círculo que rodeaba a John Maynard Keynes.

Asimismo, *El desarrollo de América Latina y algunos de sus principales problemas*, elaborado por Raúl Prebisch (1949), fue considerado por Albert Hirschman como el «manifiesto» latinoamericano por sentar las bases teóricas de un modelo de desarrollo liderado por el Estado. En este pionero trabajo se instaura categóricamente:

> De ahí, el significado fundamental de la industrialización de los países nuevos: no era un fin en sí misma, sino el único medio de que disponen estos para ir captando una parte del fruto del progreso técnico y elevando progresivamente el nivel de vida de las masas. (Prebisch, 1982/1949, p. 66)

Todo ello, le permitió a Hirschman pregonar con énfasis que los países ricos tienen una renta per cápita más alta por tres razones: más capital físico, más capital humano y mayor productividad. Con base en ello, alertaba a América Latina sobre su estilo de desarrollo, que descuidaba la ciencia, la tecnología y sobre todo la educación. ¡A la luz de la situación actual, sus mensajes suenan a cruel realidad!

De igual manera, Hirschman nos legó un «pensamiento posibilista», donde lo esencial no es actuar en función de lo «probable», según teorías o enfoques totalizantes, sino en función de lo «posible» —es decir, con la posibilidad de que algunas cosas buenas y algunas cosas malas se verifiquen—. También, acuñó el concepto de «efecto túnel» o «factor de esperanza», en el sentido de que, en las circunstancias donde existen amplios niveles de desigualdad y pobreza, si hay crecimiento con equidad, esta situación puede ser tolerada en el corto y mediano

plazo como una suerte de luz al final del túnel siempre y cuando se mantengan los mecanismos de ascenso.

Ese «factor de esperanza» actuaba para Hirschman como una «opción de salida» (*exit*). Es decir, como un escape. Este sería, por ejemplo, el caso de la migración creciente a Estados Unidos de los países de El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua (Cepal, 2022, p. 75).

Asimismo, no puede dejar de mencionarse el concepto de *trespassing* o el atravesar las fronteras disciplinarias sin rigidez, como propensión posibilista a traspasar y autosubvertir las teorías, los paradigmas, los modelos y los minimalismos mentales para repensar el desarrollo.

Este «atravesar las fronteras» llevó a Hirschman a analizar críticamente los conceptos de libertad positiva y libertad negativa que el filósofo Isaiah Berlin había planteado en un ensayo de 1958. Para Hirschman, estos dos conceptos pueden no ser necesariamente compatibles: libertad negativa significa no interferencia con nuestra conducta; libertad positiva, por el contrario, significa contar con el apoyo activo de los demás para garantizar alfabetización, educación, atención médica, ingresos y seguridad física. El cumplimiento de la libertad negativa no satisface la libertad positiva; el cumplimiento de la libertad positiva puede interferir con la libertad negativa. Esto era llamado por Hirschman una paradoja.

De acuerdo a las dos categorías de pensadores que Isaiah Berlin —basándose en el poeta griego Arquíloco— denominó erizos y zorros, y para quien «el zorro sabe muchas cosas, el erizo una sola, pero grande», no cabe duda de que Hirschman era un zorro. Los erizos desarrollan una visión del mundo central, un sistema coherente y global; los zorros, por el contrario, viven, piensan y actúan de manera diferente con mayor libertad y navegando contra viento y marea, traspasando todo tipo de fronteras, mentales y reales. Se puede decir que también lord Keynes era un zorro a partir de un famoso intercambio en el cual explicó que cuando los hechos cambiaban él cambiaba de opinión, y preguntó luego a su interlocutor: «¿Y usted, señor, qué hace en tales casos?» (Véliz, 2009, p. 13).

En su ensayo *Interés privado y acción pública*, Hirschman analiza el esquema *exit, voice and loyalty* —defección, protesta y lealtad—, y plantea argumentos novedosos contra el axioma de que la competencia o la salida —*exit: vote with their feet*— es el remedio infalible y exclusivo contra los malestares o el deterioro de algún tipo de organización o institución. El conflicto entre *exit* y *voice* reflejaba para él la duda entre optar por la defección o por la manifestación del disenso y la crítica desde adentro.

Así, cuando una organización se deteriora, el primer impulso humano es la retirada o defección —el rompimiento de la relación—, o el traslado a otra donde se pueda encontrar mayor satisfacción o mejores beneficios. Agotada esta opción, la persona implicada puede ejercer su voz —*voice: stay, put and complaint*—, protesta o queja mediante sus argumentaciones o propuestas. Por último, tiene la posibilidad de mantener su relación de fidelidad —*loyalty*— con la organización, es decir, conservar una permanencia cívica con ella.

Jeremy Adelman, el biógrafo de Albert O. Hirschman, escribió un admirable libro que resume la vida, ideas, escritos y angustias de este gran pensador que sufrió los horrores del nazismo y combatió el fascismo, que conoció en carne propia las dificultades e intrigas de toda índole para hacer política pública y planificación de mediano y largo plazo en América Latina, y que terminó enseñando en las prestigiosas universidades de Columbia, Harvard y Princeton. Nos referimos al libro *Worldly philosopher: The odyssey of Albert O. Hirschman* (Adelman, 2013).

Para asociar la obra de Hirschman con los trabajos sobre la prospectiva y la planificación en América Latina, y comprender por qué las anteriores palabras son pocas para referirnos a su obra, otras ideas principales que quisiéramos rescatar de este gran intelectual son las que siguen:

- Acuñó el término *possibilism* como una aproximación mental a los problemas del subdesarrollo y a la trascendencia de la ruptura con esquemas mentales que nos atan al pasado.

- Contratado por el Banco Mundial en la década de 1960 para trabajar en Colombia en la elaboración de una «agenda de lineamientos» como base de un plan, y ante la negativa de Lionel Robbins —célebre economista antikeynesiano de la London School of Economics—, Hirschman se enfrentó a la rigidez de los planes maestros o *blueprint* y a las soluciones preconcebidas y desdeñó el traspaso de las experiencias sin contexto, dado que prefería la observación y la indagación de los problemas en el terreno y con los afectados, escuchando y recogiendo sus conocimientos. Esta es, en el fondo, una aproximación más de «abajo para arriba» que de «arriba para abajo».
- Denominó *voyages of discovery* («viajes de descubrimiento») a los proyectos complejos en los que están presentes cinco fuentes: la naturaleza del programa o cómo es la intervención (qué está tratando de lograr y cómo); el contexto en que se inserta el programa; la interacción entre los diferentes *stakeholders* y las agencias involucradas (cómo influyen los factores contextuales históricos, económicos, políticos, socioculturales, administrativos, ecológicos y legales en el curso de la intervención); la naturaleza del proceso de cambio y causalidad (cómo afecta el programa el cambio en la sociedad y cómo podemos capturar este cambio); y la naturaleza del proceso de evaluación (cómo lidiar con intereses e incentivos divergentes, disponibilidad de información, recursos, etcétera).

La expresión *voyages of discovery* es fascinante y capta cabalmente el ejercicio que se realiza en los proyectos a los que alude Hirschman, algo contrario a nuestra práctica actual de someter los programas y proyectos a rígidos esquemas mecánicos de «paso a paso», fuera de contexto o sin capacidades organizacionales para llevarlos a cabo. *Voyages of discovery* con sensibilidad en la complejidad era lo que proponía Hirschman. Al respecto, Michael Bamberger y otros (2016), hacen un brillante análisis del «viaje de descubrimiento» a los problemas del desarrollo.

Pero, poco eco tuvieron los planteamientos de Hirschman en la propuesta de economistas famosos de la época, como Paul Rosenstein-Rodan y Ragnar Nurkse, quienes favorecían un crecimiento balanceado transversal y simultáneo, en la forma del modelo llamado Big Push para romper la trampa del subdesarrollo. Se postulaba como condición necesaria y suficiente para el éxito un nivel mínimo de cantidad y velocidad de recursos de inversión, como la fuerza que necesita un avión para despegar —*take-off*—. Ellos abogaban, junto a Walt Rostow, a favor de un «gran impulso» para sacar a las economías del subdesarrollo invirtiendo en varios sectores a la vez. Proceder paso a paso —*bit by bit*— no lo garantizaría. Este planteamiento parecía contradecir las conclusiones de la tradicional teoría del equilibrio estático y revertir su famoso lema, *natura non facit saltum*.

Hirschman, por el contrario, era escéptico de los modelos generales, estaba menos inclinado a patologizar el atraso y más interesado en el papel de los desequilibrios en la historia y de las habilidades para tomar decisiones y saber invertir.

Rostow, en su libro *Etapas del crecimiento evolutivo* (1960), ofreció una parábola o ruta universal sobre cómo las sociedades atraviesan fases de desarrollo desde el atraso hasta la «madurez». Para Rostow, era posible identificar un patrón común en todas las sociedades, en sus dimensiones económicas. Cada sociedad estaría en una de cinco etapas: la sociedad tradicional; las precondiciones para el despegue (*take-off*); el despegue; el impulso hacia la madurez; y la era del alto consumo masivo. Se trata de un típico modelo mecánico y lineal, donde el despegue debe ser dirigido inicialmente por unos pocos sectores económicos y las etapas de despegue y predespegue se superponen y son muy similares.

En paralelo, el modelo del «atraso» del ruso Alexander Gerschenkron sugería que cuanto más atrasada esté una economía al comienzo del desarrollo económico, más probable es que ocurran ciertas condiciones favorables para la industrialización, como adquirir tecnología de punta y lograr una mayor dependencia del crecimiento de la productividad. Se trataba, en el fondo, de generalizaciones hipotéticas sobre el crecimiento

industrial —no sobre el crecimiento económico—, obtenidas empíricamente con el fin de comprobar la solidez del ajuste resultante, generalizaciones que se conocen como hechos estilizados.

Los modelos de Rostow y Gerschenkron, después de 60 años, han sido ampliamente superados o dejados de lado ante la evidencia de una visión más holística y de factores entrelazados más preponderantes en el camino del desarrollo, como la educación, el desarrollo institucional, el conocimiento y la tecnología.

En la teoría del desarrollo económico, destacan diversas razones para explicar los obstáculos del *take-off*. Una de las más conocidas es la famosa *trampa* de Thomas Robert Malthus (1766-1834), según la cual el progreso tecnológico no podría lograr un sostenido y duradero crecimiento en el ingreso per cápita porque él causaría un aumento en la población y esto a su vez retrotraería al ingreso per cápita a los niveles de subsistencia. Otras razones se fundamentan en la escasa trascendencia de la ciencia y la tecnología, las restricciones a la difusión del conocimiento y la información, los obstáculos a la libre competencia para combatir barreras de entrada, la débil protección a los derechos de propiedad, el bajo desarrollo financiero y, claro está, el escaso músculo de los gobiernos para combatir rentas improductivas y abusos de poder (Aghion *et al*., 2021, p. 39).

Para Hirschman, el capital de toda índole estaba simplemente subutilizado por la falta de oportunidades percibidas, no por escasez de capital. Antes que escasez, pregonaba la habilidad para invertir y desencadenar círculos virtuosos de empleo e ingresos. Era un firme partidario de la «estrategia de la inversión pública» y del crecimiento no balanceado. Para él, metodologías más dinámicas, circulares y flexibles eran esenciales para crear una estrategia de innovación con propuestas nuevas no ortodoxas. Y se rebeló contra aquellos que habían hablado de la competencia como solución para todo problema, es decir, contra la concepción ortodoxa típica que ve en la competencia la única vía para optimizar el crecimiento económico sin analizar que para usar el conocimiento con creatividad es fundamental la educación (Hirschman, 1994, p. 109).

Con dichas ideas, Hirschman contribuyó sustantivamente a desarrollar la teoría del crecimiento no balanceado en respuesta a la idea del Big Push o crecimiento balanceado. Él argumentaba que las diferentes clases de recursos requeridos para el *Big Push* son precisamente aquellas que en los países de bajo ingreso escasean. Y esa es precisamente la razón por la cual son subdesarrollados. Hirschman creía que el desarrollo era un proceso gradual y que era poco realista pensar en superponer un gran sector moderno sobre una economía tradicional atrasada. Pese a todo ello, enfatizaba que la mayor escasez es la capacidad de percibir y tomar decisiones de inversión, incluso cuando existen oportunidades.

En esta polémica ingresaron, además de los dos prestigiosos economistas arriba mencionados, afamados académicos de la época, como W. Arthur Lewis, Lauchin Currie, Celso Furtado, Hollis B. Chenery, Paul Streeten y Amartya Sen. En la discusión entraron en juego tres grandes estrategias potencialmente operativas: el crecimiento balanceado de *Big Push,* el crecimiento no balanceado y la formación de capital a través de suministros ilimitados de mano de obra.

El *Big Push* de crecimiento balanceado, de Ragnar Nurkse y Paul Rosenstein-Rodan, argumentaba que los bajos niveles de ingreso per cápita de los países subdesarrollados son la consecuencia de los bajos niveles de productividad y que, por lo tanto, para lograr sustantivos aumentos en la productividad se requería significativos incrementos en la formación de capital. En este esquema, cada componente debería estar en el lugar correcto, en el momento correcto y en la cantidad correcta. El *Big Push* tendría dos fuentes: una doméstica (ahorros e impuestos) y otra externa (préstamos e inversión extranjera).

La estrategia de formación de capital con oferta ilimitada de trabajo de William Arthur Lewis —oriundo de Santa Lucía y Premio Nobel de Economía 1979, junto a Theodore W. Schultz— postulaba que en los países subdesarrollados había virtualmente una ilimitada oferta de mano de obra que podría ser usada para la formación de capital. Las principales fuentes de tal mano de obra según él eran: el alto

desempleo disfrazado en el sector agrícola, el alto número de personas en el servicio doméstico, una tasa de crecimiento de la población mayor que la de crecimiento del empleo productivo, el potencial del trabajo femenino si surgieran las oportunidades, y la informalidad en el sector urbano.

Por lo tanto, la clave radicaba en las diferentes formas de movilizar la oferta de mano de obra para formar capital productivo. ¿Cómo aprovechar la mano de obra subutilizada o desempleada? o, llanamente, ¿cómo generar empleo? Esta es todavía la pregunta central del subdesarrollo latinoamericano que Lewis tuvo la genialidad de constatar.

Curiosamente, Theodore Schultz, quien trabajaba en el mismo campo de estudio de Lewis, no podía estar más alejado de sus ideas. Su obra, con base en su experiencia en la India, trataba de demostrar la racionalidad del comportamiento del campesinado y que su aparente ineficiencia no se debía a la irracionalidad (apego a las tradiciones), sino a la resolución de un problema de optimización en un contexto de riesgo e incertidumbre en el que faltan algunos mercados clave: el mercado de seguros, los derechos de propiedad y el mercado de crédito.

A continuación, pasemos a considerar la tendencia estructuralista. Uno de sus puntales es Hollis Chenery, cuyo modelo fundamental, propuesto junto con Michael Bruno, es el conocido como Modelo de las Dos Brechas. En él se argumenta que los cuellos de botella del proceso de desarrollo son dos: la brecha del ahorro (heredada del modelo Harrod-Domar, donde la inversión tiene el doble efecto de acelerar la capacidad productiva y, a través del multiplicador, aumentar la demanda agregada) y la brecha de las divisas. Esta última era la novedad y se derivaba de una deficiencia estructural de las economías subdesarrolladas: la imposibilidad de convertir el ahorro doméstico en capacidad de importar. El modelo de Chenery, al estar él al frente del Servicio de Estudios del Banco Mundial, fue clave para racionalizar, dimensionar y justificar la ayuda extranjera[41].

41 Agradezco a Diego Azqueta, profesor emérito de la Universidad de Alcalá, por estas valiosas precisiones conceptuales.

Paul Streeten trabajó inicialmente en el prolífico Institute of Development Studies (IDS) de la Universidad de Sussex (Reino Unido), junto a Frances Stewart y Richard Jolly, antes de que Dudley Seers llegara a ser su director. Posteriormente, se unió al Banco Mundial, donde junto a Mahbub ul Haq desarrolló los *Informes periódicos sobre necesidades básicas*, en contraposición al tradicional énfasis que se daba al crecimiento económico en los informes de esta institución. Streeten trabajó con Gunnar Myrdal, economista sueco Premio Nobel de Economía 1974, y junto a Friedrich Hayek, además, fue editor de la revista *World Development*. Sus últimos años los dedicó a estudiar los problemas del subdesarrollo en el Institute for Development Economic Research de la Universidad de Boston (Estados Unidos).

En dicho contexto de máximo esplendor de la teoría del desarrollo, cabe destacar que Dudley Seers fue el director de la famosa misión de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) Hacia el Pleno Empleo (1970), junto a otras celebridades. Esta misión fue solicitada por Carlos Lleras Restrepo, el presidente de esta época en Colombia.

Posteriormente, dado el sistémico problema del desempleo en dicho país, Hollis Chenery encabezó otra Misión Empleo desde la Universidad de Harvard (Estados Unidos), con el patrocinio del Banco Mundial, durante el gobierno del presidente Belisario Betancur (1986); misión en la que participaron, entre otros, los economistas José Antonio Ocampo, Juan Luis Londoño y Guillermo Perry. Esta misión identificó al desempleo como resultado de factores demográficos, institucionales, macroeconómicos y de costos de contratación.

En medio de este debate, Lauchlin Currie —quien trabajó en la Casa Blanca como asesor del presidente Franklin Roosevelt durante la Segunda Guerra Mundial y a partir de 1949 se estableció en Colombia como asesor de alto nivel con ciudadanía colombiana y con respaldo del Banco Mundial, desde el Departamento Nacional de Planeación— propugnaba la conversión de la demanda sentida en demanda efectiva y, por lo tanto, en empleo remunerado, como una

elaboración efectiva de la Ley de Say, según la cual «la oferta crea su propia demanda». Para ello, sugería impulsar la migración de la mano de obra del campo a la ciudad para ser empleada especialmente por el sector de la construcción y los servicios públicos, con capacidad de pagar mejores salarios; y, en paralelo, estimular la productividad del sector agropecuario para generar mayores bienes de la canasta básica con el fin de evitar presiones inflacionarias, todo bajo la idea de elevar el consumo de los más pobres en lugar de aumentar la inversión.

Sus ideas fueron plasmadas en el plan de desarrollo de Colombia denominado Las Cuatro Estrategias, bajo la presidencia de Misael Pastrana Borrero (1970-1974). Con él se crearon las Corporaciones de Ahorro y Vivienda y la Unidad de Poder Adquisitivo Constante (UPAC), como unidad para mantener el poder adquisitivo de la moneda y calcular el costo de los créditos de vivienda.

Las cuatro estrategias (expansión de la industria edificadora, fomento de las exportaciones, fomento de la producción agropecuaria y distribución del ingreso) tenían antecedentes en el plan Operación Colombia, el cual fue rechazado desde su promulgación por Alberto Lleras Camargo por estar comprometido con los programas de la Alianza para el Progreso y con el Plan Decenal de Desarrollo elaborado por la Cepal, pero, primordialmente, porque su diagnóstico era diametralmente opuesto a las ideas de Currie.

Con el apoyo del presidente Pastrana, Currie tuvo su gran oportunidad. Pese a todo ello, la Ley de Say en Las Cuatro Estrategias no pudo cumplirse debido a la estrechez del mercado de la construcción, con sus ciclos de auge y caída, y a la acelerada masa de migrantes campo-ciudad, con muchas necesidades básicas y baja productividad, pero carentes de poder de compra para expresarlas en demanda efectiva en el mercado.

El postulado keynesiano de generar empleo vía «demanda efectiva» no se cumplió ni se ha cumplido debido a que no ha tenido el adecuado nivel de gasto por parte de los consumidores, ni la inversión apropiada por parte de las empresas y el gobierno; tampoco ha genera-

do empleo de calidad estable. Salvo la primera, las otras tres estrategias aún están pendientes, a pesar de su enorme potencial.

Claro está, el proceso de urbanización es una tendencia inevitable ante la cual no cabe sino planificar su desarrollo, formular una estrategia industrial con capacidad de absorber a gran parte de una oferta casi ilimitada de mano de obra y preparar el mercado de trabajo para los servicios y técnicas del futuro.

B. La estrategia industrial: criterios y principios

Hablamos de estrategia industrial no en el sentido de escoger sectores «a dedo» bajo presión o voluntarismo, sino en el de complementar los mecanismos de mercado y acción del Estado en dos dimensiones: la política horizontal y la política vertical. En la política horizontal mediante bienes públicos o insumos públicos que aplican a todos los sectores de la economía, y por excelencia: invertir en educación, ciencia, tecnología, información, infraestructura, regulación y financiamiento a la innovación; la política de carácter vertical, que es más específica o sectorialmente neutra, incluye, por ejemplo, el financiamiento temático, a institutos tecnológicos, a la vigilancia tecnológica como instrumento de anticipación, a consorcios tecnológicos y a carreras específicas, entre otras acciones.

La intervención de mercado incluye subvenciones, aranceles, impuestos, créditos, garantías y subsidios en sectores clave, como educación, ciencia y tecnología, e innovación, de manera específica (Aghion *et al.*, 2021, pp. 67-68).

Lo anterior se aleja de equivocadas políticas industriales verticales del pasado que se sustentaban en subsidios con crédito estatal barato y protección arancelaria que limitaban la competencia, además de manipulación del tipo de cambio y existencia de empresas productivas estatales en el desarrollo de industrias elegidas a dedo.

En base a dichos criterios, Rosario Córdoba Garcés, presidenta del Consejo Privado de Productividad de Colombia, con ocasión del lan-

zamiento de los Pactos por el Crecimiento en 2019, como estrategia de diálogo para la industrialización, sintetizó las opiniones del afamado economista Dani Rodrik sobre la estrategia de industrialización —planteados en una intervención en el London School of Economics— bajo el convencimiento de que el meollo de la discusión está en cómo hacerlo de una manera efectiva. Los tres principios básicos de Rodrik son los siguientes:

- Primero, el éxito de la política industrial está en abstenerse de escoger ganadores (seleccionar sectores) para, en su lugar, dejar ir a los perdedores. Esto es, reconociendo que el Estado comete errores, el reto está en identificarlos con rapidez para retirar los apoyos puntuales con cargo a recursos públicos. Se trata de aumentar la escala de producción con apoyo de las ventajas comparativas y de potenciar los encadenamientos productivos y la cadena de valor.
- Segundo, como los apoyos generan incentivos a la búsqueda de rentas, son indispensables los mecanismos de garrote. No todo puede ser zanahoria. Así, los subsidios productivos siempre deben estar condicionados, sujetos a cláusulas de salida; además, cada acción debe someterse a procesos rigurosos y continuos de monitoreo y evaluación.
- Tercero, se debe establecer mecanismos de transparencia y responsabilidad (*accountability*), entre los cuales están: declarar de manera precisa los objetivos con metas monitoreables, hacer públicas las solicitudes de empresas y gremios, rendir cuentas periódicamente, y designar para la coordinación de la estrategia a un líder del más alto nivel que, eventualmente, si las cosas no salen bien, asuma la responsabilidad política.

No hay duda de que el tema de la industrialización en América Latina es aún un objetivo pendiente, que se agudiza ante los siguientes factores: la dificultad estructural de generar empleo en las grandes ciudades, con la consiguiente marginalidad y segregación urbana; la ausencia de una reforma agraria que modifique el uso de la tierra y

aumente su productividad; la escasa diversificación o generación de valor agregado de la canasta exportadora; y la insuficiente respuesta por parte del Estado para mejorar la distribución del ingreso.

La política industrial es el puente hacia la economía de servicios y la escalera para lograr mayor acceso a la competitividad, a la inserción en el comercio mundial y a un mayor crecimiento con fortalecimiento de las ventajas comparativas. El no enfrentarla de manera sólida e integral ha significado un elevado costo en términos de empleo e informalidad, y de crecimiento en la productividad.

Eso implica que al momento de definir el marco de la gobernanza para la política industrial deban tenerse en cuenta varios criterios centrales, como son el de la coherencia intergubernamental que permita sumar fuerzas en la misma dirección; evitar la falla de actores, en el sentido de que algunos, tanto del sector público, privado o la sociedad civil, se resten del esfuerzo de impulsar la industrialización y, reconocer los principios de la subsidiaridad para cerrar brechas ayudando a los más atrasados, y promover una mayor convergencia regional alrededor del objetivo propuesto. Y, por supuesto, las alianzas estratégicas al estilo de la *colleganza* veneciana que permitió el esplendor y poder de Venecia en el comercio mundial (Aghion *et al.,* 2021, p. 28).

Tan estructural es el tema del empleo en Colombia, como espejo de casi toda América Latina, que el presidente Iván Duque (2018-2021) solicitó otra Misión Empleo de Alto Nivel con apoyo del PNUD, el Banco Centroamericano de Integración Económica, el Banco Mundial, la OIT y el BID para proponer reformas al mercado laboral en medio del Covid-19. En esta ocasión, la misión tuvo como jefes al economista mexicano Santiago Levy —alto exfuncionario del BID, quien diseñó el Programa de Transferencias Condicionadas, conocido como Oportunidades, cuando trabajaba como viceministro de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el cual cubre hoy en día a más de siete millones de familias— y al colombiano Darío Maldonado Carrizosa —doctorado en Toulouse (Francia)—.

Esta nueva misión estableció como objetivo central proponer fórmulas para mejorar el problema del empleo, agravado por el Covid-19, además de explorar nuevas formas de contratación y para enfrentar el mercado laboral que pone en jaque la gobernabilidad.

Amartya Sen, otro destacadísimo Premio Nobel de Economía (1998) por sus profundos aportes en las áreas de la *welfare economics* y la economía del desarrollo, partiendo de la idea de que el análisis utilitarista del bienestar es inadecuado, propone, alternativamente, la aproximación de las *capacidades*. Según esta, el bienestar individual está en función de las cosas valiosas que las personas pueden hacer y hacer bien. Se trata de una ética económica.

Bajo dicho entendimiento, el bienestar humano es maximizado cuando la gente puede leer, comer y votar libremente. Desarrollo para Sen es sinónimo de libertad. Así, el alfabetismo es importante, no por la utilidad que rinde, sino por la clase de persona que uno llega a ser por el hecho de saber leer y comprender. Asimismo, el alimento es importante, no porque la gente ame el alimento *per se*, sino porque es necesario para la vida y la salud. Finalmente, una persona vota, no por aumento de su utilidad, sino porque valora cierto tipo de sistema político, como la democracia, y ciertos tipos de actividad política para elegir a sus representantes de manera libre y consciente.

De esta forma, Sen definía a la pobreza como privación de capacidades básicas —*capability approach*—. En consecuencia, la pobreza representaba para él un obstáculo para que las personas sean o alcancen aquello que tienen razones para valorar. Además de todos sus trascendentales aportes conceptuales para comprender la pobreza, Sen ayudó a las Naciones Unidas a construir el Índice de Desarrollo Humano (IDH), insumo fundamental a la hora de conocer nuestras realidades y proyectar nuestras metas, las cuales están en el centro de la prospectiva en el momento de elegir escenarios.

Con dichas contribuciones, se hizo más evidente la distinción entre crecimiento y desarrollo: el primero apunta a un desempeño económico, mientras que el segundo responde a una visión interdis-

ciplinaria que abarca todas las dimensiones consideradas relevantes para la sociedad. Así, desarrollo en la línea de Amartya Sen se asimila a *oportunidades* o justicia social, cuando todas las personas tienen las mismas posibilidades de acceder al bienestar social y poseen los mismos derechos políticos, destacando su aspecto político y estratégico, pero sin desconocer que las infraestructuras, aunque importantes, son instrumentales.

Ahora bien, retomando el hilo de las tres estrategias mencionadas —Big Push de crecimiento balanceado, crecimiento no balanceado y formación de capital con oferta ilimitada de mano de obra—, y transcurrido casi medio siglo desde su formulación, podríamos hacer algunas acotaciones sin que esto reste mérito alguno a sus fundamentos.

- Primero, la implementación de cada una de dichas estrategias tendría que ser modulada por las circunstancias específicas actuales de cada país. Cada uno de sus respectivos autores se basó en contextos sociopolíticos diferentes: el profesor Nurkse encontró precedentes en la Unión Soviética, Schultz en la India, Hirschman en América Latina y Lewis en Japón y el Caribe de habla inglesa. Por lo tanto, el mensaje es remarcar el contexto en que se puede suscribir un ejercicio de planificación o prospectiva.
- Segundo, el enfoque de crecimiento balanceado requiere una masiva complementariedad entre oferta y demanda. Cualquier cosa que se aleje del paquete total de inversión pondría en riesgo o haría fallar el gran impulso —Big Push—.

Por su parte, con respecto al crecimiento no balanceado, un exagerado desequilibrio pondría en entredicho los objetivos propuestos por Hirschman y la misma gobernabilidad. Respecto a la teoría de Lewis, las dificultades se encontrarían en la estrechez del mercado de capitales para la pequeña y mediana empresa y en las exigencias que el mismo establece ante la falta de auténticos bancos o agencias de desarrollo.

O sea, las tres teorías tienen dificultades de implementación por cuanto las herramientas de solución muestran en cada país diferentes problemas y necesidades. Es decir, la generalización teórica tiene limitaciones de contexto.

Por ejemplo, el ya mencionado economista turco Dani Rodrik propugna, de manera general, la contribución de la industria manufacturera o el poder de la industria para generar empleo y promover la urbanización y la transmisión de conocimiento tecnológico en la economía. En el otro extremo se encuentra la India, donde se ha logrado un amplio desarrollo del sector servicios sin tener que pasar por una masiva industrialización, rompiendo así parcialmente la secuencia histórica agricultura-industria-servicios. Quizás un *mix* de políticas de oferta de mercado, con un cambio de los precios relativos entre bienes y servicios para favorecer la innovación, y políticas de demanda inducidas por la evolución del ingreso y preferencias del consumidor podría ser la mejor opción.

En función del cuerpo teórico de la planificación y la prospectiva y su forma de plantear futuros, las tres estrategias mencionadas afirman que su implementación conducirá al desarrollo económico. Sin embargo, ninguna establece exigencias o precondiciones explícitas al régimen que las aplica, salvo que la estrategia siga el programa prescrito.

Desde el punto de vista de un científico social y de un planificador, es necesario formular algunas preguntas sobre dichas estrategias:

1. ¿Qué tipo de régimen, organización, política o gobernanza se requiere para emprender la estrategia?
2. ¿Cómo afecta la estrategia a sectores económicos y sociales, a actores, intereses, valores y creencias?
3. ¿Qué está implícito en la estrategia respecto a la distribución de la riqueza?
4. ¿En qué medida la estrategia depende de la coerción y la persuasión? ¿En qué medida son la desviación social, la anomia y el movimiento extremista y violento probablemente los «precios» a pagar?
5. ¿Qué exige la estrategia del sistema administrativo y burocrático? ¿Son necesarias nuevas habilidades y nuevos dirigentes? ¿Es adecuada la actual maquinaria administrativa para la nueva estrategia? ¿Qué tipo de información se requiere en línea con los avances de la digitalización y

la inteligencia artificial? ¿Están todos estos costos internalizados en la nueva estrategia que sugiere la prospectiva o el plan?

Hemos dedicado especial atención a los asuntos conceptuales de las teorías del desarrollo, y hemos destacado a algunos de sus más prominentes exponentes, por considerar que dichos conceptos son fundamentales para identificar las rutas que permitan construir una estrategia sólida, a partir de la evolución histórica de la epistemología y la riqueza de las ideas, que dé cimiento a la prospectiva. Y también porque, tal como dice el famoso psicólogo social Kurt Lewin: ¡No existe nada tan práctico como una buena teoría!

C. Aprendizaje y convergencia tecnológica: ¿primacía de la estrategia para lograrlo?

A partir de lo expuesto, cabe preguntarnos si no es más eficaz definir primero una clara estrategia de desarrollo de mediano y largo plazo, antes de diseñar un escenario prospectivo, definido este último como «descripciones consistentes y coherentes de futuros hipotéticos alternativos que reflejan diferentes perspectivas sobre desarrollos pasados, presentes y futuros, que pueden servir como base de acción» (Notten, 2005).

La estrategia, por el contrario, no es un plan, sino una actitud analítica como acción transformadora que implica un compromiso, ante todo político, una dirección del proceso de desarrollo, una forma concreta de encauzar la realidad hacia un rumbo predeterminado, un marco de prioridades dentro del cual puede elaborarse un plan y, ante todo, un resultado o una conclusión prevista en un cierto plazo.

Como decía Carlos Matus, la estrategia es en primer lugar un «proyecto político», por cuanto decide las orientaciones. El procedimiento estratégico es una actitud y un método que obliga a la revisión y el ordenamiento para encarar el doble desafío o «trampa» de la desigualdad y el bajo crecimiento.

Dicha trampa también incluye la no convergencia hacia una economía de eficiencia o economía de innovación tecnológica y organiza-

cional, una que se aleje de la economía de factores basada en recursos naturales. Es la trampa de los ingresos medios en la que se encuentran atrapados la mayoría de los países de América Latina. El caso más emblemático es Argentina, pero bien podría mencionarse también a Paraguay, Chile, Perú, Colombia, Ecuador y los países centroamericanos.

En el Caribe, República Dominicana continúa beneficiándose del turismo, las remesas, los minerales y una diversificada industria manufacturera; Trinidad y Tobago, exportador neto de petróleo, cuenta con una moderna industria petroquímica; y Guyana, con los inmensos yacimientos de petróleo encontrados recientemente, es un país donde está por verse en qué invierte el masivo flujo de ingresos, al tener 800 mil habitantes y tan solo 4 por kilómetro cuadrado.

Argentina disfrutaba en 1880 de un PIB per cápita cercano al 40 % del de Estados Unidos, lo cual convertía a ese país en uno de ingreso medio, con el triple del PIB per cápita que Brasil y Colombia, equivalente al de Japón y cercano al de Canadá. Este nivel lo sostuvo hasta 1930. Desde entonces comenzó su declinación con relación al PBI per cápita de Estados Unidos.

Aghion y otros (2021) explican que esta declinación se debió al desarrollo en gran escala de la agricultura, que requería la importación de maquinaria y capital extranjero para financiar la infraestructura necesaria. Esta dependencia de los productos agrícolas hizo a Argentina vulnerable a la demanda global y, cuando surgió la Gran Depresión en 1930, antes de la Segunda Guerra Mundial, para protegerse, Argentina se volcó hacia adentro sin diversificar su producción, sin industrializarse y sin invertir fundamentalmente en innovación.

Es decir, se protegió dentro de sus fronteras de la competencia, creció desmesuradamente la dependencia del Estado y se adoptó una política de sustitución de importaciones en lugar de promoverse las exportaciones y confrontar la competencia internacional. O sea, Argentina fracasó en adaptar sus instituciones para hacer el tránsito desde una economía basada en la renta agrícola hacia una economía industrial basada en la innovación. Lo triste es que este país no es

una excepción, pero sí el caso más representativo, dado su enorme potencial, porque en menos de 100 años el deterioro es profundo en términos de crecimiento, endeudamiento, inflación —50 %— y niveles de pobreza —45 %—. Todo ello, creando un ámbito propicio para la corrupción.

Para evidenciar las anteriores inquietudes, Mario Cimoli y Gabriel Porcile han elaborado un modelo teórico estático donde las dinámicas tecnológicas y la demanda efectiva interactúan para definir trayectorias de convergencia o divergencia de los países subdesarrollados respecto a los desarrollados. Con ello en mente, presentan las visiones estructuralista, evolucionista y keynesiana acerca del vínculo entre la tecnología, el cambio estructural y el crecimiento económico. En sus propias palabras: «El foco recae sobre la evolución conjunta de la innovación y la difusión de tecnología (enfatizada por los evolucionistas), la estructura productiva (enfatizada por los estructuralistas) y la demanda efectiva (enfatizada por los keynesianos)» (Cimoli y Porcile, 2015, p. 226).

¿Por qué el progreso técnico no se difunde en la periferia como en el centro? Esta es la pregunta central que los mencionados autores se hacen. Para darle respuesta, apelan a la teoría microeconómica y explican lo que se observa a nivel macroeconómico. Analizan entonces las fuerzas que acentúan o diluyen la polarización a partir de la microeconomía evolucionista de inspiración schumpeteriana, que representa un complemento a la macroeconomía estructuralista keynesiana.

Cimoli y Porcile aclaran que, al contrario del pensamiento dominante hasta mediados de los años 1980, para los evolucionistas el progreso técnico no es un bien libre, mucho menos exógeno. Su visión sobre el proceso de aprendizaje se resume y condensa textualmente en las siguientes diez ideas:

1. El aprendizaje es *localizado* y las empresas aprenden en el entorno de las competencias y las capacidades tecnológicas existentes.
2. El aprendizaje posee un fuerte componente *tácito,* de modo que la tecnología no puede ser copiada o transferida de manera automática, sino que la experiencia en la producción es crucial.

3. El progreso técnico tiene elementos de dependencia de la trayectoria (*path dependency*), lo que implica que la sombra del pasado se proyecta en la evolución futura de las capacidades.
4. Los procesos de innovación y difusión de tecnología deben concebirse como estrechamente vinculados, ya que no hay difusión sin el esfuerzo de las empresas rezagadas por adaptar y mejorar las tecnologías extranjeras a la luz de las condiciones específicas de sus mercados y capacidades.
5. Los casos exitosos de convergencia o reducción de la brecha (*catching-up*) se caracterizan por el esfuerzo continuado, en el que la tecnología extranjera se usa como una base para el aprendizaje local, y no como un sustituto.
6. En el aprendizaje hay elementos de *retornos crecientes* muy marcados que explican fenómenos de acumulación de capacidades, por un lado, y de rezago creciente, por otro. Los retornos crecientes se asocian a distintos tipos de complementariedades entre activos productivos y tecnológicos, y a varias formas de sinergia a nivel meso y macroeconómico. Estas sinergias generan círculos virtuosos de aprendizaje, inversión y crecimiento.
7. De acuerdo a la literatura neoschumpeteriana, existen diferentes procesos de aprendizaje: aprendizaje por experiencia o por la práctica (*learning by doing*), aprendizaje por uso (*learning by using*), aprendizaje por interacción (*learning by interacting*), aprendizaje por búsqueda (*learning by searching*), aprendizaje por imitación (*learning by imitation*), aprendizaje por exportación (*learning by exporting*) y aprendizaje por cooperación (*learning by cooperation*), entre otros.

   En concordancia con lo anterior, la teoría en el contexto de la gobernanza conceptualiza el aprendizaje como un proceso dinámico de actualización de creencias, y hace notar que el concepto de aprendizaje ha sido sobreconceptualizado y poco investigado empíricamente. Con esta definición, se identifican cuatro tipos ideales de aprendizaje: aprendizaje social reflexivo, aprendizaje instrumental, aprendizaje político y aprendizaje simbólico.

- El aprendizaje social reflexivo implica cambios paradigmáticos en toda la sociedad que afectan no solo las políticas públicas, sino también la interacción social fundamental y el comportamiento institucional, con cambios en las preferencias de los actores. Es un aprendizaje para conseguir imágenes posibles del futuro y transitar, con una planificación más robusta que trasciende la contingencia, desde la sociedad del conocimiento —innovación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aún no lograda— hacia la sociedad de las oportunidades con solidaridad.
- El aprendizaje instrumental está guiado por la formulación de políticas racionales limitadas, por agendas políticas basadas en evidencia (*evidence-based policy*) y por teorías normativas de la burocracia. Se caracteriza como un proceso de actualización basado en la racionalidad bayesiana —las creencias pueden interpretarse como probabilidades subjetivas— o en atajos cognitivos (*shortcuts*).
- El aprendizaje político se refiere a las estrategias que ayudan a los formuladores de política a controlar un ámbito de la política mediante evidencia y conjeturas.
- El aprendizaje simbólico, finalmente, recoge el uso de las herramientas para imitar conductas o roles, más allá de lo literal, y enviar señales a la sociedad, con fuerte apego a la legitimidad antes que al desempeño (Gilardi, & Radaelli, 2012, pp. 156-159).

8. El progreso técnico emerge de un proceso de *interacción,* de prueba y error y de intercambio de informaciones, en el que participan un conjunto amplio y heterogéneo de agentes, muchas veces con objetivos diferentes, y con reglas y estructuras organizacionales muy diversas (por ejemplo, empresas, universidades y centros de investigación). La existencia de un marco institucional adecuado, formal o informal, que coordine la interacción de esos agentes e induzca comportamientos cooperativos a favor de la innovación y la difusión es clave para determinar la intensidad del progreso técnico.

9. No hay trayectoria predeterminada para el progreso técnico: su carácter tácito, idiosincrático y específico a una cierta realidad hace que distintas trayectorias y bifurcaciones sean posibles. Más aun, el *diseño institucional* y el de las políticas industrial y tecnológica, incluida la de educación, pueden afectar fuertemente su rumbo, de modo que hay espacios para que la sociedad tome *decisiones estratégicas* sobre cuáles son los senderos deseables.
10. Tomando en consideración los anteriores factores, que están en la base de la acumulación de capacidades tecnológicas, Cimoli y Porcile mencionan que de acuerdo con los trabajos de diversos autores (Freeman, 1987; Nelson, 1991; Metcalfe, 2001), que acuñaron la expresión Sistema Nacional de Innovación (SNI), se reconocen las distintas formas en las que el marco institucional y la estructura productiva se combinan en cada país para definir la intensidad y la dirección de la innovación.

En otras palabras, tanto evolucionistas como institucionalistas, en palabras de Richard Nelson, apoyan redes formales e informales que constituyen el SNI y donde se articula la transformación de la industria, la acumulación de capacidades tecnológicas y las políticas de innovación (Cimoli y Porcile, 2015, pp. 233-234).

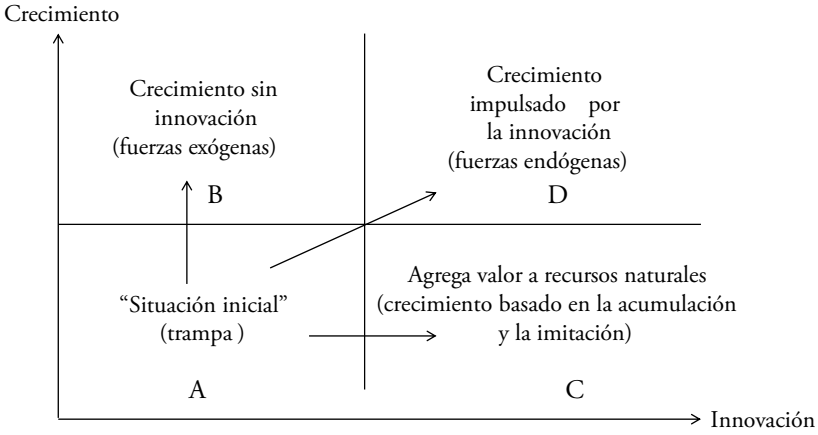
Por lo tanto, la diversidad de combinaciones posibles depende de los estilos de desarrollo y de la fortaleza de instituciones que posibiliten mecanismos estables de coordinación de largo plazo para estimular la inversión en innovación y difusión tecnológica y, claro está, de la voluntad política para impulsarlos.

Es por todo ello que tener claridad sobre los conceptos de estrategia y escenario es una cuestión cardinal para ordenar la acción y encarar de mejor manera el futuro. Un escenario sin estrategia es estéril, pero también una estrategia sin rumbo claro puede arrojar resultados inesperados o conducir a lugares alejados del objetivo.

A manera de ilustración, la figura 18 muestra cuatro alternativas respecto a las estrategias y escenarios posibles para países subdesarro-

llados, una de las cuales es la situación inicial o «trampa» (A). A partir de esta, se diferencian: el crecimiento basado en innovación (D), el crecimiento basado en acumulación e imitación sin desarrollo innovador (C) y el crecimiento impulsado por fuerzas de demanda (B), como son los ciclos de *booms* del precio de *commodities*, pero donde el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación es escaso o nulo. Estas alternativas determinan, según el trabajo de Aghion y otros (2021), la convergencia o no con los estándares de los países avanzados o el quedar atrapados en la «trampa de los ingresos medios», sin alcanzar el *catch-up*, es decir, sin ponerse al nivel de los países avanzados.

Figura 18. Innovación y competencia para la transformación



Fuente: elaboración propia con base en Aghion *et al.* (2021).

D. Estrategias alternativas para salir del entrampamiento

Sin intento de generalizar, las razones que se dan para transitar de una estrategia a otra, o de una alternativa a otra, tal como se describen en la figura 18, son simplemente hechos estilizados o factores relevantes que varían de país a país. Cada una intenta recoger los argumentos que autores destacados e instituciones importantes han concluido en diversos estudios e informes, y se presentan como base para el debate

y la discusión sin ningún ánimo de dar una receta. Son específicas según el contexto y se evita interpretar correlaciones como relaciones de causalidad automática.

Se presupone que hay un escenario base como el estado más probable, el cual reposa en tendencias y estimaciones, en la historia y el conocimiento. A partir de tal escenario, se construyen alternativas que constituyen los posibles resultados de adoptar determinadas políticas o cambiar las variables esenciales, las tendencias, las normativas y, ante todo, las inercias.

La situación inicial A está caracterizada por una economía basada en los recursos naturales. La trampa representa bajos niveles de crecimiento y altos niveles de desigualdad, además de competitividad «espuria», al contrario de competitividad «auténtica», en términos de Fernando Fajnzylber, es decir, competitividad falsa cimentada en recursos naturales a expensas de salarios bajos, tipo de cambio sobrevalorado y ventajas comparativas estáticas que posibilitan costos y precios bajos. Otras características de estas situación son: expansión basada en *commodities*; fuerte presencia de *lobbies* para proteger el mercado interno; innovación, conocimiento, aprendizaje y tecnología no juegan un rol central, tampoco las TIC son protagónicas y, por lo tanto, poco aportan para aumentar la productividad, ampliándose la brecha digital; hay escasas capacidades y habilidades «de frontera»; el Estado juega un rol secundario en la consolidación de disciplinas científicas; la educación es de baja calidad; finalmente, hay escasa integración entre lo social y lo económico con lo ambiental, con incipiente SNI y sin visión de largo plazo.

Esta es una síntesis de lo que Fajnzylber denominaba «proteccionismo frívolo» —fase previa a la sustitución de importaciones—, caracterizado por grupos industriales nacionales que crecen al amparo de una protección elevada e indiscriminada, y de demanda asociada a la inversión en infraestructura básica y al consumo público (Torres, 2006, pp. 59-78).

En **el tránsito de A a B** son varias las circunstancias que se presentan: una canasta exportadora de recursos naturales de alta demanda ex-

terna; estructuras productivas eficientes y aprendizaje tecnológico pausado; aumento de densidad y productividad; apoyo a la transferencia tecnológica, pero con bajo número de patentes propias; educación de baja calidad y con poca relevancia de la ciencia y la tecnología; integración parcial a la cadena de valor global, como fenómeno de fragmentación y dispersión geográfica por donde se mueven bienes y servicios; ventajas competitivas estáticas, con costos y precios más bajos; escasa diversificación; Estado subsidiario; y, gradual expansión del conocimiento para que florezca la innovación y la inteligencia artificial.

También en **el tránsito de A a C** existen varias circunstancias presentes: una canasta exportadora de recursos naturales de alta demanda externa; aprendizajes básicos en capacidades tecnológicas y cadenas logísticas de exportación; adquisición de *know how* empresarial y alto aprovechamiento de las ventajas competitivas o ventajas absolutas; bajo número de patentes; barreras a la competencia y *lobby* proteccionista que mantienen rentas; estabilidad institucional y equilibrios macroeconómicos; acuerdos comerciales y tipo de cambio competitivo; Estado subsidiario orientando a actividades innovadoras hacia las necesidades sociales básicas, convirtiéndose así en «innovador de primer nivel».

Finalmente, en **el tránsito de A a D,** las diversas circunstancias presentes son: diversificada canasta exportadora; habilidades de gestión (*management*) y clase empresarial dinámica; alta acumulación de capital que favorece la incorporación de progreso técnico; peso significativo de la educación, la ciencia y la tecnología, y alta cohesión social; integración del sector financiero con las pequeñas, medianas y grandes empresas que respaldan el emprendimiento y la industrialización; economías de escala sustentadas en el apoyo estatal para pasar de un crecimiento impulsado por la imitación a uno impulsado por la innovación de frontera; reestructuración del sector industrial, elevando su calidad y capacidad de innovación; industria manufacturera que asciende en la cadena de valor; convergencia entre la inversión esperada y la inversión potencial; fuerte institucionalidad interna y cambio cultural; «círculo virtuoso» entre crecimiento y «competitividad

auténtica», dado que el crecimiento permite incorporar nuevos equipos y bienes de capital, contribuyendo a elevar la productividad y, por consiguiente, a reforzar la competitividad internacional; ventajas competitivas dinámicas; Estado promotor y planificador estratégico de largo plazo con políticas de Estado (Bárcena, 2009).

En la publicación de Mario Cimoli, Giovanni Dosi y Joseph Stiglitz (eds.)(2008) «La Economía Política de la acumulación de capacidades: el pasado y el futuro de la política para el desarrollo industrial», se realiza un profundo y novedoso análisis de las políticas de industrialización y el impacto transformador que en ellas han tenido los procesos de acumulación de conocimientos y capacidades, junto a la creación de instituciones que moldeen una economía política nacional favorable al aprendizaje tecnológico y organizativo (Cimoli *et alt.* 2008:11).

El libro condensa, con base en los estudios reunidos, los fundamentos de la política industrial enriquecida por las políticas de competitividad e innovación, entre otras. Y, profundiza en la construcción de capacidades desde perspectivas schumpeteriana, estructural y evolutiva, donde el aprendizaje tecnológico y organizativo, desde la imitación y la apropiación del conocimiento, así como los incentivos y las rentas de los agentes, juegan un rol preponderante. En las investigaciones se realiza un análisis comparativo entre las raíces que explican los diferentes resultados entre Asia Oriental y América Latina, a partir de las divergencias y orientaciones en los Sistemas Nacionales de Innovación y Producción, durante las décadas de 1980 y 1990, las cuales se mantienen hasta nuestros días con reducidas excepciones.

Tal como se destacó con los factores que subyacen en las transiciones de la situación de A a B, de A a C y de A a D según la figura 18, para Cimoli, Dosi y Stiglitz las razones que explican el atraso de América Latina, en cuanto a su política de industrialización e innovación, estarían dadas fundamentalmente por: el deterioro del sistema educativo con el concomitante estancamiento de las actividades de aprendizaje; debilitamiento de la infraestructura ciencia-tecnología; bajos niveles generales de inversión; bajos niveles de exportación de productos electrónicos y, especialización en los productos de baja

elasticidad ingreso; bajos niveles de participación en redes y acuerdos tecnológicos internacionales y, una persistente desigualdad en la distribución del ingreso, con alta dependencia de recursos naturales no renovables como palanca de desarrollo.

Bajo dichas condiciones, los autores citados concluyen que los cambio en los patrones de acumulación y procesamiento de la información y conocimiento están en el centro del desarrollo. Y, metafóricamente destacan que «El Prometeo desatado que mejora sistemáticamente el conocimiento tecnológico y organizacional es un *deux ex machina* crucial de la industrialización temprana desde hace tres siglos» (Cimoli *et al*. 2008:4).

Pero, ¿qué son, entonces, en el contexto de la política de industrialización, las capacidades de producción, las capacidades organizacionales y las capacidades tecnológicas?

Las capacidades de producción son todas aquellas habilidades, conocimientos, aprendizajes y rutinas encaminadas a ejecutar, mantener, reparar, y eventualmente reproducir la maquinaria y el equipo existente, que se emplea en la producción de bienes y servicios.

Las capacidades organizacionales son todas aquellas habilidades, competencias, rutinas, destrezas y conocimientos que desarrollan las organizaciones para coordinar, combinar y asignar recursos de toda índole, que les permita adaptarse, crecer y transformarse para ser más competitivas y eficientes en el logro de sus objetivos y solución de sus problemas.

Las capacidades tecnológicas son todas aquellas actividades, conocimientos y habilidades para adquirir, adaptar y generar nuevas tecnologías. Es decir, hacer un cambio tecnológico. Esto incluye capacidades de innovación, capacidades de absorción y capacidades de convergencia o *de catch-up* (Lugones, et al., 2007:11-12).

Con base en dichas definiciones, los autores mencionados, destacan que en las naciones desarrolladas predominan las capacidades tecnológicas y organizacionales en contraste con América Latina, donde se presentan rezagos colosales en cuanto a capacidades en general para colocarse en la frontera tecnológica.

A partir de dichas ideas, conviene destacar que independientemente de las alternativas estratégicas para transitar de una estrategia de A a B, de A a C o de A a D, según la figura 18, se presentan tres efectos, al igual que en toda intervención:

- El primero se plantea en términos de costos de organización y costos de motivación. Los costos para poner de acuerdo con las partes interesadas, los costos de procesar la información, los costos para determinar un plan coherente, los costos de las negociaciones y monitoreo a los responsables, son ejemplos de costos de coordinación de la estrategia. Por su parte, los costos de motivación surgen de la dificultad de incentivar a las partes para realizar ajustes mutuamente beneficiosos, o de ceder posiciones a cambio de un estadio superior. Es decir, se dan simultáneamente costos de organización, costos de motivación, costos de información y costos de negociación como efectos del tránsito de una situación a otra. La ciencia económica los resume como costos de transacción, y el postulado que subyace es que el efecto de toda organización económica es reducir los costos de transacción.
- El segundo efecto se refiere al tiempo (*the timing effect*) en términos de si las intervenciones tienen impactos en el corto, mediano o largo plazo.
- El tercer efecto hace mención a la naturaleza de la causalidad y a los efectos directos o indirectos. Algunos se perciben directamente y otros son lentos y difusos en la cadena causal. Como ya se mencionó, las características comúnmente asociadas con procesos de cambio desde la perspectiva de la complejidad son: no linealidad, irreversibilidad, retroalimentación, emergencia (*emergence*), sendero de dependencia (*path dependence*), multicausalidad y no proporcionalidad —la noción de que pequeñas intervenciones pueden resultar en grandes efectos (*the tipping point*) o de que grandes intervenciones pueden producir solo pequeños efectos (inercia)— (Bamberger *et al.*, 2016, pp. 16-17).

Con base en las tres alternativas estratégicas desarrolladas, surgen cuatro posibles hipótesis:

1. Retomar la estrategia con base en la innovación, la ciencia y la tecnología y renunciar el «estilo de desarrollo» sustentado en los recursos naturales. Esto implica desistir del «estilo de planificación ilusoria», apoyado en la retórica antes que en el compromiso y los consensos; también implica apartarse de los «escenarios inverosímiles» para pensar en la evolución de las tendencias del corto al mediano plazo, con marcos de referencia contextualizados. Es decir, con apego a las fuerzas endógenas del crecimiento.
2. Retomar la estrategia integradora entre lo económico, lo social y lo ambiental, donde primen las ventajas competitivas, con políticas de Estado para hacer frente a los grandes riesgos que se avizoran, como son los de la eficiencia energética y la sustentabilidad, y donde la competitividad sea factor clave para proteger y colocar en igualdad de condiciones al medio ambiente.
3. Retomar la estrategia de la cohesión social con base en un compromiso político explícito sobre el cierre de brechas, el valor social y el capital social, y donde la educación sea el fundamento del cambio y la construcción de futuro.
4. Retomar la estrategia de la agenda digital, donde la inteligencia artificial sea un factor movilizador e integrador con mayor conectividad y convergencia sin exclusión; y las tecnologías disruptivas apoyen la gobernanza interdependiente con emprendimiento colaborativo, para que las fortalezas de las empresas se combinen con las de las organizaciones sociales en sus respectivas cadenas de valor, y estas con la legitimidad de las instituciones estatales.

Las anteriores hipótesis estratégicas no son excluyentes, sino complementarias. Todo dependerá del contexto y de las condiciones particulares en que se formulen y puedan llevarse a cabo, en consideración de las limitaciones.

Por lo tanto, su redacción debe basarse en una afirmación clara, específica y precisa, que tenga en cuenta las variables, para que sea comprobable o refutada por métodos científicos, observaciones o aná-

lisis estadístico de datos. Asimismo, debe estar basada en teorías o conocimientos, para que no sea una simple suposición inconsistente con los hechos conocidos. Se debe narrar así: «Si [se hace esto], entonces [esto] sucederá». Por ejemplo, la ciencia reconoce que Isaac Newton, a partir de la observación común de que los objetos que se lanzan al aire caen hacia la Tierra, formuló una hipótesis universal que permitió hacer predicciones y que la ciencia expresa así: «Los objetos con masa se atraen entre sí a través de un campo gravitacional».

Sin embargo, en el campo de la prospectiva y la planificación, el planteamiento de hipótesis es algo que se ha descuidado en aras de los diagnósticos y la retórica.

E. Albert Hirschman y Fernando Fajnzylber: dos grandes intelectuales de enorme vigencia

Para terminar esta parte sobre la epistemología asentada en el bien común, queremos destacar que en las actuales circunstancias del desarrollo latinoamericano las ideas de Fernando Fajnzylber y Albert Hirschman se encuentran vigentes y adquieren urgencia y trascendencia enormes, sobre todo cuando se habla de visiones, pensamientos de futuro, reconstrucción del futuro, repensar la agenda y gobernanza híbrida. Las ideas de estos dos gigantes intelectuales con obras muy robustas merecen ser analizadas por su originalidad y su poder anticipatorio de los problemas que aquejan a la región.

La creatividad que los caracterizó y su capacidad para comprender la naturaleza del subdesarrollo deben ser motivo de estudio por las actuales generaciones y de aprendizaje para enmendar rumbos. Se trata de dos ensayistas magistrales cuyas ideas coincidieron en la educación como motor del desarrollo.

Los conceptos y frases que ellos utilizaron para sintetizar procesos y programas han quedado demostrados tras transcurrir medio

siglo desde su creación. En el caso de Fajnzylber[42], rescatamos: el «síndrome del casillero vacío» es la «trampa» en la que nos encontramos; la «competitividad espuria» es lo que hemos seguido practicando; la «caja negra» es la metáfora de nuestros esquemas de desarrollo y comportamiento de entradas y salidas, o entre estímulo y respuesta, sin conocer el funcionamiento de las instituciones o del sistema político; y, el «núcleo endógeno» es lo que hemos dejado de lado al no tomar con fuerza el valor de la innovación. Todos estos conceptos se conjugaron para Fajnzylber en la «transformación productiva con equidad».

Miguel Torres Olivos (2006) ha compilado un excelente libro sobre Fernando Fajnzylber que recoge y explora los aspectos más relevantes de su obra como exponente del pensamiento económico de América Latina y es una referencia obligada para comprender la evolución de las ideas de la Cepal.

Dicho libro, además de presentar los aspectos biográficos más significativos de Fajnzylber, compila sus textos escritos y obras más notables sobre los procesos de industrialización y el papel de la educación y el conocimiento como ejes del proceso de cambio. ¡Y no deja de ser sorprendente la vigencia de sus ideas!

En el caso de Hirschman, mencionamos en especial: los «encadenamientos hacia adelante y hacia atrás», que son el costo pagado por el apego al desarrollo disjunto que deja de lado las interacciones y las complementariedades intersectoriales; el concepto de «violación de fronteras» (*trespassing*), como incapacidad de romper esquemas rígidos y salirse de ciertos modelos preestablecidos; el «posibilismo», un intento por indicar vías de salida al sentimiento generalizado de fracaso o «catastrofismo», con la ampliación del campo de lo posible en aquello que puede suceder o aquello que es probable que se verifique, más que en la predicción, sobre la base de razonamientos estadísticos

42 Fernando Fajnzylber participó en los años fundacionales del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE) de México, organismo en el que se desempeñó como coordinador de programas de investigación y profesor. El CIDE es una institución de actual vigencia con importantes publicaciones sobre política pública y gestión (Torres, 2006, p. 48).

y sin reconocer los avances alcanzados y los logros conseguidos, lo que era para Hirschman un «efecto túnel» de esperanza y optimismo; el prejuicio a favor de la esperanza (*bias for hope*) y el compromiso con la duda (*commitment to doubt*), que generan preguntas y confianza en la acción, antes que certezas inflexibles y determinismo; y, ¡la capacidad de tomar decisiones de desarrollo (*ability to make development decisions*) como la única forma de la salir de la «trampa»!

También y finalmente, la maravillosa expresión de Hirschman: «viaje de descubrimiento» (*voyage of discovery*), donde la imaginación juega un papel central más allá de esquemas rígidos «paso a paso» y de fórmulas prestablecidas. Aunque, por encima de todo, debemos recoger el énfasis de Hirschman en la «estrategia», donde el talento y la pasión pueden encontrarse para salir del subdesarrollo con resultados efectivos.

Para Hirschman, estrategia era sinónimo de «pauta en acción». Un anticipo de lo que Henry Mintzberg y Jan Jorgensen desarrollarían en detalle décadas después (1995). En *Safari a la estrategia* (Mintzberg *et al.*, 2008), la «pauta de acción» se concentra en tres grupos de escuelas de pensamiento que en total conforman diez. Todas las escuelas son puntos de vista sobre el proceso de la estrategia (formal, analítico, visionario, mental, emergente, negociación, colectivo, reactivo, transformación). Las escuelas de carácter prescriptivo se ocupan de la manera como *deberían* formularse antes de aquella en la que necesariamente se *crean*; las de carácter *descriptivo* consideran aspectos del proceso de creación antes que prescribir un comportamiento ideal; y la de *configuración* integra y agrupa a los dos primeros grupos y analiza el proceso de transformación o de «cambio estratégico» (Mintzberg *et al.*, 2008, pp. 16-19).

4.1.1.12 La epistemología orientada o focalizada en los grandes riesgos o crisis como símbolos que enfrenta la humanidad. La convicción respecto a estos enormes riegos de carácter transnacional que demandan la cooperación internacional, al igual que los bienes públicos globales, ha sido el motor para movilizar la voluntad de los países y aglutinar a los actores clave. Dichos

riesgos, como mezcla de amenaza y oportunidad, o como contingencias ante la proximidad de un gran daño, han alentado a los países de diferentes idiosincrasias y culturas a acciones policéntricas o a acciones colectivas multicomponentes con un fuerte apego a la interdependencia. Dentro de estos riesgos siempre estarán presente los sucesos tipo «cisne negro» como parte integrante de nuestro mundo.

Han sido dichos riesgos, en el fondo, los grandes *drivers* (variables estratégicas o factores clave) de la prospectiva. Países como Australia, Nueva Zelandia, Japón, Corea del Sur, Vietnam, Singapur, Israel y los países nórdicos, ante el reconocimiento de riesgos o amenazas de diversa índole, han movilizado todo tipo de recursos, especialmente el político, con visión de largo plazo, para alcanzar grandes metas y superar escollos. En Estados Unidos, la conquista del espacio como parte fundamental del concepto de crisis (riesgo más oportunidad) cae dentro de esta categoría.

Dentro de esta caracterización epistemológica, entre los riesgos fundamentales se encuentran el cambio climático, el desabastecimiento alimentario, la escasez del agua, el deterioro de la biodiversidad, el desempleo estructural y tecnológico, el terrorismo, las migraciones ambientales, políticas o socioeconómicas desbordadas, el cambio demográfico, la inseguridad y la rápida urbanización de fragmentación profunda.

Elon Musk, fundador de Space X y Tesla, en la Code Conference 2021 —evento que convoca a los líderes tecnológicos mundiales cada año en California (Estados Unidos)—, anunció cinco grandes predicciones (o riesgos) para el futuro próximo:

- Una, las criptomonedas como nueva forma de economía emergente. Según él, es más fiable que exista una moneda virtual supervisada por un sistema en red y evitar que «unos pocos oligarcas» controlen la economía. En la sección 5.2 analizamos en detalle este riesgo o predicción.
- Dos, los robots que, junto con las tecnología disruptivas y convergentes, serán muy importantes en el futuro cercano y llegarían a ser como seres humanos, solo que más inteligentes e interconectados; tendrán forma de humanoides.

- Tres, las drogas psicotrópicas, que producen efectos intensos hasta el punto de causar cambios profundos de personalidad.
- Cuatro, el Starlink, red de satélites de comunicación con internet, que cambiará el mundo. Se trata de un servicio de internet de banda ancha (5G), baja latencia y cobertura mundial a bajo costo.
- Cinco, el problema energético mundial, dado que, si cambiamos la energía usada por todo el transporte actual a electricidad, la demanda de esta será más del doble que la actual. Las inversiones en hidrógeno verde y en energías verdes renovables, como la eólica y la solar, podrían ser la respuesta a esta predicción (Musk, 2021; *El Tiempo*, 2021a).

Todos los mencionados riesgos necesitan un análisis específico para visualizar sus repercusiones. Por ejemplo, con el cambio demográfico, los países de América Latina de ingresos bajos o medios bajos tienen una población cada vez más numerosa y joven. Sumado a las migraciones, lo anterior aumentará la mano de obra y tenderá a reducir los salarios, por lo que se generarán mayores presiones o prohibiciones para la automatización y menores incentivos a la competencia. Esto tendrá un consiguiente impacto en el rezago ante la falta de empleos productivos y contrarrestará la ventaja del llamado «bono demográfico», por el hecho de que un alto porcentaje de la población entrará a la edad de trabajar y su cantidad será mayor que la población en edad dependiente, como niños y adultos mayores.

Todo dependerá de las habilidades y de la disponibilidad de capital humano productivo versus capital humano dependiente, lo mismo que del contexto de la educación y del marco regulatorio del mercado laboral.

Tal como lo mencionan Diamandis y Kotler (2020, p. 230), dichos riesgos reales han dotado a la prospectiva y las políticas públicas de previsión, prevención y gobernanza. Con estas tres características, dicen estos autores, es posible que, con talento local, pero con conciencia global, se alcance una nueva economía política o una nueva coalición entre Estado, mercado y sociedad civil para aglutinar a la sociedad y enfrentar mejor el futuro.

Con tales bases epistemológicas en mente, hay que dejar muy en claro que, sea cual fuere el enfoque que se adopte, la prospectiva no tiene por objeto predecir el futuro, sino ayudar a construirlo. En palabras de Hugues de Jouvenel:

> Ni profecía ni predicción, la prospectiva no tiene por objeto predecir el futuro —develarlo ante nuestros ojos como si se tratase de algo prefabricado—, sino el de ayudarnos a construirlo. Nos invita, pues, a considerar el futuro como algo por hacer, por construir, en vez de verlo como algo que ya estaría decidido y del que solo faltaría descubrir el misterio (Jouvenel, 2004, p. 6).

4.1.2 ¿Qué reflexiones destacar sobre prospectiva con base en su epistemología?

A la luz de la anterior epistemología, lamentablemente en América Latina y el Caribe los asuntos se han confundido y la prospectiva ha adoptado ropajes que no le pertenecen, concentrándose en el cuadrante de escenarios, en proyecciones lineales y, en suma, en métodos. Es decir, en una planificación ilusoria, con prenda de prospectiva de un mundo modelado según abscisas y ordenadas (tiempo y espacio).

Ella ha servido indiscutiblemente de ejercicio de reflexión, pero, al mantenerse en el dominio tecnocrático y académico, no ha sido llevada a la práctica. La discusión, a la luz de nuestras realidades, debe comenzar por la revisión de lo hecho. Examinar el presente para comprender el futuro. Tenemos que aprender de los errores cometidos y comprender por qué tanta promesa ha fallado. No hacerlo sería una torpeza inexcusable digna de los Borbones, de quienes dice la historia que ni olvidaban ni aprendían. 0, como manifestó el filósofo español George Santayana: ¡Aquellos que no pueden recordar el pasado, están condenados a repetirlo!

En la exploración de los futuros posibles, probables o deseables, a la prospectiva le ha faltado rigurosidad para superar la predicción y el pronóstico y para entrar con pensamiento complejo a una mejor comprensión de los fenómenos ambiguos e indeterminados. Por un lado, es frecuente que los escenarios giren con diferentes nombres en un cuadrante entre lo

catastrófico, lo transformador, el inmovilismo o la deriva. O, por otro lado, como es más usual, elaborar escenarios simples en torno a dos ejes con valores extremos de dos incertidumbres clave, por ejemplo, crecimiento del PIB mayor o menor a 4 % e índice de Gini mayor o menor a 0,6 %. Esto nos daría dos variables, cada una con dos valores, y cuatro escenarios en un cuadrante: alto crecimiento económico con buena distribución del ingreso, bajo crecimiento con buena distribución, alto crecimiento con mala distribución y bajo crecimiento con mala distribución.

En Chile, recientemente, dos consultoras, una nacional y otra de origen suizo, ante la pregunta ¿2032: Cómo será el Chile del futuro? realizan una metáfora de escenarios donde se simula en un cuadrante el Buque con su capitán, su tripulación y su bandera que representa valores y símbolos (buena conducción, mala conducción)), en el eje vertical; Y, el Mar con sus condiciones externas que son inciertas (buena mar, mala mar), en el eje horizontal. Así, resultan cuatro escenarios: buena mar y buena conducción; buena mar y mala conducción; mala mar y mala conducción y mala mar y buena conducción. Este tipo de planificación de escenarios no pretende "predecir el futuro" sino simplemente visualizar posibilidades y anticipar políticas públicas. (*El Mercurio,* 21 de agosto de 2022, p. B10).

Dicho ejemplo de ejercicios de planificación de escenarios, apelando al mito y a la metáfora, nos ayuda a comprender que el estudio de futuros se basa primordialmente en la identificación y el análisis de imágenes, en relatos que consideran hipótesis, en teorías de estabilidad y cambio social, en opciones de futuro para apoyar la gestión del cambio, en métodos de previsión y cuestiones emergentes, donde el sistema político y la cultura juegan un rol fundamental. ¡Esa es su esencia!

En el contundente trabajo de Fernando Fajnzylber, *Industrialización en América Latina: de la «caja negra» al «casillero vacío»* (1990), se plantean también cuatro escenarios, en los cuales la equidad viene dada por la relación entre el ingreso del 40 % de la población de ingresos más bajos y el 10 % de la población con ingresos más altos. Y, como criterio de dinamismo, una tasa de crecimiento del PIB por habitante mayor, igual o menor a 2,4 %. Al cruzar las variables de crecimiento y equidad, se genera

una matriz de doble entrada en la que queda un casillero vacío: corresponde a aquel donde los países hubieran podido alcanzar al mismo tiempo un crecimiento dinámico acelerado y un nivel de equidad inferior a 0,4 %.

La anterior verificación le permitió a Fajnzylber comprobar la hipótesis de que la especificidad del desarrollo latinoamericano da origen al «síndrome del casillero vacío». Es decir, comprobó que somos dinámicos, pero desarticulados, estancados e inequitativos, jamás dinámicos y articulados o equitativos. ¡Han pasado más de tres décadas y seguimos, peor o igual, con casilleros vacíos!

Dicho síndrome del casillero vacío como hecho estilizado de crecimiento con ausencia de equidad, sumado a los dilemas regionales para abrir la caja negra del progreso técnico y al carácter trunco de la industrialización latinoamericana, llevó a Fajnzylber a renovar el pensamiento cepalino mediante la propuesta de la transformación productiva con equidad y la función de la educación como eje protagónico de dicha transformación.

Por industrialización trunca, Fajnzylber se refería al rezago de América Latina respecto a las economías desarrolladas en la producción de bienes de capital. Frente al fenómeno de la «caja negra del progreso técnico», planteaba el imperativo de abrirla con el fin de que la región lograra una cierta relevancia tecnológica como parte de una estrategia industrial eficaz. Para Fernando Fajnzylber, el concepto de «núcleo endógeno» significaba un modelo de crecimiento endógeno en donde la tasa de crecimiento está determinada por elementos potenciadores del progreso técnico, tales como la ciencia, la tecnología, la innovación, la capacitación de los recursos humanos, la equidad y los bienes de capital (2006, p. 31).

Por otro lado, desde una mirada más técnica que estructural, puede jugarse con muchas variables y distintas opciones mediante una matriz de análisis morfológico. Algunos centros o expertos utilizan la «rueda de futuros» para visualizar los impactos de segundo y tercer orden de una determinada tendencia cuando se tiene en cuenta diferentes dimensiones (económica, social, política, ecológica y tecnológica).

También se puede optar por diversas variables y opciones a través de la especulación sobre el comportamiento y las alternativas de actores clave

para configurar escenarios y, lo más común, mediante la consulta a expertos con el uso del método Delphi —para asignar probabilidades de cambio a las tendencias e incertidumbres (*drivers*)—. Posteriormente, se puede entonces calcular con impactos cruzados un cono de escenarios probables, ¡aunque se trata de una mera representación cuantitativa de opiniones subjetivas!

Usualmente, los enfoques en la construcción de escenarios futuros dejan de lado la plausibilidad, es decir, la explicación lógica de por qué los *drivers* dan lugar a un determinado escenario. El cono de plausibilidad se amplía cuando es mayor el horizonte temporal, pues las interacciones entre los *drivers* son cada vez más complejas y difíciles de prever. En la nueva era de la cognición y ante el auge de la era digital, lo que hemos aprendido es a relativizar las certezas y a adaptarnos a un ambiente más incierto.

Por lo tanto, la plausibilidad de alejarnos de las certezas permite abrir los escenarios hacia configuraciones de nuevas posibilidades. Esto en un contexto donde la incertidumbre es una forma de liberación de certezas y de asimilación de saltos con disrupción social y biológica en la que se ajusta la estrategia cuando el devenir evidencia la dirección del cambio. Es decir, ¡adaptabilidad!

Esta plausibilidad exige dos requerimientos esenciales para que la prospectiva tenga relevancia práctica: el primero, planificación estratégica, que es la encargada de trazar el camino atendiendo fines y medios. Esta conexión es la única capaz de garantizar que el esfuerzo prospectivo y las implicaciones de los *drivers* cambien el entorno; el segundo, voluntad política permanente, con apego irrestricto a las prioridades y respaldo a los esfuerzos de previsión que configuran el cambio. Aquí, la fuerza de los partidos políticos y del sistema político como un todo es la clave. Esta fuerza se pierde con la atomización de los partidos, el desarraigo con la población, la ausencia de ideales, la insuficiencia de inteligencia colectiva y de diálogo social, y la falta de confianza o credibilidad por parte de la ciudadanía en la política. Sin estos dos pilares —planificación estratégica y voluntad política—, la prospectiva corre el riesgo de ser un ejercicio infructuoso o una expectativa infecunda para mover el colectivo hacia el puerto establecido.

Lamentablemente, lo anterior parece haber sido y es la historia de América Latina, con sus sesgos por los acuerdos para ganar elecciones y las periódicas refundaciones del Estado sin una estrategia de mediano o largo plazo.

Lo anterior es aún más acuciante cuando se observa el importante número de redes, cursos, diplomados y maestrías sobre prospectiva en universidades, centros, institutos de investigación y organismos del Estado. Está de moda post-Covid-19 hablar de prospectiva. *Per se*, no hay nada negativo en esta tendencia. Sin embargo, preocupa la rapidez con que se crean tantas especializaciones sin saber de antemano sobre qué bases se diseñan, cuál es su estructura, quién construye el futuro, cuáles son sus contenidos y cuáles sus condicionantes y requisitos previos para que tengan impacto en la era digital; o si son, por el contrario, solamente nuevos espacios para engendrar escenarios retóricos y expectativas con mezcla indiscriminada de temas bajo el amparo del lema «largo plazo».

¡Todo tiene que ver con la prospectiva! Pareciera que ella fuera el carácter que anima todos estos cursos y programas. Incluso en algunos países ya se habla de crear El Ministerio, La Unidad, La Superintendencia, Los Comités Ministeriales, La Agencia Nacional de Prospectiva, La Ley Nacional de Prospectiva. Esta forma de crear institucionalidad ha demostrado no ser el camino correcto.

Quizás una forma orientadora y descentralizada tipo red para coordinar esfuerzos, anticipar riesgos emergentes y diseñar una estrategia nacional como «programa integrado de prioridades» con visión de futuro sea más conveniente. Este programa podría coadyuvar a la convergencia de voluntades y a aunar recursos hacia un horizonte común, sobre todo dado que son exhaustivos los diagnósticos que señalan la enorme desigualdad de oportunidades y el bajo crecimiento, entrelazados con baja productividad, las dos razones fundamentales del rezago y el malestar de América Latina.

Asimismo, otras alternativas a la luz de la experiencia parecen más adecuadas. Por ejemplo, una mayor coherencia en el tiempo respecto al ejercicio de la prospectiva y de las políticas de estímulo para su relevancia. Más que leyes o agencias, lo que se necesita es «un proyecto país» inspirador, aglutinador y con norte definido, que determine instrumentos y

recursos estables en el mediano y largo plazo alrededor de prioridades; instaurar prospectiva mediante el diálogo de actores o economía de ideas como «puerto sistémico del porvenir» y no como resultado de crear un departamento o un documento. Es decir, una prospectiva disruptiva desde la base, donde «habitar el futuro» parta de una sociedad que valore el cambio y tenga metas comunes.

Por encima de todo, se debe integrar las funciones de la planificación —coordinación, evaluación, consenso— con las de la prospectiva —imaginar escenarios y generar pensamiento de sistemas—, como decía Peter Senge, «para hacer los patrones de cambio más claros y para ayudarnos a ver cómo cambiarlos en forma efectiva».

> El pensamiento de sistemas es la disciplina que integra las disciplinas, fusionándolas en un cuerpo coherente de teoría y práctica. Evita que sean artilugios separados o la última moda pasajera sobre la organización. Sin una orientación sistemática, no existe motivación para fijarse en cómo se interrelacionan las disciplinas (Senge, 1990, p. 7).

Lamentablemente, con la prospectiva, el optimismo sin previsión ha sido la tónica. Se tiene la impresión de que al abarcar cinco, diez, veinte o treinta años, el plan prospectivo tiene una visión de futuro. Pero lo cierto es que el futuro requiere de una previsión exploratoria o normativa de la evolución presumible o deseable de las acciones. Si se ignora el diagnóstico de carácter político, que revele las fuerzas sociales que de una u otra forma intervienen o pueden intervenir en el desarrollo de la estrategia, y si se desconoce la evolución de los recursos financieros, humanos, físicos y de información para que las metas propuestas sean sustentables en el mediano y largo plazo, entonces la perspectiva corre el riesgo de ser tan solo lanzar a un futuro incierto los mejores deseos[43].

Por todo lo anterior, la prospectiva debe interpretarse como un proceso de «sistemas de aprendizaje». Es decir, sistemas capaces de generar su propia

43 En el campo de la psicología, el pensamiento ilusorio es la creencia o toma de decisiones en función de lo que podría complacernos; imaginar en vez de apelar a la evidencia, a la racionalidad o la realidad. Es el producto de resolver conflictos entre la creencia y el deseo; es vana ilusión *(wishful thinking)* (Wikipedia, s. f.f).

transformación continua y desarrollarla. Parodiando a Darwin, podríamos decir que las especies evolucionan, mientras que las culturas aprenden.

Imaginar o, mejor, construir escenarios es una tarea compleja transdisciplinaria que requiere alta experticia y buen dominio de métodos de análisis, sin que estos constituyan necesariamente la razón de ser de la prospectiva[44].

Desde un comienzo tiene que haber una clara identificación de las variables estratégicas o factores clave (*drivers*) y la mejor manera de lograrla es estableciendo los interrogantes básicos en su respectivo contexto en cuanto a su evolución, tendencias, cambios, proyecciones, actores y roles dentro de una ruta estratégica e institucional. Esto tiene el objetivo de convocar el compromiso político, la generación de pactos y alianzas estratégicas con los actores protagónicos, el involucramiento comunitario y, sin excusa alguna, la vinculación de las propuestas con la estructura programática del presupuesto público. Todo bajo el entendimiento de que América Latina es una región altamente heterogénea y diversa (tabla 7).

Con relación a la innovación, los conceptos clave de la prospectiva son: *prever* (producir alertas tempranas, detectar señales y tendencias); *crear visiones* (explorar nuevas posibilidades); *descubrir* (estudiar sorpresas u oportunidades); y *dar forma a los desafíos o materializarlos* (crear experiencias que simulen escenarios futuros a través de prototipos, medios de comunicación, artefactos o inmersión para probar nuevas realidades y concretar nuevos desafíos). Todos estos conceptos deben estar alineados con

44 Entre los principales métodos prospectivos que pueden realizarse deductiva, inductiva o intuitivamente están: la matriz DOFA, el *brainstorming* o lluvia de ideas, los árboles de competencias de Marc Giget, el Delphi, la exploración de tendencias, la IGO (importancia y gobernabilidad), el ábaco de François Régnier, el panel de expertos, el método de espina dorsal, el método del fundamento, el método de andamiaje, el método de la vitrina, el análisis morfológico, el análisis estructural, el impacto cruzado, los mapas de trayectorias tecnológicas, el juego o simulación de comportamiento de actores (Mactor: matriz de alianzas y conflictos, tácticas, objetivos y recomendaciones), el concilio, el método multipol, los ejes de Peter Schwartz, los árboles de pertinencia y el análisis multicriterio. Cada uno de ellos tiene una finalidad específica, ya sea que se trate de análisis de variables, actores, escenarios o estrategias (véase Medina y Ortegón, 2006, pp. 347-366).

Tabla 7. Temas e interrogantes clave para definir una prospectiva

Tema	Pregunta central
Evolución	¿Cuál ha sido la evolución histórica de los factores clave?
Tendencias	¿Qué es lo que se espera razonablemente que ocurra según la información disponible?
Cambios	¿Cuál es el comportamiento deseable de cada factor clave o *driver*?
Escenarios	¿Cuáles son los principales riesgos y desafíos de cada escenario?
Actores	¿De qué manera se comportan los actores que están detrás de cada factor clave para construir el escenario deseado? ¿Quién puede hacer los cambios? ¿Con quién se pueden hacer los cambios?
Planificación estratégica	¿Qué puedo hacer? ¿Qué vamos a hacer? ¿Cómo lo vamos a hacer? ¿Cómo articular e integrar los capitales existentes (humano, social, cívico, cultural, natural, institucional, físico, innovativo)?
Prospectiva	¿Qué puede ocurrir? ¿Cuáles son las implicaciones de los cambios?

Fuente: elaboración propia con base en Eyzaguirre (2014, p. 162).

las preguntas adecuadas para su cabal comprensión y, en similitud con la tabla 7, podrían ser las siguientes, entre otras: ¿qué factores de cambio son vectores dinamizadores de la realidad?, ¿qué se puede esperar de un fenómeno X en los próximos diez años?, ¿cómo se van a crear visiones de nuevas respuestas?, ¿qué nuevos elementos se van a descubrir?, y ¿qué practicas establecidas se van a desafiar? (Cepal, 2021b, p. 99).

En clave con lo anterior, Nassim Taleb acuñó la expresión «falacia narrativa», un término que nos permite entender con mayor claridad un mundo complejo cargado de incertidumbre. En América Latina, nos gustan por nuestra particular cultura las narraciones que siguen una pauta nítida y sin turbulencias, pero cargadas de esperanza. Se registran las pruebas que apoyan la narración *post factum* y las que no lo hacen, se desechan. Los expertos suelen explicar lo que pasó en el pasado reciente o lejano, pero po-

cos pueden pronosticar cómo se comportará mañana o en un futuro próximo el mismo fenómeno porque no se tiene la ilusión de un cierto control y certidumbre. Es decir, hay cierta inclinación a pensar que la historia real se puede resumir en pasos y acciones específicos. Esta debilidad nos permite conectar causalmente sucesos, aunque no exista una conexión entre ellos.

Todo esto es parte del apego al mito, la fábula, las metáforas y las historias que nos faciliten crear la ilusión de haber entendido el pasado y alimentar la de poder predecir y controlar el futuro. En el fondo, como lo explican Nassim Taleb y Daniel Kahnemann, construimos el sentido de la historia *a posteriori.* Los planificadores y prospectivistas paradójicamente tenemos por formación un exceso de confianza en nuestras explicaciones sobre la realidad, confianza alimentada por la certeza ilusoria de las historias que creamos retrospectivamente. Esto en cierta forma explicaría el fracaso de muchos planes y la escasa revisión crítica que hacemos de los mismos.

Al respecto, una buena experiencia en América Latina fue la del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (Ceplan), ente rector del Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico de Perú, donde, a partir de la Directiva General del Proceso de Planeamiento Estratégico de 2014, se estableció que los planes estratégicos de las entidades de la administración pública se deben articular con el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional (PEDN) y con los planes estratégicos sectoriales multianuales (Pesen). Este singular proceso contempla cuatro fases: análisis prospectivo, fase estratégica, institucional y de seguimiento, cada una de ellas con sus respectivas retroalimentaciones (Ortegón, 2018, p. 67).

Sin embargo, a pesar del destacado diseño y de la impecable elaboración de dicho esquema, la carencia de voluntad política, continuidad y liderazgo institucional han hecho que la retórica se imponga sobre la realidad y la visión de país se diluya transcurrida casi una década. A la prospectiva no le corresponde como tarea la construcción del futuro. A lo sumo, le toca comparar diferentes narrativas y sugerir una. La tarea de construcción de futuro es por esencia función de la planeación y de los actores sociales protagónicos mediante la apropiación y el compromiso. Las narrativas o conjeturas sobre

futuro, con toda su carga de incertidumbre y complejidad inherentes, son de por sí los productos primarios de la prospectiva. Sin prioridades y sin políticas de Estado, es difícil hacer los cambios en el largo plazo.

Como contraste, para resaltar la trascendencia de la capacidad de un país para diseñar e implementar una estrategia de transformación que construya futuro y modifique casi por completo su situación original, basta con mencionar el caso de Singapur con su institución Economic Development Board.

Singapur fue una colonia británica que adquirió su completa independencia en 1963. Con poco menos de seis millones de habitantes, sin recursos naturales, de tamaño pequeño, pero con un firme compromiso político con *sus prioridades,* definidas por consenso, ha pasado de ser un país de US$ 500 a US$ 58.000 de PIB per cápita en 2021 y a ocupar los primeros lugares en la mayoría de los *rankings* mundiales, tanto en CTI y libertad económica como en desarrollo humano, encontrándose este pequeño país asiático en lo más alto del *ranking* mundial de educación. Ello es fruto de una planificación o *strategic pragmatism* con una hoja de ruta firme, liderazgo institucional y voluntad política para alcanzar metas claras, a pesar de las restricciones de diversa índole.

Hay que observar que tras dejar el dominio británico y lograr la independencia de Malasia en 1965, el cargo de primer ministro fue ocupado bajo un modelo capitalista con férreo control estatal por más de 30 años por Lee Kuan Yew, considerado el artífice del llamado «milagro económico». En sus comienzos, hubo un estricto control de la vida privada y supresión de libertades individuales, pero también un combate inflexible contra la corrupción. Como nada es perfecto, Singapur enfrenta varios desafíos, como la alta desigualdad, la dependencia de mano de obra extranjera y su excesiva dependencia de la manufactura, que obliga al país a subsidiar ciertos sectores que tienen a China como su principal mercado de exportación (Schein, 1997, pp. 1-26).

Volviendo a las anteriores inquietudes, Henry Mintzberg y Jan Jorgensen proponen, frente a la estrategia intencional y deliberada, fundamentada en el tradicional modelo racional, una «estrategia emergente» o

«popular» que sale de lo más profundo del sistema, en ocasiones incluso inadvertidamente: «Las estrategias, aun las más efectivas, pueden surgir de un gran número de procesos: unos graduales, otros colectivos y algunos más espontáneos, y muchos de ellos ni siquiera con la intención de ser administrados» (1995, pp. 34-37). Esta propuesta tiene implicaciones importantes para la gestión pública en el sentido de fomentar y respaldar, desde las organizaciones del sector público, los procesos emergentes y, desde las mismas organizaciones, la capacidad para adaptarse y aprender.

La estrategia planteada con la prospectiva fracasa con frecuencia no por su diseño sino por el escaso análisis que se dedica a las condiciones de implementación: no reconocer o atender a tiempo los imprevistos, el simplismo con que vemos la realidad organizacional y el poco análisis crítico para cuestionar las hipótesis causales lineales. Ello nos impide ver otras variables que intervienen en la generación de resultados. Todas estas son cuestiones que están en el centro de la complejidad y la prospectiva. Para enfrentarlas, nada mejor que el mensaje de interactuar y reconocer el conocimiento tácito de las comunidades alejadas del centro, con su capacidad para autoorganizarse y recrear sus propios modelos mentales como guías de pensamiento y acciones. Tal como dice el poema de Ramón de Campoamor: «¡Todo es según el cristal con que se mira!»

Los autores y las instituciones de la prospectiva[45] nos enseñan que el objeto de esta son los futuros posibles y deseables, y, como tales, son posibilidades. El futuro como objeto es explorable o construible. Por lo tanto, a la prospectiva no le cabe el rigor del método científico de falsear hipótesis

45 Se trata de autores ilustres como: Bertrand de Jouvenel, Gaston Berger, Michel Godet, Maurice Blondel, Peter Schwartz, Richard Slaughter, Riel Miller, Michael Fullan, Eleonora Masini, Taichi Sakaiya, Jerome Glenn, Guillermina Baena Paz, Francisco José Mojica y Javier Medina, entre otros; e instituciones prestigiosas de carácter internacional y mundial como: The Millenium Project (Naciones Unidas), International Futures Programme (OCDE), Prospectiva Industrial (Onudi), World Futures Society (Estados Unidos), Finland Futures Research Centre, Australian Foresight Institute, Manchester Institute of Innovation Research (Estados Unidos), Institute for Advanced Interdisciplinary Research (Japón), The Institute of the Future (Estados Unidos), Global Future and Foresight (Reino Unido) y el Instituto de Prospectiva Tecnológica de España (IPTS), entre muchas otras.

y tampoco le concierne la búsqueda de la verdad, por cuanto en esencia su propósito son las imágenes de futuro.

Todas las conjeturas, todos los enunciados de causa-efecto, todas las aproximaciones metodológicas para designar la figura del porvenir que se desea si se supone que el curso de la historia toma una dirección distinta de la conocida, todas las herramientas cuantitativas y cualitativas para crear escenarios verosímiles, todas las imágenes del porvenir y todas las técnicas son válidas en la prospectiva, siempre y cuando ayuden a imaginar futuros como opciones posibles y brinden mayor y mejor información a los tomadores de decisión respecto a opciones, anticipaciones, retos o consecuencias de seguir con ciertos rumbos o tendencias.

La cuestión central es comprender cómo podrían evolucionar las tendencias sociales, tecnológicas, económicas, ambientales y políticas. Para ello, lo que urge es formar y apoyar capacidades de pensamiento de futuros. Es decir, pensamiento de futuros para comprender mejor los patrones actuales y ver cómo colectivamente pueden ser cambiados con el compromiso dual de resultados a corto y a largo plazo. En otras palabras, ¡la estrategia a largo plazo requiere resultados a corto plazo!

Las narrativas o conjeturas sobre el futuro, con toda su carga de incertidumbre y complejidad inherente, que reiteramos, son de por sí los productos primarios de la prospectiva. Sin embargo, estas narrativas no significan que a la prospectiva le corresponde como asignatura obligatoria la construcción del futuro. A lo sumo, le corresponde comparar diferentes narrativas y sugerir una especie de hoja de ruta hacia un horizonte dado. Son la política y los actores protagónicos, mediante apropiación y compromiso, quienes lideran el proceso de construir futuro.

La falta de claridad y precisión sobre el ámbito de la prospectiva ha generado confusión, por cuanto se considera que se «construye» futuro con técnicas y métodos, o extendiendo el tiempo de las acciones con el nombre de largo plazo. En esencia, los instrumentos y técnicas de la prospectiva son medios para generar narrativas sobre el futuro, son relatos para ayudar a pensar, imaginar o reflexionar sobre el devenir. Plantearlo de otra forma es distorsionar su mensaje y crear falsas expectativas.

Por citar un tema, la «prospectiva tecnológica» o la «inteligencia tecnológica», para comprender mejor las repercusiones socioeconómicas y ambientales de las nuevas tecnologías y las innovaciones tecnológicas, es un campo prioritario por excelencia, pero poco se practica y recibe escasa atención en América Latina. La inteligencia tecnológica en términos de anticipación de tendencias, riesgos y oportunidades tampoco se conoce mucho. El futuro colectivo se diluye y preferimos los planes retóricos con el adjetivo de largo plazo. Al no tener los países una clara política industrial, es difícil alinear la ciencia, la tecnología y la innovación hacia ella, como sí se hace en los países avanzados.

En consecuencia, como en una obra teatral o en un concierto, el escenario es fundamental para el guion y para las expectativas o ánimo del espectador. El escenario visualiza el mundo de la obra en cuestión, da idea del contexto histórico, pero también genera expectativa de lo que está por venir. Por lo tanto, cumple la doble función de generar expectativas y preparar los ánimos. Un excelente guion con un deplorable escenario arruina la obra, pero, así mismo, un gran escenario con un pésimo guion hunde la obra. Este es el doble desafío que demanda la prospectiva cuando un atractivo guion (diseño) no encuentra el respaldo en los actores ni en las instituciones como escenario. A la inversa, un conveniente ambiente (escenario) sin ruta es como navegar a la deriva, a pesar de las buenas intenciones y capacidades de quienes comandan el barco. Como se suele decir, la acción sin una visión no tiene propósito, pero la visión sin una estrategia o acción es inútil.
Veamos, a manera de ilustración, algunos pensamientos célebres sobre este asunto:

- «Es absurdo continuar haciendo lo mismo y esperar resultados diferentes» (pensamiento chino).
- «Ningún viento es favorable para quien no conoce el puerto hacia donde se dirige» (Séneca).
- «No se puede nadar hacia nuevos horizontes hasta no tener el coraje de perder de vista la costa» (William Faulkner).
- «El futuro ya no es lo que era» (Paul Valéry).

- «El futuro no es lo que nos pasará, sino lo que haremos» (Henri Bergson).
- «La mayor virtud de un buen marinero es una saludable incertidumbre» (anónimo).
- «El futuro tiene muchos nombres. Para los débiles es lo inalcanzable. Para los temerosos, lo desconocido. Para los valientes, la oportunidad» (Víctor Hugo).
- «La utopía es el principio de todo progreso y el diseño de un futuro mejor» (Anatole France).
- «¿Cómo queremos que el mundo cambie? ¿Con nosotros, sin nosotros o contra nosotros?» (Michel Godet).
- «El verdadero viaje de descubrimiento consiste no en buscar nuevos paisajes, sino en tener nuevos ojos» (Marcel Proust).
- «El futuro no se predice, sino se construye» (Maurice Blondel).
- «La mejor forma de predecir el futuro es creándolo» (María Trinidad Castro).
- «El futuro depende de lo que hacemos en el presente» (Mahatma Gandhi).
- «No está en las estrellas mantener nuestro destino, sino en nosotros mismos» (William Shakespeare).
- «No pienso nunca en el futuro porque llega muy pronto» (Albert Einstein).
- «The world we have created today as a result of our thinking thus far has problems which cannot be solved by thinking the way we thought when we created them» (atribuido a Albert Einstein)[46].

La prospectiva, en paralelo con la complejidad, se enmarca en un contexto de restricciones internas y externas al sistema, como la gobernabilidad y la gobernanza, entendidas estas como supuestos o riesgos que tienen que darse para avanzar en la cadena de valor. Es decir, en la jerarquía de la cadena de valor de la prospectiva cada objetivo es una condición necesaria para progresar. La jerarquía incluye narrativa, conciencia, pensamiento crí-

46 «El mundo que hemos creado hoy como resultado de nuestro pensamiento hasta ahora tiene problemas que no se pueden resolver pensando en la forma en que pensamos cuando los creamos» (en Innes y Booher, 2018, p. 4).

tico, compromisos y acciones. De no ser así, la prospectiva como sistema corre el riesgo de convertirse en declaración de intenciones o en discurso, sin la energía necesaria para transformar su entorno[47].

Dada la alta heterogeneidad de América Latina, las intervenciones del Estado deben ser diferenciales en intensidad, duración y enfoque. Las relaciones no lineales son esencialmente no proporcionales y, en este sentido, una pequeña causa en una región puede generar un gran resultado en ella, pero en otra, para obtener el mismo resultado, se puede requerir un esfuerzo de otras proporciones. Por ejemplo, pequeñas inversiones pueden generar grandes retornos en una localidad y ningún impacto en otra, o la misma cantidad de información puede tener diferentes efectos en diferentes actores. Todo dependerá de su contexto y de la forma como interactúan los agentes.

Ofrecer una acción o una propuesta desde el centro no implica esperar una respuesta equivalente en términos de resultados en la periferia. Muchas cosas pueden pasar entremedio si no existe el respectivo acompañamiento o el seguimiento adecuado. Y lo que sucede en una región, tampoco es igual a lo que sucede en otra, lo cual exige adaptación y flexibilidad para esperar resultados semejantes. Con esto, se remarca la búsqueda colectiva de soluciones que se adaptan a contextos específicos.

La visión cartesiana-positivista plantea que el conocimiento objetivo es universalmente generalizable. Este supuesto deja de lado la importancia de contextualizar los problemas. Cada región tiene su propio contexto histórico, político, social y económico. Por ende, una propuesta de planeamiento estratégico sin adaptación corre el riesgo de reproducir de manera mecánica sus fases sin que sea una auténtica instancia de interacción entre actores con sus elementos interdependientes.

47 John F. Kennedy solía citar el doble significado de la palabra china para «crisis»: *Wei-Chi,* compuesta por riesgo o peligro (*Wei*) y oportunidad (*Chi*). En la complejidad, con el riesgo se conocen las variables de un sistema y se pueden establecer probabilidades de ocurrencia (fumar y contraer cáncer, por ejemplo); con la incertidumbre, se conocen todas las variables, pero algunas no se pueden medir y se desconocen las relaciones entre ellas; con la ambigüedad, tienen que identificarse todas las variables pertinentes; y con la oportunidad, se designa los momentos propicios para algo, como realizar una travesía o un cambio que siempre se postergó (Ortegón, & Machicao, 2019, p. 30).

En las regiones más atrasadas, la contextualidad plantea que no será posible superar las enormes brechas con intervenciones de baja intensidad, escala limitada y de manera aislada, descoordinada y discontinua. En las de mayor desarrollo productivo, las intervenciones apuntarían a consolidar mercados, crear *clusters*, profundizar cadenas de valor y fortalecer vínculos inter e intrasectoriales con coordinación y complementariedad entre inversiones y acciones.

Si se deja de lado la espontaneidad, si se desconoce la capacidad endógena y no se identifican con claridad las «incertidumbres críticas» dadas por la confrontación entre las debilidades y fortalezas del ambiente interno y las oportunidades y amenazas del ambiente externo, el resultado de los lineamientos metodológicos puede ser un documento formal que cumple con la norma, pero no logra convertirse en un articulador de voluntades y de factores productivos.

Para lograr este propósito, se requiere acompañamiento y diálogo interactivo. Sin ello, el conocimiento tácito se desvanece y la autoorganización del sistema se inhibe. Geyer y Rihani señalan dos condiciones para la autoorganización: existencia de estructuras democráticas y de mercados activos, y alta apreciación del valor del capital social. Sin redes básicas de intercambio de recursos, sin asociatividad entre actores, sin interconexiones sectoriales y con escasas interacciones entre individuos y organizaciones, es muy difícil que el esquema de planeamiento estratégico logre movilizar el *stock* de recursos en las regiones más atrasadas en cuanto a flujos de información, trabajo e inversión (Geyer, & Rihani, 2010, pp. 131-137).

Como reflexión final de este acápite, quisiéramos señalar que una prospectiva exitosa presupone conocer muy bien el fino entramado de las interacciones de los agentes involucrados desde adentro y desde afuera, máxime cuando se trata de situaciones dispares, heterogéneas, asimétricas y desiguales. «What should interact with what, and when»[48], nos remarcan Axelrold y Cohen (2000, p. 62). Es un mensaje que debemos tener presente, por cuanto, a partir de ciertas formas de asociatividad, cooperación, confianza, colaboración y comunicación, los resultados y el logro de los objetivos propuestos pueden cambiar sustantivamente.

48 «¿Qué debería interactuar con qué y cuándo?»

4.2 La prospectiva y su contexto: tendencias actuales entre la vieja y la nueva economía

En 1979, W. Brian Arthur elaboró sus dos famosas columnas, en las que comparaba las características de la vieja y la nueva economía, o la visión de una economía perfecta-lineal y la de otra compleja-emergente. En el conjunto de las diferencias señaladas por Arthur entre ambas economías, llamaba la atención el concepto de retornos crecientes en la nueva economía, en contraste con la clásica idea de retornos decrecientes. Además, en el paralelismo se remarcaba la idea de que el individuo es un ser inherentemente complejo e impredecible, al igual que la economía una ciencia compleja y dinámica. La comparación adquiere hoy en día una enorme vigencia y asombra positivamente su enorme capacidad predictiva (tabla 8).

Tabla 8. Comparación entre la vieja economía y la nueva economía

Vieja economía	Nueva economía
Rendimientos decrecientes.	Gran uso de rendimientos crecientes.
Basada en principios de marginalidad y maximización (beneficio como motivación).	Otros principios son posibles (principios de orden).
Preferencias dadas; individuos egoístas.	La formación de preferencias es central; individuos no necesariamente egoístas.
La sociedad es un telón de fondo.	Las instituciones pasan a primer plano con papel fundamental en la determinación de posibilidades, orden y estructura.
Tecnología dada o seleccionada por motivos económicos.	Tecnología inicialmente fluida, luego tiende a asentarse.
Basada en la física del siglo XIX (equilibrio, estabilidad, dinámica determinística).	Basada en la biología (estructura, patrones, autoorganización, ciclo de vida).
El tiempo no es tomado en cuenta (Debreau) o es tratado superficialmente (crecimiento).	El tiempo es central (estructura, patrones, autoorganización, ciclo de vida).
Se ocupa muy poco de la edad.	Los individuos pueden envejecer.
Énfasis en cantidades, precios y equilibrio.	Énfasis en estructura, patrón y función (de la ubicación, tecnología, instituciones y posibilidades).

Los elementos son las cantidades y los precios.	Los elementos son patrones y posibilidades; estructuras compatibles llevan a cabo algunas funciones en cada sociedad, por ejemplo, la antropología.
Lenguaje: matemáticas del siglo XIX, teoría de los juegos y topología de puntos fijos.	Lenguaje más cualitativo; teoría de los juegos reconocida por sus usos cualitativos; otro tipo de matemática cualitativa también es útil.
El cambio generacional no se observa.	El cambio generacional es central: cambia la composición de los miembros de la economía y la estructura etaria de la población; las generaciones transmiten sus experiencias.
Alto uso de índices; individuos idénticos.	Énfasis en la individualidad: la gente es diferente; relación entre individuos y agregados en ambas direcciones; índices de bienestar diferentes y usados como medida muy general; lapso de vida del individuo como medida.
Si no hubiera externalidades y todos tuvieran las mismas habilidades, se alcanzaría el nirvana.	Las externalidades y las diferencias son la fuerza motriz; no hay nirvana; el sistema está constantemente en desarrollo.
No hay dinámica real en el sentido de que todo está en equilibrio por ejemplo, pelota pendiendo de un hilo en movimiento circular; no hay cambio real, solo suspensión dinámica.	La economía está constantemente al filo del tiempo: corre hacia adelante, con estructuras en continua fusión, decaimiento, cambio. Se debe a externalidades que llevan a comportamientos dinámicos irregulares, rendimientos crecientes, costos de transacción; exclusiones estructurales.
La mayoría de las preguntas no tienen respuesta; sistema unificado incompatible.	Las preguntas siguen siendo difíciles de responder; pero los supuestos están claramente enunciados.
El sujeto es visto como estructuralmente simple.	El sujeto es visto como inherentemente complejo.
Economía como una física blanda.	Economía como una ciencia de la complejidad.
«Hipótesis testeable» (Samuelson) supone que existen leyes.	Los modelos son ajustados a los datos: un ajuste es un ajuste; no hay leyes realmente posibles; las leyes cambian.
El intercambio y los recursos mueven a la economía.	Las externalidades, las diferencias, los principios de ordenamiento, la computabilidad, la mente, la familia, el ciclo de vida potencial y los rendimientos crecientes mueven las instituciones, la sociedad y la economía.

Fuente: Colander y Kupers (2014, pp. 138-139; traducción en base a Eugenia Perona (2005, p. 14).

El economista Joseph Schumpeter (1833-1950) ya había destacado el renovador y multiplicador impulso de la ciencia y la tecnología en su famoso concepto «destrucción creativa», acuñado en 1942. En este concepto, la incesante creación de nuevas máquinas destruye las viejas, dando pie a nuevos nichos de producción y de cambio en el desarrollo industrial. Tal es el impacto de dicho concepto que en la literatura se le asemeja a un *gale of destruction* («vendaval de destrucción») permanente, una fuerza o motor que está detrás del crecimiento económico gracias a la innovación y el emprendimiento (Waldrop, 1992, pp. 37-38).

De manera parecida, Eric D. Beinhocker (2006, p. 97), analiza las cinco grandes ideas que según él caracterizan a una economía compleja en el enfoque alternativo, y frente al tradicional, cuando se analiza el futuro y se reconoce el carácter sistémico de la realidad. Esas cinco ideas son

1. **La dinámica de los sistemas es abierta,** no lineal, está lejos del punto de equilibrio, los comportamientos macro emergen de las interacciones y del comportamiento micro.
2. **Los agentes son modelados individualmente**, usan reglas inductivas antes que deductivas para tomar decisiones, tienen información incompleta, cometen errores, tienen prejuicios, aprenden a adaptarse a través del tiempo y son mayoritariamente heterogéneos.
3. **Las estructuras sociales se fundamentan en redes** mediante interacciones bilaterales con base en valores, creencias, coaliciones y asociaciones informales que dependen del pasado y la historia, pero cambian con el tiempo.
4. **La emergencia o naturaleza del cambio** no hace distinción entre macro y microeconomía, los patrones macro son un resultado emergente de las interacciones y comportamientos de los niveles micro. Esta es la fuerza de los cambios con los eventos emergentes.
5. **El proceso evolutivo de diferenciación, selección y amplificación** provee al sistema de innovación y es responsable de su crecimiento en orden y complejidad. Por el contrario, en la economía tradicional no existe un mecanismo endógeno para la creación de innovación, crecimiento, orden o complejidad.

Junto a Steven Durlauf y David Lane, Brian Arthur agregó cuatro aspectos a su tabla original de diferencias entre una y otra perspectiva de la economía. Tales aspectos se relacionan con la tecnología, las preferencias, el origen de las ciencias físicas y los elementos (tabla 9). Con este conjunto de ideas, los autores dejan claro que los avances para comprender mejor los fenómenos económicos han sido construidos sobre una larga y fecunda historia intelectual[49].

Tal como lo resume Eric Beinhocker (2006, p. 96), las ideas o métodos de comparación no pueden ser analizados utilizando exclusivamente teoremas matemáticos. Por el contrario, la economía de la complejidad emplea una amplia caja de herramientas analíticas y aproximaciones diversas: teoremas, logaritmos, análisis de equilibrio, teoría de juegos, biología evolutiva, capitales de toda índole (humano, social, físico, institucional) y una fuerte evidencia de la Ley de Moore sobre el poder de la computación para el manejo de *big data* como herramienta para el análisis en economía experimental y como instrumento de apoyo para la evidencia científica sobre proyecciones y escenarios[50].

En concordancia con lo anterior, el experto en desarrollo regional Sergio Boisier (2003, pp. 63-66), plantea en diversos trabajos publicados por el Ilpes que el funcionamiento de un sistema territorial solo puede ser entendido en un plano adaptativo, complejo, dinámico, disipativo y autopoiético. Aún más, Boisier destaca que el capital social forma parte de lo que denomina *subsistema sublimal*, que incluye el capital cognitivo, simbólico, cultural, social, cívico, institucional, psicosocial, humano y mediático, además del capital sinergético, articulador de los anteriores.

---

49 Esta historia incluye nombres de la talla de John von Neuman, el precursor de la teoría de juegos; miembros de la Escuela Austriaca, tales como Friedrich Hayek; economistas de la escuela conductual como Herbert Simon y Daniel Kahneman; economistas institucionales, como Douglass North; economistas evolucionistas, como Richard Nelson, Sydney Winter y Christopher Freeman; cientistas políticos, como Robert Axelrold y Thomas Schelling; y científicos en computación, como John Holland, Christopher Langton, Joshua Epstein y Robert Axtell.

50 Gordon Moore, cofundador de Intel, estableció en 1965 que aproximadamente cada dos años se duplica la capacidad de rendimiento o el número de transistores en los microprocesadores; dicho de otra manera, se duplica su rendimiento y se reduce en 50% su coste (Wikipedia, s. f.e).

Tabla 9. Diferencias entre el enfoque tradicional de la economía y la economía de la complejidad

	Economía de complejidad	Economía tradicional
1. Dinámica	Sistemas abiertos, dinámicos, no lineales, lejos del punto de equilibrio.	Sistemas cerrados, estáticos, lineales y en equilibrio.
2. Agentes	Modelados individualmente; usan reglas inductivas para tomar decisiones; tienen información incompleta; cometen errores y tienen prejuicios; aprenden a adaptarse a través del tiempo; son heterogéneos.	Modelados colectivamente; usan cálculos deductivos complejos para tomar decisiones; tienen toda la información necesaria; no cometen errores y no tienen prejuicios; no aprenden ni tienen necesidad de hacerlo (son ya perfectos): mayoritariamente homogéneos.
3. Redes	Modela explícitamente interacciones bilaterales entre los agentes individuales; las redes de relaciones cambian con el tiempo.	Asume que los agentes solamente interactúan indirectamente a través de mecanismos de mercado (por ejemplo, subastas).
4. Emergencia	No hace distinción entre macro y microeconomía; los patrones macro son un resultado emergente de las interacciones y comportamientos de los niveles micro.	La macro y la microeconomía se mantienen como disciplinas separadas.
5. Evolución	El proceso evolutivo de diferenciación, selección y amplificación provee innovación al sistema y es responsable de su crecimiento en orden y complejidad.	No existe un mecanismo endógeno para la creación de innovación, crecimiento, orden o complejidad.
6. Tecnología	Es fluida y endógena al sistema.	Es dada o seleccionada en una base económica.
7. Preferencias	La creación de preferencias es central; los individuos no son necesariamente egoístas.	Las preferencias están ya dadas; los individuos son egoístas.
8. Origen de las ciencias físicas	Basadas en la biología (estructura, patrón, autoorganización, ciclo de vida).	Basadas en la física del siglo XIX (equilibrio, estabilidad, dinámicas determinísticas).
9. Elementos	Patrones y posibilidades	Precio y cantidad

Fuentes: 1 a 5 (Beinhocker, 2006, p. 97); 6 a 9 (Arthur, Durlauf y Lane, 1997).

En el campo analítico, entre la economía tradicional y la economía de la complejidad no puede dejar de destacarse la monumental obra intelectual del matemático, estadístico y economista rumano Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994), autor del famoso libro *The entropy law and the economic process* (1971)[51]. Dentro de la vasta obra de Georgescu-Roegen, primer economista en hablar de termodinámica y entropía, es un imperativo destacar sus pioneras investigaciones sobre economía evolucionaria o economía ecológica, bioeconomía, termoeconomía y teoría del decrecimiento (1996, p. 345).

Los escritos de Georgescu-Roegen son considerados por la academia como un cambio de paradigma o una ruptura epistemológica respecto a la «ciencia normal» de los economistas, dado que cuestionan los fundamentos mecanicistas de la economía neoclásica y los conceptos convencionales sobre «función de utilidad» y «función de producción». Para él, los modelos mecanicistas partían de la igualdad entre producción y consumo, sin residuos, sin contaminación y sin pérdida de energía. Georgescu-Roegen es considerado como padre de la bioeconomía por su adelantada visión sobre la biosfera y el uso de los recursos.

Este estudioso criticó el excesivo uso de la econometría y la tecnociencia para explicar fenómenos y sentó las bases para el intento de reconciliar los enfoques sobre ciencias de la Tierra, ciencias de la vida y ciencias del hombre. También hizo invaluables aportes a la teoría del desarrollo al postular que su esencia consiste en la capacidad organizativa y flexible para crear nuevos procesos, antes que en la facultad de producir mercancías sin límite. Georgescu-Roegen, asimismo, rechazó los fundamentos clásicos del *homo economicus* y la simplificación del ser humano como movido por intereses al margen del contexto social, cultural y político; y abogaba por una profesión más interdisciplinaria.

51 Como profesor visitante entre 1934 y 1936 en la Universidad de Harvard, Georgescu-Roegen estableció amistad con Paul A. Samuelson y Wassily Leontief, y fue profesor del economista ecológico Herman E. Daly y del politólogo Bertrand de Jouvenel. Además, colaboró, como matemático, con el renombrado economista Joseph Schumpeter en su libro sobre los ciclos económicos, de 1939. El libro de Georgescu-Roegen *La ley de la entropía y el proceso económico* fue traducido al español en España en 1996 por la Fundación Argentaria, con presentación de José Miguel Naredo y un extenso prólogo biográfico-académico de Jacques Grineval de la Universidad de Ginebra (Suiza).

Con justa razón, Paul Samuelson, al leer los ensayos publicados por Georgescu-Roegen entre 1935 y 1966 —*Analytical economomics: Issues and problems* (1966)—, escribió: «Desafío a cualquier economista informado a que se mantenga satisfecho de sí mismo tras haber meditado sobre este ensayo» (1970)[52].

A la luz de los anteriores antecedentes, y de los impactos causados por el Covid-19, debemos preguntarnos: ¿Cuánto se ha dejado de lado o cuánto se ha eludido en el diseño de nuestras políticas públicas? El proceso de aprendizaje y adaptación será costoso, pero, como en otras ocasiones, la humanidad encontrará las respuestas y entrará en un nuevo ciclo.

4.2.1 Impactos de las tecnologías disruptivas y cambios en el lenguaje: más fuertes y más rápidos de lo que imaginamos

Con la penetración de las tecnologías disruptivas y los cambios derivados, junto a la Revolución Cognitiva e Industrial 4.0, el lenguaje también ha cambiado: se han incorporado a la cotidianidad términos que eran exclusivos de ciertas disciplinas, y que hoy en día son más comunes y se intercambian indistintamente. Se trata, por ejemplo, de los siguientes:

- Agonismo (poder participativo).
- Ajuste (armonía).
- Alinear (sintonizar).

52 Según Clovis Cavalcanti (2018), Paul Samuelson y Nicholas Georgescu-Roegen fueron colegas y alumnos de Joseph Schumpeter (1883-1950) en la Universidad de Harvard. Paul Samuelson (1915-2009), Premio Nobel de Economía en 1970, leyó las obras completas de Georgescu-Roegen y lo calificó como «a scholar's scholar, an economist's economist» («un académico de académicos, un economista de economistas») en el prefacio que escribió para *Analytical economist.* Este libro estaba basado en el concepto físico de entropía y en la idea de que el sistema económico no es un sistema aislado, sino un subsistema abierto del ecosistema, estando, pues, sometido a las leyes biofísicas. Georgescu-Roegen fue pionero en destacar que la ciencia de la economía no ofrece señal de reconocimiento del papel de los recursos naturales en el proceso económico. Fue un economista que se adelantó a su época y por ello la relativa acogida de sus correligionarios de su tiempo (Cavalvanti, 2018, p. 52).

- Bitcoin[53] y Etherum (divisas virtuales, entre muchas otras criptomonedas, o medios de intercambio descentralizados).
- *Blockchain* (cadena digital de bloques cifrados y descentralizados inmutables e irreplicables, como un libro contable *online*).
- *Chatbot* (sistema de comunicación).
- *Clickbait* (contenido con titulares engañosos o sensacionalistas para captar visualizaciones).
- *Cloud computing* (entorno o sitio donde se ejecutan las aplicaciones).
- *Cobot* (robot que trabaja junto a las personas).
- *Cowork* (espacio colaborativo).
- Desequilibrio (sistema inestable).
- Diacrónico (dinámico).
- Diferente (diverso).
- Entorno (nicho ecológico).
- *Gig economy* (economía de los pequeños encargos, como trabajo local o «trabajo en la nube», que pueden llevarse a cabo en cualquier lugar a través de internet).
- *Hub* (centro de actividad).
- Incertidumbre (volatilidad).
- Latencia (tiempo que se tarda en enviar datos de un punto al siguiente o en llegar el sonido a nuestros oídos).
- NFT (*non fungible tokens*; coleccionables digitales que no son intercambiables o sustituidos por otros).
- *Phishing* (delito de identidad, como robar datos personales).

53 «El Bitcoin fue lanzado en 2009 por Satoshi Nakamoto, cuya identidad real se desconoce, siendo una divisa completamente virtual y descentralizada: ningún gobierno la respalda ni es responsable de su emisión. Sus transacciones quedan en un registro público en internet –el *Blockchain,* una especie de libro contable *online* a prueba de manipulaciones–, y cada parte involucrada se identifica solo con una línea de código, lo que implica un alto grado de anonimato» (*El Mercurio*, 2021b); ver también Diamandis & Kotler (2020, pp. 56-57).

- Racional (funcional).
- Resiliencia (capacidad para anticipar, aceptar y adaptarse a los cambios).
- *Spin-off* (surgimiento de una empresa desde otra entidad).

Estas y muchas otras palabras, como Ciborg, Biotech, Foodtech, Agrotech, Fintech, Healthtech, Edtech y Nanotech, ya forman parte de nuestro vocabulario cotidiano.

Con dicha jerga o nuevo diccionario, Facebook tiene como proyecto de futuro muy cercano crear un «metaverso», algo así como una plataforma que conecte a todos sus usuarios a través de la realidad virtual y la realidad aumentada, donde los hologramas entrarán a formar parte del juego. La vida digital seguirá pues su imparable carrera.

Enfrentaremos un universo virtual con representaciones de cada uno de nosotros como «avatar», «holograma» o *alter ego,* con imágenes tridimensionales. Esto nos permitirá desplazarnos de un lugar a otro, mantener relaciones sociales y aumentar las interacciones de todo tipo. Es una ciencia ficción al estilo de los videojuegos 3D con mundos espejo tipo Google Earth, que representa la geografía mundial mediante imágenes aéreas. Además, cuenta con grandes oportunidades para la educación, al traspasar las experiencias escolares más allá de las paredes del aula con visitas a museos, participación en eventos remotos, realización de prácticas de laboratorio y aprendizajes experimentales. El término metaverso fue acuñado por el novelista Neal Stephenson en su novela *Snow crash*, de 1992, donde sumaba internet y realidad aumentada.

También las cuarentenas transitorias y la distancia social, fruto de la pandemia, generaron un efecto permanente *phygital* (*physical* + *digital*) que terminó por modificar la mentalidad de consumidores, proveedores y productores, generando una ruptura cultural. Es un cambio de *mindset* que genera infinidad de soluciones *online* y múltiples aplicaciones digitales a las cuales tendremos que adaptarnos.

Las formas de escritura igualmente han cambiado y en el futuro serán cada vez más digitales, con nuevos códigos y normas debido al uso extendido del internet. Según el libro de la lingüista canadiense Gretchen McCu-

lloch, especializada en internet, titulado *Because internet: Understanding the new rules of language* (2019) —nombrado el mejor libro de 2019 por *Time* y *The Washington Post*—, con WhatsApp, Facebook, Twitter, Instagram, TikTok y otras redes sociales, los estilos en la lengua y la escritura han cambiado al instalar ellos sus propios patrones y reglas de estilo. Internet ha cambiado o, mejor, ha llevado a la evolución de la forma como usamos el lenguaje y lo seguirá haciendo a pasos agigantados: la Web 3.0, con su estructura descentralizada y mayor regreso del control a los usuarios, ya está en marcha.

Dentro de esta corriente se inscribe George Lakoff —profesor de lingüística y ciencias cognitivas de la Universidad de Berkeley (Estados Unidos)—, quien sustenta que el lenguaje es crucial en las políticas públicas. Principalmente enfatiza la capacidad de usar palabras para crear «marcos» que influyen en el debate público. Lakoff dice que actuamos según marcos y estos se conocen a través del lenguaje. De ahí la importancia del mito, la metáfora y el relato para la acción y el pensamiento de las políticas públicas.

Entre algunas de las expresiones que sintetizan el enfoque de Lakoff, destacan: «los marcos son estructuras mentales que conforman nuestro modo de ver el mundo»; «los marcos conforman las metas que nos proponemos, los planes que hacemos, nuestra manera de actuar y aquello que cuenta como resultado bueno o malo de nuestras acciones»; «en política nuestros marcos conforman nuestras políticas sociales y las instituciones que creamos para llevar a cabo dichas políticas»; «el cambio de marco es cambio social»; «conocemos los marcos a través del lenguaje»; «los marcos forman parte de lo que los científicos cognitivos llaman el inconsciente cognitivo» (Lakoff, 2007).

Junto al cambio en el lenguaje y los marcos, la incorporación de la inteligencia artificial de aprendizaje automático, que extrae conocimiento de los datos y que se veía tan lejana antes de la pandemia, está abriendo hoy enormes campos de aplicación en todas las disciplinas. Actualmente, presenciamos sistemas capaces de procesar muchísima información para la toma de decisiones dinámicas. Por ejemplo, la biometría, que captura todo tipo de información de la huella, voz, rostro e iris, incorpora además soluciones de ciberseguridad y algoritmos que hacen que tal información sea prácticamente inviolable.

La biotecnología, la robotización, el trabajo a distancia, los vehículos autónomos, la nanotecnología, los nanomateriales, el internet de las cosas y la *smartificación* mediante el uso global, intensivo y sostenible de las tecnologías de la información llegaron para quedarse, y su rápida masificación es una oportunidad para nuestras administraciones públicas del futuro.

El concepto de *analytics* como uso intensivo de datos, estadística y análisis cuantitativo, y modelos predictivos y explicativos, junto a la gestión basada en hechos para apoyar la toma de decisiones, crear ventajas competitivas y generar valor en las organizaciones, ambos son una técnica que forma parte de las mallas curriculares de las mejores escuelas de negocios y economía del mundo, pero que lamentablemente está ausente en las escuelas de administración pública de América Latina, responsables de la formación de los gestores del futuro inmediato.

El *big data* es la tecnología para capturar, almacenar, procesar y analizar una gran cantidad de información. Este análisis demanda el uso de algoritmos y la aplicación de modelos de inteligencia artificial. Así, el *software* analiza los datos para encontrar patrones y transformarlos en predicciones o tendencias que respalden la toma de decisiones. La búsqueda de esos patrones es la clave en la toma de decisiones y en la creación de ventajas competitivas. ¡Con el conocimiento de dichos patrones agregados podemos hacer una mejor prospectiva!

Una muestra adicional en cuanto a incorporación de inteligencia artificial es el uso extendido del concepto *smart city*, cuya idea es ahorrar tiempo al ciudadano en gestión de la cosa pública y en movilidad, haciendo de las ciudades lugares sustentables y más competitivos, apoyados en el *big data* con bases de datos integrados. La *smart city* supone soluciones inteligentes que buscan un modelo de ciudad más humana y con mejor calidad de vida mediante el poder de los datos compartidos y dispositivos de sensores.

Planificar una *smart city* significa utilizar las nuevas tecnologías para conectar, proteger y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos agregando valor público. Por ejemplo, en el transporte, permitirá que los vehículos estén conectados entre sí e interactúen, con una gestión más eficiente de

la red de ciudades, evitando accidentes y congestión, y optimizando calles y carreteras; en el manejo de desechos domiciliarios, industriales y hospitalarios, significará conectar redes de vehículos para optimizar tiempos y rutas, tanto para la recolección como para disposición final. En telemedicina, conectará a pacientes con médicos y especialistas, y mantendrá un monitoreo constante mediante dispositivos de inteligencia artificial. Y, con el apoyo de *datasets* ráster y principios de georreferenciación y geolocalización, almacenará, administrará y consultará gran cantidad de datos de imagen para planificar y proyectar mejor el crecimiento de las ciudades y de su infraestructura.

La fuerza de los dispositivos hiperconectados radica en la detección temprana de fenómenos y necesidades de la población. Así, la huella de los datos revela a los tomadores de decisión los comportamientos, gustos, movimientos, preferencias, condiciones socioeconómicas y circunstancias georreferenciales de tal población. Los datos agregados a partir de celulares y redes sociales son la materia prima del siglo XXI y constituyen una de las principales fuentes de «gestión del futuro» al facilitar innovación, eficacia y sostenibilidad.

Pese a todo ello, los retos para los planificadores son cómo lograr la inclusión tecnológica para cerrar las enormes brechas digitales y cómo redistribuir el poder de los datos acumulados en unas pocas empresas. ¿Hará falta una mejor regulación, una mayor participación ciudadana o una intervención más activa del Estado en favor de la innovación?

En paralelo con el desarrollo de algoritmos[54], los lenguajes computacionales son hoy en día una herramienta muy extendida en los países avanzados y los niños aprenden desde muy temprano a familiarizarse con ellos. Veamos algunos ejemplos.

54 El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define un algoritmo como: «Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución a un problema» y en la informática su significado es similar. Se trata de un grupo de operaciones o instrucciones que el *software* aplica a los datos que se ingresan, para conseguir determinado fin. En general, se habla de algoritmo para referirse a las ecuaciones que en los programas analizan grandes cantidades de datos.

La plataforma TensorFlow, apoyada por Google, permite desarrollar todo tipo de modelos de inteligencia artificial para el manejo de base de datos. Como lenguajes de trabajo, para utilizar TensorFlow los más conocidos son Python, PyTorch de Facebook y Keras para principiantes. Estas herramientas están adquiriendo una gran difusión, tanto es así que, en las escuelas de negocios y políticas públicas de los Estados Unidos, Python es un requisito fundamental.

En 1980, el inventor del lenguaje Python, Guido van Rossum —de la Universidad de Ámsterdam (Países Bajos), cuyo nombre Python proviene de la famosa comedia británica llamada *Monty Python*—, lo definió como una clara filosofía con claros principios, apoyados en las tres V del *big data* —volumen, variedad y velocidad—, cuyo fin era hacer que este lenguaje fuera lo más atractivo y universal posible. Los criterios de su filosofía eran: hermoso es mejor que feo; explícito es mejor que implícito; simple es mejor que complejo; complejo es mejor que complicado; plano es mejor que anidado; liviano es mejor que denso (Taulli, 2019, p. 151).

Con dichos lenguajes, no se trata de aprender simplemente a programar, sino de aprender lógica, pensar críticamente, observar y reflexionar, discriminar información, identificar y resolver problemas, apoyar la construcción de árboles de decisión sin el uso de información numérica; y renovar, inventar y desarrollar nuevas habilidades. En suma, se busca brindar mayor flexibilidad cognitiva, definida como capacidad de adaptar nuestras conductas e ideas a escenarios cambiantes.

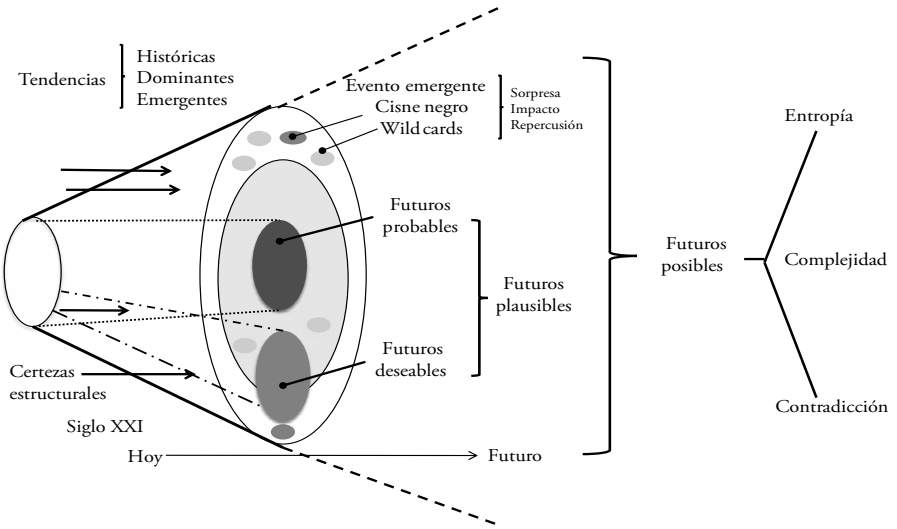
Lo anterior es una muestra de lo que debe ser el nuevo gestor público que se necesita formar, con mejores herramientas y con mayor receptividad al cambio para propulsar una gestión pública evolutiva y multiinteligente, con atributos de adaptabilidad, autoorganización, diversidad, integridad, resiliencia y robustez (Ortegón & Machicao, 2019, p. 191).

Con base en lo anterior, tiene fundamento afirmar que el futuro, tal como lo visualizamos y aprendimos, se ha acortado: está más cercano y es casi un presente, dada la rapidez de los cambios de toda índole, especialmente en el campo tecnológico. La sorpresa es más frecuente y la frontera de posibilidades se ha aproximado considerablemente a una velocidad nunca antes

conocida. Esto representa un reto mayúsculo para quien está acostumbrado a hablar de planes quinquenales y decenales con cierta tranquilidad.

El novedoso «cono del futuro» muestra cómo a partir de tendencias, certezas estructurales y eventos emergentes se dan futuros probables, deseables y plausibles. En conjunto, todo ello da pie a futuros posibles que reflejan entropía, complejidad y contradicción. Este cono, a la luz de las nuevas tecnologías, se ha vuelto mucho más riguroso para la prospectiva en cuanto a imaginación y creatividad y, claro está, en cuanto a análisis como respaldo para repensar un futuro verosímil (figura 19).

Figura 19. Cono del futuro



En línea con las ideas del "cono del futuro", el documento *Explorando futuros. Guía para impulsar el cambio, anticipándose a tendencias,* elaborado por el equipo del Laboratorio de Aceleración Co_Lab del PNUD de Argentina, destaca la idea innovadora de "rueda del futuro" como herramienta visual de las consecuencias directas e indirectas de una señal de cambio con sus círculos expansivos, a partir de la señal débil, que puede dar origen a un fenómeno de nicho, a un fenómeno emergente, a una tendencia o a una megatendencia. Como complemento, destaca el uso de la matriz de

Incertidumbre-Impacto con sus alternativas en cuatro cuadrantes, que se dan en entornos volátiles, inciertos, complejos y ambiguos (VICA). Volátiles porque son inesperados; inciertos porque son difíciles de predecir y anticipar; complejos por el alto número de elementos interconectados y ambiguos porque los eventos o problemas no pueden ser reducidos a una clasificación simplista o binaria. Son, por lo tanto, herramientas de gran utilidad para respaldar los procesos de toma de decisiones (Acosta, Zapata, López, Moreno y Moscovich, 2022, pp. 8, 27, 39).

Se trata de un importante desafío para la política pública, y la prospectiva en particular, que significa cambios de mentalidad y de voluntad, en el sentido de ruptura con paradigmas y actitudes; y por encima de todo significa cambios en las fuentes que sustentan las preguntas fuera de la llamada «caja negra», donde se supone que entran insumos (*inputs*) y salen productos (*outputs*) de manera mecánica y automática.

El triple reto en las políticas públicas del análisis del entorno interno, el entorno externo y el entorno institucional se ha vuelto mucho más apremiante cuando hablamos de futuro, por cuanto no se trata de algo vinculado a la próxima generación, sino a la nuestra, al presente cercano. Es aquí donde los escenarios juegan un rol fundamental para convocar voluntades, aunar esfuerzos y remar colectivamente hacia un horizonte basado en prioridades. Así, el escenario se convierte en elemento central de reflexión, guía y crítica para el tomador de decisiones. Si esto se logra, la prospectiva formará parte fundamental de nuestros procesos de aprendizaje.

Tal como destaca Steven Johnson, una gran parte de la planificación de escenarios es un arte narrativo que consiste en partir de la impredecible nebulosa de acontecimientos futuros y transformarla en una imagen coherente. Johnson menciona al respecto al psicólogo Gary Klein y a Malcolm Gladwell, autor este último del megaéxito de ventas *Inteligencia intuitiva* (2018), donde se describe el llamado análisis *pre mortem*.

Como su propio nombre indica, este enfoque implica un nuevo giro en el procedimiento médico del análisis *post mortem*:

> En una autopsia, el sujeto está muerto y el trabajo del forense es averiguar la causa. En un análisis *pre mortem*, la secuencia se invierte: se le dice al forense

> que imagine que el sujeto va a morir y que imagine las causas que serán responsables de esa muerte futura (Johnson, 2018, p. 133).

El análisis *pre mortem* es una manera mucho más efectiva de determinar los posibles defectos que podría presentar una decisión concreta o la construcción de un escenario. Al obligarnos a imaginar escenarios en los que la decisión haya resultado ser desastrosa, podemos pensar en cómo sortear esos puntos ciegos y esa falsa sensación de confianza (Johnson, 2018, pp. 133-134).

4.2.2. Las proyecciones y las tendencias: convergencia tecnológica e innovación disruptiva

Peter Diamandis, fundador de la Singularity University, y el periodista de talla mundial Steven Kotler han escrito juntos tres libros: una trilogía de enorme impacto sobre la visión de futuro y el diseño de políticas públicas. En el primero, *Abundancia* (2013), los autores presentan los profundos impactos en la democratización y el acceso a bienes y servicios, y por consiguiente la reducción de los niveles de pobreza, hambre y enfermedades. Todo ello, gracias a las tecnologías aceleradas (*accelerating technologies*) y exponenciales.

En el segundo libro, *Bold* (2015), Diamandis y Kotler cuentan en la primera parte las historias de emprendedores exponenciales que, con determinados pasos a seguir y herramientas a utilizar, crean empresas disruptivas con capacidad de crecimiento exponencial. En la segunda parte, explican el concepto «sicología de la audacia» y describen las herramientas mentales para pensar en gran escala. Al final, examinan las opciones disponibles de cualquier emprendedor apoyado en el poder de las multitudes (*crowds*) para conseguir capital, encontrar soluciones a problemas complejos y formar comunidades que transformen el mundo[55].

Diamandis consigna lo que a lo largo de su vida conforman «las 28 leyes de Peter Diamandis», como lemas positivos de emprendimiento, mo-

55 Como se destacó anteriormente, en los sistemas complejos los fenómenos emergentes normalmente surgen en ausencia de cualquier tipo de «mano invisible» o controlador central. Por esta razón, se considera que son más que la suma de las partes, otra forma de decir «Two's company, three is a crowd» («dos son compañía, tres es multitud»). Esta característica asesta un golpe perjudicial a los defensores del llamado «diseño inteligente» (Johnson, 2007, p. 15).

tivación y resiliencia. Por ejemplo, la ley número 1: «Si algo puede salir mal, ¡arréglalo!» (es decir, «¡Al diablo con la Ley de Murphy!»); o la número 26: «Si no puedes medirlo, no puedes mejorarlo»; o también: «Si no está roto, no lo arregles». Aunque esta frase es obsoleta, por cuanto ahora, más que nunca, es necesario y urgente actuar con visión de futuro y con innovación ¡antes de que se rompa! Se requiere transición y reimaginación con estrategia de futuro, pero eficaz y con compromiso.

En *Bold*, Diamandis y Kotler introdujeron las seis D de tecnologías exponenciales:

1. **Digitalización:** una vez que la tecnología se vuelve digital, es decir, se puede traducir en 1 y 0, de código binario, se supera la Ley de Moore, y comienza a acelerarse exponencialmente. Incluso, se superará la Ley de Rose —en homenaje a Geordie Rose, fundador de la computación cuántica—.
2. **Decepción:** las tecnologías exponenciales en su fase de crecimiento inicial generan expectativas y, dado que son lentas en un comienzo, pasan mucho tiempo sin estar a la altura de las expectativas. Después, esto se revierte aceleradamente (figura 15).
3. **Disrupción:** las tecnologías exponenciales comienzan a impactar al mundo y generar ruptura con los productos, servicios, mercados e industrias existentes, que golpean a todo el sector manufacturero. Esto aconteció, por ejemplo, con la impresora de tres dimensiones o 3D.
4. **Desmonetización:** ejemplifica la impactante reducción en costos. Por ejemplo, con la llegada de lo digital, el costo de la fotografía es prácticamente cero o ha desaparecido.
5. **Desmaterialización:** los productos prácticamente desaparecen. Wikipedia, por ejemplo, desmaterializó las enciclopedias e iTunes desmaterializó las tiendas de música. Asimismo, el e-commerce desmaterializa los grandes centros comerciales.
6. **Democratización:** con las tecnologías exponenciales, su acceso se universalizó y dejó de ser exclusividad de algunos o de ciertos gru-

> pos. Por ejemplo, el celular y su acceso a cientos de aplicaciones. Hoy hay más celulares que habitantes en el planeta: 7.700 millones de suscripciones. En cuanto al *smart watch* de nueva generación y a bajo costo, se prevé que servirá para monitorear en tiempo real nuestra salud (pulso, presión, colesterol, calorías, sueño, peso), medir distancias, reproducir música, leer mensajes y ver imágenes.

En su tercer libro, *The future is faster than you think* (*El futuro es más rápido de lo que piensas*; 2020), Diamandis y Kotler pronostican que la innovación tecnológica —disruptiva y exponencial— conducirá a un período de abundancia y a reinventar el mundo que conocemos. Esto se debe a la impresionante penetración de la inteligencia artificial en la vida cotidiana, al extendido uso de la robótica y la realidad virtual, a diseños de experiencias de aprendizaje (*learning experience design*), la biología digital, la impresión 3D, el reconocimiento facial, las redes globales de gigabits (como 5G en internet, que permitirá velocidad 10 veces mayor, 100 veces más de capacidad y menor latencia) y la realidad aumentada, o la que superpone contenido digital en la visión del mundo real de un usuario sin estar físicamente presente[56].

Con base en lo anterior, cuando una innovación crea un nuevo mercado y acaba con uno existente, Diamandis y Kotler utilizan el término «innovación disruptiva»; y cuando las tecnologías exponenciales convergen durante ese proceso, su potencial para la disrupción o ruptura aumenta en escala. Con estos saltos exponenciales, los autores invitan a repensar nuestros esquemas tradicionales de planificación y nuestras formas de enfrentar el futuro.

Dichos especialistas destacan que las tecnologías exponenciales aisladas afectan severamente productos, servicios y mercados, mientras que las tecnologías exponenciales convergentes los arrasan, así como las estructuras que los soportan. ¡Como cuando Netflix arrasó a Blockbuster! Algo parecido sucedió con las cámaras fotográficas Kodak, que no anticiparon ni se ajustaron

56 Con esta tecnología, mediante una teleconsulta se puede desde aplicar maquillaje virtualmente hasta reparar un auto en tiempo real, además de ver datos, instrucciones e imágenes visuales en 3D con el uso de un Hololen de Microsoft Corp. (*El Mercurio,* 2021c).

a la rapidez con que la tecnología de las cámaras digitales irrumpió en el mercado... tecnología que después fue paulatinamente desplazada por la de las cámaras de los teléfonos celulares. Muchos no anticiparon el fenómeno de la innovación y, cuando ya lo tenían encima, era demasiado tarde.

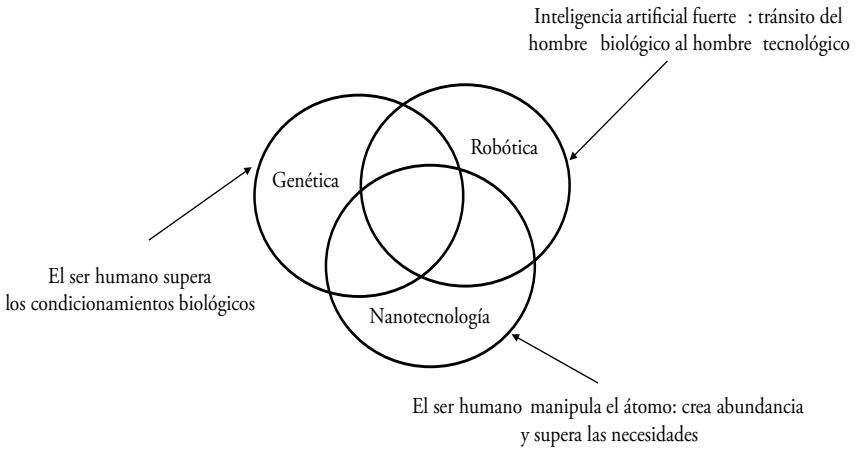
De esta manera, Diamandis y Kotler acentúan que actualmente, cuando diferentes tecnologías convergen, el progreso se da con una profundidad y velocidad nunca antes vistas. El mundo pasó de ser lineal y local a global y exponencial. Sin embargo, cáusticamente, estos autores advierten que nuestro cerebro —que realmente no ha tenido una actualización de *hardware* en 200 mil años— no fue diseñado para esta escala o velocidad.

Y destacan que, de acuerdo a la Ley de los Retornos Acelerados, Ray Kurzweil hizo los cálculos y descubrió que vamos a experimentar 20 mil años de cambio tecnológico durante los próximos 100 años. Esto significará cambios de paradigmas y en las reglas del juego. Para ello, citan la pronta llegada de los carros voladores, por cuanto las tecnologías convergentes han logrado superar la seguridad, el ruido y el precio (Diamandis y Kotler, 2020, pp. 9-12).

La Ley de los Retornos Acelerados plantea a grandes rasgos que la información se organiza mediante patrones cuya complejidad va en aumento en paralelo con la eficiencia. Por lo tanto, la singularidad tecnológica que expone Kurzweil es una consecuencia de la aparición de nuevos patrones. Así, la singularidad se concibe como la convergencia de patrones de genética, nanotecnología y robótica (GNR). Mediante la genética, el ser humano superará los condicionamientos biológicos, tales como el envejecimiento y las limitaciones intelectuales; mediante la nanotecnología, podrá manipular su entorno, crear abundancia y suplir necesidades; y, mediante la inteligencia artificial fuerte —inteligencia artificial de nivel humano—, dejaría de ser biológico y pasaría a ser tecnológico (figura 20).

El grueso del libro citado se dedica a analizar y proyectar, con sólidos argumentos, estudios y datos, el futuro de las compras (*e-commerce*), el entretenimiento, la educación *offline* y *online*, la telemedicina, el teletrabajo, el *service design*, la longevidad, las finanzas, el cambio climático y los alimentos.

Figura 20. Idea futurista de singularidad o convergencia de genética, nanotecnología y robótica (GNR)



Fuente: elaboración propia con base en Diamandis y Kotler (2020, pp. 3-26)

Diamandis y Kotler analizan e invitan a reflexionar, dejando de lado las divagaciones estériles, los siguientes siete nuevos modelos de negocios o tendencias dominantes del futuro en la economía.

A. **La economía de masas** (*crowd economy*), con el *crowdsourcing*, el *crowdfunding*, el apalancamiento de activos y el personal a pedido. Entre muchos casos que se mencionan, está, por ejemplo, Airbnb, la más larga cadena de hoteles en el mundo que no posee un solo cuarto de hotel. Otro ejemplo es que, mediante la modalidad de personal a pedido, las empresas pueden ágilmente contratar desde sus sedes todo tipo de trabajadores, desde mecánicos hasta científicos localizados en India, China, Japón o Brasil.

B. **La economía libre de datos** (*free-data economy*). Significa —tal como lo hacen empresas como Facebook, Netflix, Instagram o Spotify— atraer al cliente mediante el acceso gratuito a un servicio interesante y luego ganar dinero con los datos recopilados sobre él. Se trata de un modelo *user centric*, donde los suscriptores, con su información, sus patrones y su satisfacción, son la clave. Además, es un modelo con una alta probabilidad de que las máquinas puedan conocernos mejor que las personas.

C. **La economía inteligente** (*smartness economy*). Da como hecho que la inteligencia artificial prácticamente reemplaza a la electricidad y constituye una versión actualizada de la economía tradicional. Todo consistirá en tomar cualquier herramienta y agregarle un poco de inteligencia. Por ejemplo, celulares que se convirtieron en *smartphones* (saben más de nosotros que nosotros mismos); estéreos en *smart speakers*; casas, paulatinamente, en viviendas inteligentes con el «internet de las cosas» (IdC o IoT); ropa inteligente con sensores que captan datos y síntomas del paciente que se transmiten a la aplicación de un teléfono inteligente y son analizados por un algoritmo, para luego ser transmitidos a un médico a través de un portal en línea; brazaletes que funcionan como estetoscopios digitales y permiten que los médicos examinen los sonidos del corazón y los pulmones en forma remota; autos que se transforman en vehículos autónomos; y robots que ya cumplen múltiples tareas en la Tierra y en Marte, al explorar y analizar su superficie.

D. **Las economías circulares** (*closed-loop economies*) o economías del reciclaje. Están tomando cada día más fuerza y actúan tal como sucede en la naturaleza, donde nada se desperdicia. En el camino hacia el futuro, con las nuevas regulaciones y los nuevos emprendimientos, la aproximación a una economía circular —no lineal— es cada vez mayor. El *leitmotiv* pareciera ser eliminar los residuos del sistema desde un comienzo de manera inteligente, sostenible e integradora. Así lo establecen las Naciones Unidas y la estrategia Europa 2020. Con ello, se pretende «cerrar el ciclo de vida» de productos, servicios, materiales, agua y energía. Ejemplos de ellos son la reutilización de materiales en la elaboración de nuevos productos a base de plástico, vestuario, desechos de construcción, agua, basura, etcétera.

Tal como se comentó en los acápites iniciales de este ensayo, el sistema lineal de la economía tradicional (extracción, fabricación, utilización y eliminación) ha alcanzado sus límites. En consecuencia, la economía circular utiliza y optimiza los *stocks* y los flujos de materiales, energía y residuos. Esta economía, con sus tres R (reducir, reusar y reciclar) permite que los residuos de unos se conviertan en recursos

para otros. ¡En agregar valor desde abajo hacia arriba!

En otras palabras, la economía circular es el paradigma de un sistema de futuro donde los residuos pasan a convertirse en materia prima de nuevos productos. Y es ahí donde la prospectiva debería apostar con sus escenarios medioambientales, industriales, tecnológicos y territoriales, compatibles con las necesidades reales de la sostenibilidad y la reindustrialización de los territorios, para contribuir a la transición de vender productos a vender servicios de la mano de lo digital.

Es decir, se busca respaldar la transición de una economía de productos a una economía de servicios, donde se conecta a personas que tienen cosas con personas que necesitan cosas y con eso se salta la economía de procesos, lo cual implica menos uso y más reúso de recursos, como señala Europa 2020. ¡Para generar este cambio el elemento central es la *educación,* llave por excelencia para cambiar cómo las personas piensan y sus comportamientos de consumo!

E. Las organizaciones autónomas descentralizadas (*decentralized autonomous organizations*). De la mano del *blockchain* y la inteligencia artificial, se está engendrando un nuevo sector empresarial, el cual, según Diamandis y Kotler (2020), implica que no hay empleados, ni jefes y una línea de producción continua. Un conjunto de reglas preprogramadas deciden cómo las empresas operan y las computadoras o los robots harán el resto.

Por ejemplo, futuras compañías de taxis autónomas, en pruebas piloto, podrán trabajar 24 horas seguidas al día y, si es necesario, los vehículos se dirigirán al taller de mantenimiento sin ninguna participación humana. Actualmente, en Amazon la arquitectura orientada a servicios (SOA) es la idea principal que guía el desarrollo de las tecnologías de la compañía. La plataforma de comercio electrónico se compone de una red de cientos de servicios de *software* que trabajan conjuntamente para ofrecer funcionalidades que van desde recomendaciones hasta atenciones de pedidos, pasando por el seguimiento de existencias. ¡Todo se reduce al largo plazo! (Bezos, 2021, p. 48).

F. **Múltiples modelos mundiales** (*multiple world models*). El mundo de la tecnología exponencial agrega continuamente nuevas capas a la ecuación GNR. Cada vez se multiplican, sin darnos cuenta, las imágenes gráficas que representan a una persona real como un *alter ego* o a personajes en mundos virtuales, redes sociales, webs y comunidades a través de la Web 3.0 o la «web inteligente», con plataformas de internet mucho más personalizadas. Las computadoras o los videojuegos escogen al usuario, para luego representarlo en una aplicación o sitio web. Con un solo *click*, tenemos varios mundos a la vez para diseñar vestuarios, casas, vehículos, utensilios y cosas en general. Y TikTok ha desplazado en descargas a WhatsApp, Instagram y Facebook, con 1.300 millones de usuarios.

G. **La economía de transformación** (*transformation economy*). La tendencia es que cada experiencia de compra o de vida sea una transformación de nuestra forma de ser, como ir a un gimnasio, comprar un café, entrar a una librería, visitar a un doctor en una clínica, asistir a un espectáculo, dejar el auto para caminar por la ciudad, recorrer un parque o simplemente viajar.

En medio de los profundos cambios que los autores avizoran y que están a la vuelta de la esquina, no dejan de destacar los grandes riesgos que enfrenta la humanidad y que constituyen el desafío apremiante de los ejercicios de prospectiva: la escasez creciente de agua, el cambio climático, la contaminación ambiental, el desempleo, las migraciones descontroladas, las desigualdades sociales, las asimetrías de la globalización, el terrorismo y la pobreza en todas sus formas.

¿Soluciones? La única manera que Diamandis y Kotler (2020) visualizan para salir de las encrucijadas mencionadas y navegar con dichas tendencias en el futuro es a través de la innovación con una continua educación. Sin embargo, con un cerebro local y lineal será aún más complicada la salida.

Para el tipo de educación que se requiere, los autores resaltan dos componentes críticos: uno mental y otro físico. El primero hace refe-

rencia a las habilidades y mejoras de rendimiento que se obtienen al asimilar los *flujos* de productividad, aprendizaje, creatividad y colaboración para mantener el ritmo de los desafíos del futuro. Estos flujos nos capacitan para procesar la información en el cerebro y la memoria, habilitándonos para pensar a *velocidad* y a *escala*, los dos requisitos cognitivos fundamentales para prosperar en un mundo exponencial.

El segundo, el componente físico —en el sentido de la actual tecnología física—, hace referencia a la capacidad que puedan tener los líderes, políticos, actores estratégicos y empresarios exponenciales para actualizar y comprender las nuevas tecnologías y las posibilidades que se abren cada día. Las oportunidades están, pero se requiere voluntad política, porque nunca la obsolescencia del conocimiento ha sido tan rápida. Este es el factor clave de alerta en el diseño de planes y estrategias. De igual manera, la Cepal ha enfatizado categóricamente los impactos de la nueva revolución tecnológica.

> En efecto, la economía y la sociedad mundiales están cada vez más inmersas en la era digital, que se define por la convergencia de un conjunto de tecnologías emergentes cuya dinámica configura nuevos ecosistemas construidos sobre la infraestructura y las innovaciones de la revolución digital. La velocidad del cambio, producto de la naturaleza exponencial de los avances tecnológicos, la gran permeabilidad de las tecnologías digitales en todos los sectores e industrias, y su profunda capacidad de transformación de sistemas completos de producción, gestión y gobernanza, agregan oportunidades e incertidumbres a la dinámica del desarrollo (Cepal, 2018a, p. 15).

Sobre esta base, dice la Cepal que se constituyen las plataformas científico-tecnológicas de lo que se ha denominado la convergencia NBIC: nanociencia y nanotecnología, ciencias de la vida y biotecnología, ciencias y tecnologías de la información y comunicaciones, y ciencias cognitivas y tecnológicas relacionadas.

La Cepal también destaca que del concepto de convergencia NBIC se ha avanzado al de convergencia CTS (conocimiento, tecnología y sociedad), definido este como interacción, sinergias e integración cada vez más intensa y transformadora entre disciplinas científicas, tecnológicas, comunidades y dominios de la actividad humana para crear

> valor y diversificación, y alcanzar objetivos comunes. Sin embargo, también reconoce como desafío mayúsculo para la región latinoamericana que los patrones de consumo y producción están cambiando velozmente, pero la producción de nuevas tecnologías y las estrategias Industria 4.0 son fundamentalmente exógenas, lo que hace, por lo tanto, que la competitividad y el crecimiento dependan de su integración al ecosistema digital mundial (Cepal, 2018c, pp. 47-48).

4.2.3 Cambiar la inercia de la gestión pública para salir del entrampamiento: el agotamiento del incrementalismo

Los anteriores fundamentos nos dan pie para analizar lo que hemos hecho durante décadas en gestión pública, con reformas y contrarreformas y un sin fin de expectativas, muchas de ellas aún sin cumplir. Este proceso de revisión es urgente, y con mayor presión post-Covid-19, cuando el virus se ha convertido en la excusa perfecta para imputarle la culpa de todos los males en lugar de reconocer que permitió desnudar flaquezas y debilidades de nuestra institucionalidad y gestión pública.

El innegable avance en los campos de las tecnologías mencionadas es un hecho irreversible y de inusitada rapidez. Pero, cabe preguntarnos qué representan para un ciudadano promedio de América Latina y el Caribe los términos abundancia y convergencia tecnológica. Y también qué significa para los adultos mayores y la población de sectores rurales y urbanos marginados poseer eventualmente un celular y no un *smartphone*, quedándose al margen de las nuevas formas de interacción social y sin capacidad funcional para superar la brecha digital y realizar funciones básicas con las nuevas aplicaciones. Son preguntas relacionadas con conectividad y alfabetización digital, tanto para jóvenes como para adultos, que están presentes en la agenda de futuro.

Junto al aislamiento tecnológico, la depresión, la soledad y el desamparo generan marginalidad y suicidios. En el Reino Unido y Japón, países conscientes de esta situación, se ha creado el Ministerio de la Soledad, mientras que Alemania, Australia y Canadá también tienen planes en este ámbito. Una vez más queda demostrado el valor de nuestra congénita na-

turaleza de contacto intergeneracional y nuestra psicología de sentimiento comunitario y esperanza[57].

Según un muy reciente índice —presentado el 25 de febrero de 2021 por las Naciones Unidas y Unctad— para medir el grado de preparación de los países para adoptar 11 tecnologías «de frontera» y «emergentes» (inteligencia artificial, IdC, macrodatos, *blockchain*, 5G, impresión 3D, robótica, drones, edición genómica, nanotecnología y energía solar voltaica), se destacó que estas «megatendencias» constituían un mercado de US$ 350.000 millones en 2018, cifra que de aquí a 2025 podría multiplicarse por 10, hasta crecer a US$ 3,2 billones (de ellos, US$ 1.500 millones en IdC y US$ 500 millones en robótica) (Unctad, 2021).

Este índice se elaboró midiendo cinco variables: investigación y desarrollo en nuevas tecnologías, estado de la industria local de telecomunicaciones, capacitación para nuevos sectores, facilidades de financiación en ellos, y despliegue de estas industrias en el país. Se ha incluido 158 naciones, con índices que van de 0 a 1.

Considerando los puestos que ocupan los países de nuestra región, Brasil se ubica en el puesto 41 del índice, Chile en el 49, México en el 57, Costa Rica en el 61, Argentina en el 65, Panamá en el 67, Colombia en el 78, Perú en el 89 y Venezuela en el 99. Estos países son los mejor posicionados de América Latina.

Al final de este índice global de la región se sitúan El Salvador (puesto 106), Bolivia (116), Honduras (122) y Nicaragua (125). Dentro de cada variable, los puestos de los países varían, pero lo impactante es que, por ejemplo, mientras el promedio mundial es 0,44 —puntaje obtenido por Colombia—, la media de América Latina no llega a 0,4. Estados Unidos tiene el máximo puntaje, mientras que Suiza, el Reino Unido, Suecia y Singapur lograron notas de 1 o cercanas a 1, y son los países más preparados para las nuevas tecnologías.

57 En el momento de escribir este trabajo, un artículo del periodista Andrés Oppenheimer –citando al diario *Japan Times*– informaba que, por un lado, en Japón en 2020 se habían suicidado 21 mil personas, mientras que, por otro lado –según un estudio de la Brookings Institution–, en Estados Unidos se ha propuesto a la Casa Blanca crear una agencia coordinadora para combatir la ola de depresión, adicciones y suicidios que, durante la pandemia, pudo haber alcanzado 130 mil muertes por falta de esperanza (Oppenheimer, 2021).

Corea del Sur se sitúa en el puesto 7, Alemania en el 9, Francia en el 13, Japón en el 18, España en el 21. Sorpresivamente, China e India, pese a liderar en investigación y desarrollo, están en los puestos 25 y 43, respectivamente, por sus deficiencias en telecomunicaciones.

En la tabla 10 se presentan las posiciones obtenidas en este índice global por algunos países: los de América Latina en el lado derecho, los del mundo desarrollado en el lado izquierdo.

La exsecretaria general de la Unctad, Isabelle Durant, resumió este *Informe sobre tecnología e información* con las siguientes palabras: «Es fundamental que los países en desarrollo no pierdan la ola de las tecnologías de vanguardia, pues de lo contrario se profundizarán aún más las desigualdades» (2021 p. 1). También recalcó que «junto a las enormes oportunidades de estos sectores nacientes llegan grandes desafíos, como el riesgo de que la automatización se apodere de los puestos de trabajo a gran escala, mientras se reducen los derechos laborales». El estudio hace un llamado a los gobiernos para allanar el camino a las nuevas tecnologías, «garantizando que los beneficios de estas tecnologías sean compartidos por todos» (Unctad, 2021).

La conclusión general que se extrae de dicho informe, con base en el índice global, es que América Latina está mal preparada para la tecnología del futuro (disruptiva y exponencial), la cual va más allá de la inteligencia artificial, y en el caso de seguir esta tendencia sin reaccionar oportunamente, el riesgo es que se amplíe la brecha respecto a los países desarrollados (tabla 10).

En conclusión, el informe de la Unctad hace un enérgico llamado a acelerar el tránsito hacia la Industria 4.0. «Los países de América Latina no pueden permitirse el lujo de no subirse a la *nueva ola* de cambio tecnológico», afirma (Unctad, 2021). ¡Es perentorio prepararse para el futuro y subirse a esta ola!

Con base en la clasificación de dicha fuente, y reiterando lo expuesto anteriormente, se aprecia que las brechas son tan grandes y las distancias entre grupos tan amplias que el *riesgo* del rezago es latente. Salvo que los gobiernos con voluntad política adopten las estrategias pertinentes y los pactos necesarios a partir de una transformación profunda en los sistemas de educación, con acento en su calidad, adaptación y cobertura, y con visión de largo plazo.

Tabla 10. Muestra de países por condición de preparación para las tecnologías del futuro, según el índice global de la Unctad

País	Posición	País	Posición
Estados Unidos	1	Brasil	41
Suiza	2	Chile	49
Reino Unido	3	México	57
Suecia	4	Costa Rica	61
Singapur	5	Argentina	65
Países Bajos	6	Panamá	67
Corea del Sur	7	Colombia	78
Alemania	9	Perú	89
Francia	13	Venezuela	99
Japón	18	El Salvador	106
España	21	Bolivia	116
Italia	24	Honduras	122
China	25	Nicaragua	125
Rusia	27	India	43

Fuente: Unctad (2021).

Es innegable que estas tecnologías impactan hoy en día nuestra vida cotidiana y a la sociedad en general, pero el meollo del problema es que millones de personas se quedan rezagadas por no tener acceso a ellas, o capacidades o habilidades para usarlas. Las asimetrías, brechas o desigualdades están presentes, y puede que hayan aumentado con el Covid-19. Son estas realidades las que hay que tener en cuenta, ante todo al hacer nuestras proyecciones o construir escenarios para 10 o 30 años. ¿Cómo complementar mejor el conocimiento experto con el conocimiento de otros actores y, en lugar de recomendaciones universales, promover e implementar soluciones colectivas que puedan adaptarse a contextos y realidades específicas? Este debería ser el punto de partida para la discusión interna de cada país.

Para dar una idea de la urgencia de hacer las cosas de manera diferente y salir de las rutinas convencionales, veremos el caso de Colombia. Se trata

de un caso paradigmático —como reflejo o espejo de América Latina— sobre optimismo y ambición reflejados en los planes nacionales de desarrollo y en los ejercicios de prospectiva, en los cuales la retórica ha predominado. Colombia es, quizás, uno de los países con mayor experiencia e historia en la región con este tipo de rutinas: lleva más de 70 años elaborando todo tipo de planes a nivel nacional, regional y local. Fue bajo el gobierno del presidente Alberto Lleras Camargo (1961-1970) cuando se elaboró el primer plan decenal y se ha hecho así, interrumpidamente, hasta nuestros días, con nombres de inusitada elegancia y con la imaginación propia de Gabriel García Márquez.

Veamos algunos de ellos: Planes y Programas de Desarrollo (1961-1970), Las Cuatro Estrategias (1970-1974), Para Cerrar la Brecha (1974-1978), Plan de Integración Social (1978-1982), Cambio con Equidad (1982-1986), Plan de Economía Social (1986-1990), La Revolución Pacífica (1990-1994), El Salto Social (1994-1998), Cambio para Construir la Paz (1998-2002), Hacia un Estado Comunitario (2002-2006), Estado Comunitario: Desarrollo para Todos (2006-2010), Prosperidad para Todos (2010-2014), Todos por un Nuevo País (2014-2018), Pacto por Colombia (2018-2022) y, post-Covid-19, el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social, Conpes 4023 para 2021 y 2022: «La política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible incluyente: nuevo compromiso por el futuro de Colombia» (Caballero, 2019).

Así, más de 16 planes han marcado la ruta de la economía colombiana, con significativos cambios y transformaciones, y liderados por una fuerte institucionalidad, como el Conpes y el Departamento Nacional de Planeación (DNP). A los planes nacionales, se debe sumar por mandato constitucional los planes periódicos, según el ciclo electoral, lo mismo que los planes regionales (6 regiones), los planes departamentales (37 departamentos), los planes municipales (1.103 municipios) y una multitud de planes sectoriales, además de más de 400 planes o proyectos prospectivos de importantes instituciones de nivel nacional.

Asimismo, a todo lo anterior habría que agregarle las misiones de sabios con comisionados nacionales e internacionales que han buscado trazar la ruta para el avance de la ciencia, la tecnología, la innovación y la educa-

ción como órgano maestro del país, pero cuyas recomendaciones y planteamientos quedan en el olvido sin el respaldo político necesario para llegar a ser políticas de Estado. Es un ejercicio gigantesco. Aunque, como presagió Gabriel García Márquez en la presentación de la misión de 10 sabios de 1994 «Colombia al filo de la oportunidad» —durante la administración del presidente César Gaviria Trujillo—: «¡Ojalá no quede olvidada en los anaqueles del palacio presidencial!» 25 años después, el presidente Iván Duque conformaba otra misión, de 43 sabios esta vez, para «endogenizar la ciencia» y adelantar la misma reflexión sobre la Colombia del futuro.

Aún queda más para reforzar el argumento de sobrediagnóstico sin acción. Ya se han mencionado aquí las tres misiones de alto nivel para combatir el desempleo, encabezadas por Dudley Seers (1970), Hollis Chenery (1986) y Santiago Levy (2020).

Colombia también ha sido uno de los países más estudiados y diagnosticados en materia de descentralización, federalismo fiscal y finanzas intergubernamentales. Basta citar los siguientes informes o misiones: «Estudio fiscal en Colombia», bajo la dirección de Milton C. Taylor (1967); «Fiscal reform for Colombia», dirigido por Richard A. Musgrave (1971); «Finanzas intergubernamentales en Colombia», dirigido por Richard M. Bird (1981); «Colombia: descentralización y federalismo fiscal», dirigido por Eduardo Wiesner Duran (1992); «La descentralización en Colombia: realidades, posibilidades, agenda», dirigido por la Contraloría General de la República (1994); y «Desarrollo local y descentralización en Colombia», dirigido por la Cepal y la Agencia de Cooperación Alemana GTZ (2001).

Como si fuera poco, falta mencionar la misión de internacionalización encabezada por Ricardo Hausmann, de la Universidad de Harvard, y 10 expertos de talla internacional con el propósito de convertir al comercio exterior y la inversión extranjera en motores de crecimiento y generación de empleo. En agosto de 2021 se entregaron los resultados, los cuales, a grandes rasgos, señalan que en los últimos 60 años Colombia se rezagó del mundo y se encerró más; que su PIB —un 25 % del de Estados Unidos— está muy lejos de aquel que una economía con el tamaño y la población de Colombia debería tener; y que Colombia registró una baja participación

en las cadenas globales de valor. Es decir, ¡el proteccionismo tampoco fue motor de desarrollo!

El gran dramaturgo irlandés Samuel Beckett, Premio Nobel de Literatura 1969, escribió la obra teatral *Esperando a Godot* (1952/1940) estrenada en 1953. Es una sátira, una metáfora o un teatro del absurdo, en la cual los vagabundos Vladimir y Estragón matan el tiempo con juegos verbales mientras esperan a alguien llamado Godot, quien nunca aparece. Es una esperanza remota, una ilusión por algo mejor, una ficción para sobrellevar la vida o no hacer nada mientras llega Godot. Se trata de un mesianismo que tiene como base la espera. Así transcurren las vidas de Vladimir y Estragón, en una espera interminable sin destino ni puerto. Asombrosamente, la creación literaria sirve para reflejarnos con crueldad lo que sucede con frecuencia con nuestros planes de desarrollo: por un lado, la gente espera ciclo tras ciclo y generación tras generación el cambio en sus necesidades básicas, pero, por otro, el sistema político como actor no hace uso de su voluntad y de su acción para mejorar las condiciones. Además, la misma ciudadanía, con su desafección, indiferencia y apatía, forma parte del guion y el plan no moviliza el cambio o lo hace lentamente.

4.2.3.1 Dos posibles interpretaciones sobre el bajo desempeño histórico de la planificación y la prospectiva: el peso de la retórica sin acción y el peso del incrementalismo sin estrategia

Ya se ha destacado como explicaciones del fracaso de los ejercicios de planificación y de prospectiva en América Latina y el Caribe el bajo nivel de compromiso político, el inestable financiamiento agudizado por los vaivenes del ciclo electoral, la corrupción, la descoordinación interinstitucional y la práctica del reduccionismo o desarrollo disjunto. Como dice la Biblia: «Aquel de ustedes que esté libre de pecados, que tire la primera piedra» (Juan 8, vers. 7).

La lectura meticulosa del excelente libro *La prospectiva en Iberoamérica: pasado, presente y futuro* (Cordeiro, 2016) respalda las anteriores apreciacio-

nes. Se trata de un enorme trabajo intelectual en el cual, bajo la coordinación de José Luis Cordeiro, se sintetiza la experiencia de 14 países con la participación de 35 destacados especialistas, el patrocinio del Milennium Project, la Red Iberoamericana de Prospectiva (Riber), varios gobiernos y 18 importantes instituciones de renombre internacional, como el Banco Mundial, PNUD, Unesco y la Universidad de las Naciones Unidas (UNU).

Las experiencias que destaca el libro ponen en entredicho la relación entre la elaboración de numerosos planes prospectivos en cada país y su aplicabilidad concreta en la toma de decisiones. Sin desconocer lo valioso de dichas experiencias en sí mismas o en cuanto al valor del diseño *per se*, queda la sensación de divorcio entre prospectiva y los cambios que se han generado en los países. Asimismo, se mantienen inquietudes en referencia al involucramiento efectivo de los actores clave en la prospectiva y respecto a cuánto pudieron haber influido dichos planes en desarrollar un marco conceptual de manera consciente, sistemática y rigurosa en el «uso del futuro», la «alfabetización» en futuros y el «aprendizaje» como desafío y oportunidad.

Tal como lo dice la autora de una de las experiencias nacionales, se necesita

> [...] instalar conversaciones y narrativas de futuros, dentro de un proceso de aprendizaje de inteligencia colectiva que logre cambiar los supuestos anticipatorios tendenciales, repetitivos, anquilosados, obsoletos, que nutren imágenes de futuros, para descubrir otro presente con nuevas alternativas. En definitiva, es la oportunidad para experimentar con procesos de construcción social de futuros. El desarrollo de la inteligencia colectiva es una manera de gobernanza experimental que ayuda a avanzar en la transformación y superación de paradigmas y sistemas existentes, y en la creación de nuevos. Imaginarnos que de ser esto posible, se estaría contribuyendo no solo a generar insumos para políticas públicas, sino que, personas, organizaciones, instituciones y sociedades sean más inclusivas, innovadoras, sustentables y resilientes (Garrido, 2016, p. 261).

Quisiéramos agregar dos argumentos complementarios para comprender a cabalidad la problemática en cuestión:

1. Es evidente la disociación entre la retórica y la acción que se manifiesta claramente en los textos cuando la relevancia no examina los objetivos

desde la perspectiva de la estrategia y la eficiencia no hace explícita la relación entre los niveles de logro prometidos y los recursos necesarios para alcanzarlos.

2. Según Charles Lindblom (1959) —uno de los primeros desarrolladores y defensores del incrementalismo en las políticas y la toma de decisiones, también llamado gradualismo o «pasos de bebé», salir del paso (*muddling through*) —, el incrementalismo es un método evolucionario antes que revolucionario; gradualista por excelencia. Esto implica que el futuro solo puede ser transformado de forma gradual y lenta.

Así, en los planes de desarrollo bajo esta perspectiva se disminuye la posibilidad de asumir riesgos y romper barreras. Como consecuencia, se inhibe la acción estratégica profunda, se prefieren las acciones de bajo contenido innovador para hacer frente a las exigencias del presente y se aplazan las reformas de fondo que el contexto demanda. Se prefiere seguir haciendo «más de lo mismo».

El costo de dicha actitud frente a la planificación es el aplazamiento de reformas estructurales y el dejar de lado políticas audaces cuyo potencial es arrojar resultados más eficaces y sistémicos, aunque el riesgo y la incertidumbre sean altos. En consecuencia, la planificación y la prospectiva se convierten en esclavas de las circunstancias de su tiempo. El pasado y el presente las aprisionan y enceguecen con sus prácticas, pensamientos, reflexiones e ideas predominantes. El poder está detrás y los actores ven el futuro con los ojos del pasado, mientras que este delimita las posibilidades del futuro. Es una contradicción entre el corto y el largo plazo de la cual cuesta salir. Tal como decía George Orwell, autor de la novela distópica *1984*, en la que crea el concepto de Gran Hermano como crítica a las técnicas modernas de vigilancia: «Quien controla el presente controla el pasado y quien controla el pasado, controlará el futuro» (Orwell, 2014/1949).

Para reforzar en términos literarios los dos anteriores puntos, especialmente para los ilusos, con ocasión de la investidura de Umberto Eco como Doctor Honoris Causa de la Universidad de Sevilla —el 17 de febrero de 2010—, el rector recordó su obra *Kant y el ornitorrinco,* donde adopta

como emblema una cita que revalida la habitual desconfianza escéptica del escritor: «Hace tiempo estaba indeciso, pero ahora ya no estoy tan seguro».

El rector recordó además que, a finales del pasado siglo, 31 grandes pensadores —reputados científicos, filósofos, lingüistas y economistas de todo el mundo— fueron invitados a pronosticar cómo sería el siglo XXI. En concreto, a todos se les preguntó qué gran avance científico deseaban que se produjera antes del año 2100 y cuál podría ser su impacto en la sociedad. Las respuestas se publicaron en un interesante libro titulado *Predicciones*, en el cual la colaboración de Umberto Eco se titula «Nunca te enamores de tu propio zepelín» (2000). Eco utiliza la metáfora del incendio en 1937 del dirigible Hindenburg, en el que murieron 35 personas, para indicarnos que no debemos tomar nuestras creaciones demasiado en serio. Aunque el zepelín volaba por ser menos pesado que el aire y, por lo tanto, se atenía a una lógica racionalista, fue el aeroplano —pese a su mayor peso— el vehículo que conquistó el transporte aéreo (Luque, 2010). Volviendo al texto sobre Kant y el ornitorrinco, Luque escribe:

> Umberto Eco plantea este problema de manera filosófica, cuando en una divertida ucronía enfrenta al filósofo Kant con la disyuntiva de encajar en su esquematismo trascendental al ornitorrinco, un animal que es el resultado de un extraño ensamblaje de pato, castor y nutria, del que surge un mamífero que pone huevos. Lo mismo le pasó a Marco Polo para definir al primer rinoceronte que vio en Java. El bestiario mediático crece imparable con nuevas criaturas híbridas, fruto de mágicos ensamblajes. Si un caballo con alas es un pegaso y una mujer con cola de pez es una sirena, ¿por qué un periódico sin tinta ni papel ni esencia corpórea y con imágenes en movimiento, que se actualiza permanentemente, sigue siendo un periódico? (Luque, 2010, p. 2).

Tal vez lo mismo podríamos decir de los planes. Son *signos* tecnocráticos de una semiótica de los lenguajes y los textos, que fijan códigos y repertorios para la narrativa —*story telling*— con instrumentalización divorciada del compromiso social. El conocimiento está de un modo u otro mediado por las formas simbólicas propias del hombre, como el mito, el lenguaje y las ciencias. Estos símbolos son lo que diferencia a los hombres del resto de animales. Pero estos símbolos, llevados a un plan, no son pasivos ni se limitan a reflejar la realidad de un modo más o menos objetivo.

Por el contrario, son activos, simbólicos-proyectivos y reformadores.

Frente a la «trampa» de desigualdad y bajo crecimiento, no encontramos otra explicación. Pero sí la necesidad de retomar la epistemología del *signo,* antes que nada como un instrumento de conocimiento, más que como una actitud periódica de rutina para indicar que hay un rumbo. El *signo* debe representar la deliberación social, la participación, el cambio transformador y la comunicación como entes comunicantes, permitiendo relacionar las necesidades de un individuo con las necesidades de otros que constituyen sociedad, y primando sobre la función lógica una función práctica de resolver problemas.

Enfrentados a la experiencia de Colombia —como plataforma y espejo de reflexión para toda América Latina—, cabe recapacitar sobre el extraordinario libro, ya mencionado, de Philippe Aghion, Céline Antonin y Simon Bunel, *The power of creative destruction* (2021), donde se analiza y operacionaliza el concepto de innovación de Joseph Schumpeter con el propósito de repensar el futuro del capitalismo.

Para dichos autores, el paradigma del crecimiento schumpeteriano tenía como fundamentos las siguientes ideas: a largo plazo, el crecimiento está impulsado por un proceso acumulativo de innovación; la innovación es el resultado de actividades empresariales impulsadas por las perspectivas de rentas de innovación; y, fundamentalmente, las innovaciones desplazan a las antiguas tecnologías, es decir, generan una «destrucción creativa»[58].

El pesimismo o la profecía original de Schumpeter sobre el futuro del capitalismo, fundado en el poder de las rentas de innovación que podrían bloquear innovaciones e impedir nuevas entradas por parte de monopolios, parece no haberse cumplido, según el análisis de los autores, quienes apelan a un optimismo de la voluntad (*optimism of the will*).

La estructura del libro de Aghion, Antonin y Bunel se concentra en revisar tres aspectos básicos:

58 Estas notas se basan en el libro mencionado y en las diapositivas de Philippe Aghion con ocasión del Swedish Entrepreneurship Forum (Estocolmo, Suecia), realizado en honor de Philippe Aghion y Peter Howit y organizado por Ufuk Akcigit y John Van Reenen (webinar, 7 de junio de 2021).

1. Enigmas de la historia económica, tales como: el despegue industrial o *take off*; las ondas tecnológicas y sus efectos sobre el empleo; el estancamiento secular asociado al aumento y disminución de la PTF; la trampa de ingreso medio por pérdida de competitividad, productividad e innovación; la discrepancia entre las tendencias de la intensidad de la innovación y el coeficiente de Gini; y las fuentes y dinámicas de la desigualdad.
2. Cuestiones sobre el sentido común —*common wisdom*— que subyacen en el diseño de las políticas públicas, como suponer: que los impuestos a la robotización protegen el empleo; que la fiscalidad es el único instrumento para hacer que el crecimiento sea más inclusivo; que el proteccionismo es la forma de recuperar el control de las cadenas de valor; y que el crecimiento cero es la mejor respuesta al cambio climático.
3. Repensar el futuro del capitalismo, a la luz de las flaquezas y debilidades que ha revelado el Covid-19, como: el quiebre del sistema de protección social de los Estados Unidos; el magro desempeño del ecosistema europeo para favorecer la innovación; y la desindustrialización de América Latina.

Con base en dicho análisis histórico, el libro plantea tres grandes respuestas para repensar el capitalismo:

1. Combinar el sistema de protección social europeo con el sistema de innovación norteamericano.
2. Lograr mayor complementariedad entre mercado y Estado, con inversiones en favor del empleo y fortalecimiento de las instituciones para garantizar los derechos de propiedad y la independencia de los poderes del Estado.
3. Llegar a una educación inclusiva en todos los niveles y dar apoyo extensivo a la innovación local.

Dichas respuestas concluyen en lo que los autores denominan el «triángulo mágico» de la articulación Estado-mercado-sociedad civil. Por lo tanto, la competencia es fundamental para refundar el capitalismo y para ello es necesario combatir las barreras de entrada que las firmas existentes y los gobiernos crean para bloquear la entrada de innovadores y nuevas tecnologías;

la apertura externa es crucial para aprovechar el avance tecnológico y la ampliación del mercado interno con impactos positivos en el empleo y los salarios; y, el exceso de impuestos anula la innovación y la inclusión. Con estas ideas, el mensaje final es que las grandes innovaciones tecnológicas son las que explican los aumentos en productividad y el crecimiento de los países.

Pese a la contundencia de las conclusiones del libro en cuestión, queda en el aire la inquietud o pregunta sobre cómo evitar que la innovación aumente la desigualdad, dados los altos niveles de concentración de las empresas innovadoras y la débil institucionalidad para fomentar un ecosistema innovador en la mayoría de los países de renta media.

Dichas conclusiones, a la luz del reciente informe de la Misión de Internacionalización para Colombia, demuestran el tiempo perdido y la escasa o nula importancia que se le asigna a la «innovación destructiva» con base en la educación. Este informe bien puede ser válido para casi toda América Latina.

En síntesis, con los datos señalados, lo que queremos mostrar es que Colombia, al igual que la gran mayoría de los países de América Latina, está ¡sobrediagnosticada!, pero, al mismo tiempo, la estrategia, la acción y el compromiso político han estado ausentes.

Sin embargo, a pesar de todas las valiosas herencias acumuladas y los programas institucionalizados de gran impacto social, que han cambiado la vida a millones de personas, hay suficiente espacio para formularnos algunas preguntas: ¿Se ha cumplido la promesa de lograr que Colombia sea una pequeña potencia industrial y competitiva? ¿Se ha reducido la desigualdad y la pobreza en los niveles prometidos? ¿Se ha alcanzado el ofrecimiento de cohesión social y territorial, tal cual pronosticaba la prospectiva y la planificación? ¿Se ha construido Estado desde el territorio o se han deteriorado ciertas regiones hasta el punto de que se consideran espacios fallidos? ¿Se han reducido las brechas tecnológicas y de productividad o, por el contrario, se han ampliado en el transcurso de los años?

Conviene analizar y repensar estas preguntas —válidas para Colombia, en particular, y para América Latina, en general— para reorientar el diseño de nuestros futuros escenarios, profundizar lo positivo que se ha conquistado y enfrentar lo negativo de los «déficits» o brechas que, por

exceso de retórica, se han quedado en promesas incumplidas. La contingencia post-Covid-19 no puede dejarnos en una situación incierta entre lo imposible y lo necesario.

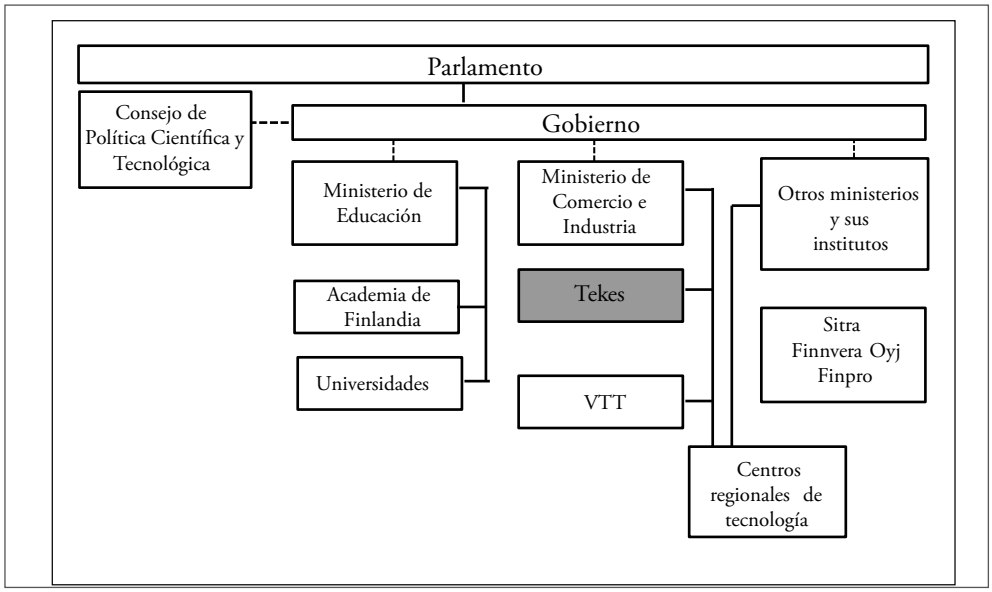
Como respaldo de las anteriores inquietudes, recordemos que, cuando se diseñó el primer Plan de Colombia en la década de 1960, los indicadores generales de desarrollo eran mejores en este país que en Corea del Sur. Hoy en día Corea del Sur supera a Colombia en casi todo: PIB, exportaciones, IDH, CTI, infraestructura, patentes, innovación, productividad, competitividad y gobernanza en un amplio sentido, todo ello sin los recursos naturales de los que dispone Colombia.

Quizás, en línea con nuestra discusión, las explicaciones se encuentren en el poco peso que se asigna en Colombia al conocimiento, la innovación y la calidad de la educación, en la desarticulación de las políticas sectoriales, en las fallas de coordinación y las debilidades institucionales. El PIB per cápita de Colombia en 2020 se acercaba a US$ 5.500, el de Corea del Sur en el mismo año era superior a US$ 32.000, con una cantidad de población similar en ambos países.

Finlandia quizás también es un caso que vale la pena citar como líder y modelo mundial de sociedad de la información, con una historia de supervivencia contra el clima por su ubicación geográfica. En un informe de Manuel Castells y Pekka Himanen, que tiene el título de *The Finnish model of the information society* (2001), las razones de sus logros en menos de 40 años y los elementos básicos del modelo se definen así:

> Gran inversión en investigación y desarrollo bajo la supervisión del Consejo de Política Científica y Tecnológica; un sistema universitario de alta calidad, público y gratuito, dando prioridad a la ingeniería; Tekes como ente dinámico de financiación del desarrollo tecnológico e investigación; la ágil «capitalista pública» Sitra, que invierte capital de riesgo en compañías tecnológicas y actúa igualmente como «estratega no oficial»; una política avanzada de liberalización y desregulación; un pensamiento avanzado sobre normas abiertas; la innovación de empresas en estrecha interacción con todas las fuerzas antes citadas e inventores (*hackers*) que desarrollan sus creaciones en una red en la que participan cientos de otros inventores (Castells yHimanen, 2001).

Figura 21. Estructura del sector público de investigación y desarrollo en Finlandia



Fuente: Carderera Soler (2011, p. 219).

La figura 21 es una síntesis del sistema público de investigación y desarrollo de Finlandia.

Los mensajes que podemos extraer del modelo de Finlandia para nuestra discusión en curso podrían ser muchos. Mencionemos algunos: primero, la existencia de una red de interacciones integradas. Nada está suelto. Existe cabal integración de los niveles directivos, programáticos, financieros y operativos, dentro de una gobernanza interdependiente, con lo cual se evitan las fallas de coordinación. No se trata solo de imaginar escenarios, sino de construirlos con el Parlamento y la voluntad política en la cima de la estrategia, donde el aula es el laboratorio de la innovación. Segundo, un país pequeño, con menos de seis millones de habitantes, logra hacer el tránsito de una industria basada en madera y papel a ser líder competitivo mundial en manufacturas e industria electrónica en un corto plazo. La Agencia Nacional de Tecnología (Tekes) provee financiamiento

a empresas innovadoras y a las universidades en investigación básica y aplicada; el Centro de Investigación Técnica (VTT), como agencia público-privada, cuenta con parques científicos que le permiten el liderazgo en investigación y tecnología, posee en su haber numerosas patentes y ha llegado a desarrollar el primer computador cuántico en 2020. Todo ello está articulado con el Fondo para Investigación y Desarrollo (Sitra), que provee financiamiento a empresas innovadoras.

Claro está, no todo será perfecto, pero su acento en educación y CTI supera con creces los limitantes del envejecimiento de su población, las disparidades regionales y la búsqueda de una identidad nacional (Carderera, 2011).

Israel es otro referente para reforzar las ideas en cuestión. Con 9,3 millones de habitantes y pocos recursos naturales, en 73 años ha sabido convertir la adversidad en ventaja y se ha transformado en líder mundial en innovación y emprendimiento, y en el país número uno en inversión en investigación y desarrollo como fracción del producto interno bruto (4,2 % de su PIB). En el Ranking Mundial de Innovación de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO), Israel ocupa el tercer lugar entre los países más innovadores del mundo. En la misma línea, este país tiene el récord mundial de reutilización de agua, al reciclar casi 90 % de las aguas residuales para su uso en agricultura, además, más del 70 % de su agua potable es agua salada desalinizada. A través de la Autoridad de Innovación, el plan de Israel de 2020 para los próximos cinco años compromete US$ 1.500 en inteligencia artificial.

Israel es referente mundial en materia de gestión del agua, siembra en el desierto, inteligencia artificial aplicada a la robotización, *big data*, *smart cities* y salud digital. Asimismo, cuenta con sorprendentes soluciones disruptivas, como riego por goteo, impresión digital a color, desarrollo de USB, y aplicaciones tanto de Waze como de tránsito asistida por GPS; también destaca en aeronáutica y exploración espacial, y en muchos más avances.

¿Cómo se ha convertido Israel en una potencia innovadora? Expertos como Dan Senor y Saul Singer, autores del famoso libro *Start-up nations. The story of Israel's economic miracle* (2009), señalan cuatro factores clave:

la necesidad, los recursos humanos, una estructura virtuosa y una cultura orientada a la innovación.

El ecosistema israelí funciona gracias a su capital humano altamente calificado y a la fuerte relación que existe entre emprendedores, centros educacionales privados y Estado, además de la experiencia y capacitación de sus jóvenes en el ejército y luego en la universidad. Israel posee el 41% de todos los Premios Nobel de economía, 28 % de medicina, 26 % de física, 19 % de química, 13 % de literatura y 9 % de la paz. A todo esto, la tasa de inversión en educación es cercana a 8 % del PIB y representa 15% del gasto público total. En este país, la enseñanza de inglés es política de Estado, la de ciencia parte desde el jardín infantil y los programas educativos están destinados a proporcionar un conocimiento científico a través de la diversión y el aprendizaje activo con base en la investigación (Senor, & Singer, 2009).

Corea del Sur, Finlandia e Israel, países tan disímiles, son pequeños, pero institucionalmente muy fuertes. En ellos se mezcla la meritocracia con la tecnocracia de manera eficiente, y la educación es un pilar fundamental. Su mayor prueba de fortaleza se demostró en su exitoso desempeño durante el Covid-19.

Mencionamos los anteriores datos, no para exaltar a uno u otro país, sino para mostrar las brechas con respecto a América Latina y alertar sobre la urgencia de adoptar las reformas pertinentes a fin de evitar un rezago mayor. ¡Con elfoco en la coyuntura nos hemos convertido en espectadores del futuro!

Las preguntas para lograrlo son las siguientes: ¿Podrá América Latina acercarse o instaurar un modelo parecido sin trasplantar mecánicamente experiencias a nuestra realidad? ¿No son acaso la educación y la institucionalidad, aspectos en los que América Latina está rezagada, el común denominador de los casos exitosos mencionados?

No se trata de importar irreflexivamente modelos foráneos o de usar experiencias como prototipos fuera de contexto sin considerar las realidades concretas de cada país. La comparación internacional sirve para demostrar cuán lejos estamos de la punta, cuánto recurso se ha desperdiciado

y cuánto potencial hemos subutilizado que bien podría estar al alcance de la gestión política..

Volviendo a nuestro hilo de exposición, el caso de Colombia no es la excepción en América Latina en cuestiones de planes sin resultados. Es un espejo de los otros países. La mayoría de ellos han ejercido la planificación, la prospectiva y la hechura de políticas públicas como algo burocrático, de acuerdo al ciclo electoral. Así, con la misma rapidez con que los planes se publican también quedan en el olvido, lo que afecta concomitantemente el ciclo de inversión y gasto, y da espacio para campañas populistas y para erosionar lo que deberían ser procesos estables de programación y presupuestación, basados en una estrategia de inversión pública de mediano y largo plazo que construye futuro.

En contraposición, cabe destacar a Chile, que en 1967 creó la Oficina de Planificación Nacional (Odeplan) como ente *asesor* de la Presidencia de la República y centro de pensamiento estratégico. En 1990, esta oficina fue transformada y cambió su estatus a Ministerio de Planificación y Cooperación (Mideplan), con responsabilidades en el campo del combate a la pobreza y la coordinación de las políticas sociales. Asimismo, se mantuvo el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) —uno de los mejores de América Latina hasta el presente—, la planificación del desarrollo regional y, asombrosamente, el análisis prospectivo.

En 2019, ese ministerio pasó a llamarse Ministerio de Desarrollo Social y Familia. Así, sin un ministerio de planificación propiamente tal, Chile ha logrado avances y liderazgo significativo tanto en lo económico como lo social. Cabe destacar, con la transición a este nuevo ministerio, la continuidad y progresos del SNIP y el marcado énfasis en la centralidad de un avanzado Sistema de Protección Social de carácter multidimensional, con programas como Chile Solidario y Chile Crece Contigo. Sin embargo, la prospectiva desapareció.

La explicación de los logros en dichas áreas y también en lo económico en Chile podría tener como explicación la estabilidad de sus políticas, la fuerte institucionalidad y la alta transparencia en el recaudo y uso de recursos fiscales; y, junto a ello, el monitoreo, revisión y evaluación anual

de los programas públicos de inversión a cargo de la División de Control de Gestión de la Dirección de Presupuesto (Dipres) y de la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social (MDS). El objetivo la evaluación es mejorar la calidad de la oferta de acciones del Estado para resolver problemas y, a través de ello, mejorar la calidad del gasto. En este ejercicio, la evaluación sobre el rango de ejecución presupuestaria y el gasto por beneficiario juegan un papel prioritario.

Entre los dos extremos mencionados —Colombia y Chile—, la planificación y las políticas públicas han convivido burocráticamente con los diferentes paradigmas de desarrollo que cada país adoptó. Algunos por la vía del peso de un Estado como actor principal y con un alto centralismo apoyado en el presidencialismo; otros, con un enfoque más descentralizado, estratégico y policéntrico y con la adopción de gobernanza por parte de múltiples partes interesadas, de acuerdo con la complejidad y la globalización.

Ya sea que se considere a la planificación como instrumento de cambio estructural —su razón de ser— o como simple instrumento para mejorar la gestión pública, para la regulación de procesos administrativos o para la evaluación de resultados, lo concreto es que la transformación productiva con equidad no se ha logrado. Este hecho inequívoco es quizás el mensaje central de este ensayo.

Así, entre el caso de Colombia en un extremo y el de Chile en el otro, en el centro se ubica un amplio abanico de estilos de planificación con reformas y contrarreformas y, claro está, esto ha afectado severamente las visiones, los escenarios y la construcción de futuro. Tanto en Estados unitarios como en Estados federados o descentralizados, la ciencia, la tecnología y la innovación han estado huérfanas o relegadas, y lo poco que se invierte en ellas ha significado un costo muy alto para la sociedad como un todo. No se han puesto en el centro del debate ni han recibido el compromiso político que se requiere.

Por lo tanto, la tecnología ilumina poco los dilemas del presente y contribuye poco a perfilar el futuro. La participación de las exportaciones de alta tecnología de América Latina en el mundo solo representa el 5 %.

En comparación con un país como Corea del Sur, que invierte cerca de 3 puntos de su PIB en CTI, nuestro continente en conjunto destina a ello apenas 0,5 puntos del PIB, con las consiguientes brechas en productividad (Cepal, 2016, p. 21).

Argentina con 1298 municipios, 23 provincias y un distrito federal; Brasil con 26 estados y 5508 municipios; y México con 32 entidades federativas y 2457 municipios, son países que también tienen una vasta y riquísima experiencia en planificación. Son referentes obligatorios en la región, y los tres cuentan con instituciones y avances tecnológicos de reconocimiento mundial en manufactura, transporte, industria aeronáutica, agroindustria, biotecnología, electrónica y servicios, entre otros sectores económicos. Pese a ello, sus deudas sociales y la desigualdad son proporcionales a su tamaño.

En Centroamérica, algunos ejemplos también confirman las afirmaciones antes expuestas. Por ejemplo, en Guatemala, el Plan Nacional de Desarrollo K'atun Nuestra Guatemala 2032, lanzado a fínales de 2014 con una perspectiva de gradualidad para el cambio en las dimensiones sociocultural, económica, territorial, ambiental y política, con prioridades, metas, resultados y lineamientos, muy pronto perdió impulso como carta de navegación y el huracán Iota, junto al Covid-19, prácticamente lo desmantelaron. ¡Una frustración frente al profundo nombre que lo enmarca![59]

Igual situación han corrido en otros países documentos de planificación como «La visión de país 2010-2038» de Honduras; el plan quinquenal de desarrollo 2014-2019 «El Salvador productivo, educado y seguro»; la Estrategia Nacional 2010-2025 de Ecuador; la Visión Nacional 2030 de México; y, en menor medida, el Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública del Bicentenario 2019-2022 de Costa Rica. Todos presentan

59 «Desde la cosmovisión maya, un K'atun constituye el lapso en que ocurre el proceso de edificación de una gestión. Esta forma de medir el tiempo se basó en un profundo conocimiento de la astronomía, que luego se aplicó a la cotidianidad. Al inicio y al final de cada K'atun, los gobernantes mayas representaban resultados de sus logros» (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2014, p. 3).

áreas, ejes y pilares que se entremezclan con las visiones, donde la prospectiva y la planificación se conjugan indistintamente.

Entre los intentos por descubrir o «adivinar» el futuro, o aguardar el «destino», según palabras del investigador brasileño Paulo Moura, la prospectiva ha navegado indistintamente entre lógicas basadas en métodos, expertos, modelos, tendencias y contextos. Dichas lógicas suponen que el futuro se examina mediante técnicas de opinión, se calcula a través de modelos, se comprende por tendencias o se visualiza a partir de la dinámica entre factores de diversa índole. Este zigzagueo le ha restado fuerza al mensaje de la prospectiva y no le ha permitido encontrar una pausa para reflexionar sobre el núcleo central de su pensamiento y para orientar la acción de manera integrada e interrelacionada, salvo el trabajo de algunos centros o institutos académicos. Este ejercicio es de urgencia para su relevancia.

Ahora bien, tomando en consideración las relaciones entre plan y proceso presupuestario, relaciones que dependen del contexto institucional de cada país, es posible describir otra tipología de los modelos de evaluación de acuerdo al *modelo plan* y al *modelo presupuesto.* Las dimensiones de análisis para caracterizar a estos dos modelos son

- La unidad rectora (ministerios, secretarías de la presidencia) frente a las unidades encargadas de la programación presupuestaria (ministerios de finanzas y oficinas de presupuesto).
- La vinculación entre los procesos de planeación, presupuestación y evaluación.
- El nivel de análisis de la evaluación: énfasis en la metaevaluación para el cumplimiento de las metas del plan nacional de desarrollo o énfasis en la mesoevaluación, la microevaluación, o la combinación de ambos.
- La estrategia de incentivos de los sistemas de evaluación: rendición de cuentas frente a incentivos monetarios asociados al perfeccionamiento de los sistemas de gestión.

Lo sorprendente de todo es que, salvo Uruguay, Chile y Panamá, que se asemejan más al modelo presupuesto, la mayoría de los países se adscri-

ben al modelo plan con matices y mezclas institucionales. Mencionamos esta tipología porque, de acuerdo a la forma como se recauda, gasta y supervisa el presupuesto, los resultados cambian. Es decir, si antes y después del recaudo las desigualdades no varían, ello quiere decir que los recursos no llegan a quienes más los necesitan por mala focalización o por desvíos inescrupulosos; y, por lo tanto, la meta del universalismo, por sus costos, ha sido desatendida.

Cuba, por la naturaleza de su modelo, ocupa un casillero propio dentro de la anterior tipología, mientras que los países del Caribe de habla inglesa, herederos de la institucionalidad de la Mancomunidad de Naciones (Common Wealth of Nations), tienen sus propias características y en el campo de los ministerios de planificación la figura del secretario permanente es algo muy valioso para ellos, por cuanto su función es dar continuidad a las políticas. Al respecto, en la teoría del desarrollo un capítulo especial lo constituye la teoría sobre los «pequeños estados insulares en desarrollo», por sus específicos desafíos sociales, económicos y ambientales. Su tamaño y su remota posición geográfica les impone altos costos de exportaciones e importaciones y dependen en gran medida del turismo y la pesca.

Con relación al lastre de la desigualdad y los obstáculos para sentar las bases de un modelo más inclusivo, conviene rescatar los datos y reflexiones de Andrea Repetto —investigadora chilena doctorada en economía del MIT—, quien calculó que, según el coeficiente de Gini y con referencia a la OCDE, el Gini de Chile es de 49,5 cuando no se consideran las transferencias que los hogares reciben desde el Estado ni los impuestos que pagan. Este es el «Gini de mercado», casi un 10% menor que el de Irlanda, Grecia y Portugal, pero de todas formas 13 puntos más alto que la media de la OCDE[60].

Lo sorprendente es que, cuando se mide la desigualdad de ingresos incorporando la acción del Estado (transferencias monetarias e impuestos),

60 El coeficiente de Gini mide la desigualdad en ingresos. Cuando es 0, significa que los ingresos se distribuyen en partes iguales, es decir, perfecta igualdad; cuando es 1, significa que una sola persona se lleva todos los ingresos, es decir, perfecta desigualdad. El índice de Gini es el coeficiente de Gini expresado en 100 como máximo, en vez de 1, y es igual a este multiplicado por 100.

el Gini de Chile se reduce en apenas 3 puntos, mientras que en promedio en la OCDE cae en 14 puntos.

¿Qué significa esto? Según Repetto: «De esta comparación se deduce que nuestras políticas de transferencias monetarias y de impuestos no hacen lo suficiente por redistribuir ingresos y que estamos desaprovechando herramientas utilizadas por los países más desarrollados» (2019). Peor aún, dice ella:

> En efecto, el 1% de personas de mayores ingresos en Bélgica, Austria, Japón y Finlandia, países que tienen un Gini de mercado similar al nuestro, se llevan entre un 6,7% y un 10,4% del total de los ingresos. En Chile esta cifra es de 23,7%. Es más, el 1% de personas de más altos ingresos en los países de la OCDE son dueñas, en promedio, del 10% de los ingresos, menos la mitad de lo que concentra el 1% más rico de Chile. Algo similar ocurre al revisar la fracción que se lleva el grupo de personas en el 10% más alto de la distribución de ingresos: un 55% en Chile versus un 31% en promedio en la OCDE.

Repetto concluye en su análisis que «esta alta concentración afecta la democracia, no solo por cómo se produce la riqueza, sino también por cómo se gasta. Esto erosiona los esfuerzos por un desarrollo inclusivo y equitativo» (2019).

Es decir, el bienestar está fuertemente relacionado tanto con el ingreso como con la desigualdad, en consecuencia, así como son importantes las políticas que permiten reducir la pobreza, como los programas de transferencias condicionadas (PTC), también lo son aquellas políticas que reducen la desigualdad. Aunque muchos estudios indican que el bienestar está más vinculado al ingreso que a la desigualdad, no cabe duda de que el criterio fundamental es que las políticas complementarias son las que mejores resultados alcanzan en el combate a la pobreza.

Lamentablemente, América Latina, con sus políticas públicas, ha dado más importancia a los ingresos que a la desigualdad. Los PTC, o programas «con corresponsabilidad», durante los últimos 25 años se ejecutan con la condición de que las familias más vulnerables cumplan con ciertos compromisos asociados al mejoramiento de sus capacidades humanas (salud, educación, nutrición), como la Asignación Universal por Hijo (AUH)

en Argentina, Bonos Juancito Pinto y Juana Azurduy en Bolivia, Bolsa Familia en Brasil, Chile Solidario en Chile, Familias en Acción en Colombia, Avancemos en Costa Rica, Bono de Desarrollo Humano en Ecuador, Comunidades Solidarias en El Salvador, Bono Vida Mejor y Programa de Asignación Familiar en Honduras, Prospera en México, Red Oportunidades y Bonos para Compra de Alimentos en Panamá, Tekoporá en Paraguay, Juntos en Perú, Progresando con Solidaridad en República Dominicana y Plan de Equidad y Tarjeta Uruguay Social en Uruguay, para mencionar los más representativos.

Estos programas llegaban a más de 25 millones de familias (alrededor de 120 millones de personas), es decir, a más del 20% de la población de América Latina y el Caribe, antes de la pandemia Covid-19.

Los casos de clientelismo, dependencia, carencia de evaluación, descoordinación con la política sectorial, baja calidad de los sistemas de identificación de beneficiarios y exceso de focalización dispersa, frente a un enfoque más universal y menos engorroso para los beneficiarios, son algunos de los riesgos más latentes de los PTC como solución a la pobreza.

Un reciente estudio sobre el caso mexicano en las zonas urbanas, realizado mediante encuestas de hogares longitudinales, señala que la condicionalidad de los PTC puede limitar la participación o incrementar su abandono, en especial cuando las imposiciones asociadas al cumplimiento son elevadas y los incentivos en efectivo relativamente bajos. Es decir, el programa no consigue retener a los hogares más pobres porque los incentivos son demasiado bajos para el costo de vida en los entornos urbanos y el nivel de pobreza del hogar admisible (Levasseur, 2021; Cecchini, & Madariaga, 2011).

Más recientemente, Cecchini, Villatoro y Pablo-Mancero (2021), sobre la base del análisis de las encuestas de hogares de 15 países de la región entre 2014 y 2017, concluyen que «gracias al efecto combinado de los programas de protección social, en el promedio simple regional la pobreza se redujo 2,0 puntos porcentuales y la pobreza extrema 1,7 puntos porcentuales, lo que equivale a una disminución relativa de 11,8% y 25,9% respectivamente» (2021, p. 28). De igual manera, hacen ver dentro de

sus conclusiones que las encuestas tienden a captar menos perceptores de transferencias no contributivas que los registros administrativos. Al menos este parece ser el caso de Brasil.

En general, dado el bajo impacto sobre la pobreza de los PTC, los autores mencionados recomiendan aumentar los montos y la cobertura para cerrar las brechas y, ante todo, lograr una efectiva coordinación con otros programas sociales (Cecchini *et al.*, 2021, p. 29).

Durante la pandemia de Covid-19, en los países de la región se amplió la focalización a través de bonos y subsidios de toda índole para grupos y sectores específicos de la población por tiempos acotados. Ello se hizo con un enfoque más universal y menos engorroso para discriminar entre familias en pobreza absoluta, pobreza extrema o de clase media baja. Tal como lo había explicitado José Antonio Ocampo (2008, p. 46): ¡la mejor focalización es una política social universal!

Apelando al concepto de *merit goods* de la teoría del bienestar, o «bienes de valor social» en la interpretación de la Cepal —todos los bienes y servicios que la sociedad considera que deben recibir todos sus miembros en tanto ciudadanos—, Ocampo aboga por una concepción universalista de la política social como forma de recuperar la visión estratégica de la política social donde prevalezcan los principios de universalidad, solidaridad, eficiencia e integralidad sobre los instrumentos de focalización, esquemas público-privados y descentralización. Todo esto, bajo el requisito fundamental del fortalecimiento de los sistemas tributarios y de hacerlos más progresivos, especialmente en la tributación directa y las contribuciones a la seguridad social (Ocampo, 2008).

Desde un ángulo más empresarial, Jeff Bezos —propietario de Amazon y de la empresa espacial Blue Origin, que logró como objetivo transportar a los primeros pasajeros a la Luna en su vehículo espacial New Shepard y avanzar como misión estratégica de largo plazo hacia la minería espacial y de asteroides, y hacia el turismo espacial a partir de 2021— se formula una pregunta crucial frente a las nuevas tecnologías: «¿Qué no habrá cambiado en los próximos diez años?» Y anota: «La gran importancia de esta pregunta estriba en que puedes diseñar tus planes a partir de la respuesta. Si pue-

des determinar qué elementos se mantendrán bajo cualquier circunstancia, entonces puedes dedicarles tus energías» (Bezos, 2021, p. 297).

Una vez más, Bezos ha demostrado que una buena pregunta vale más que muchas respuestas en el diseño de estrategias. Es una pregunta *pre mortem*, antes que la convencional *post mortem* de planificadores y prospectivistas, que se plantea después de que los hechos y tragedias han sucedido (Bezos, 2021, pp. 297-298).

Hannah Fry —profesora adjunta de matemáticas urbanas en el University College de Londres, que trabaja en modelos matemáticos para estudiar patrones de comportamiento humano— es autora del fascinante libro *Hola mundo: cómo seguir siendo humanos en la era de los algoritmos* (2019), que trata de los seres humanos y su relación con los algoritmos en el futuro. Sobre esto, ella expresa:

> Ya están aquí [los algoritmos], trabajando en colaboración con nosotros, potenciando nuestras habilidades, corrigiendo nuestros errores, resolviendo nuestros problemas y creando otros nuevos en el camino. [Este libro] trata de la necesidad de plantearse si un algoritmo tiene un beneficio neto en la sociedad. De cuánto deberíamos confiar en una máquina por encima de nuestro propio juicio y cuándo deberíamos resistir la tentación de dejar que las máquinas tomen el control (Fry, 2019, p. 4).

Con dichas inquietudes, Fry hace un maravilloso recuento de las aplicaciones de los algoritmos en nuestras sociedades y sus proyecciones. Para entusiasmar al lector, Fry cuenta cómo Garry Kasparov, el campeón mundial de ajedrez, perdió frente al superordenador Deep Blue[61] desarrollado por IBM en 1997; cómo en 2011 un robot llamado Watson diseñado también por IBM venció a los concursantes en el famoso programa de televisión Jeopardy; también cómo en 2017 el *software* AlphaGo[62], mediante

61 En el *software* Deep Blue se utilizó, para ganarle a Kasparov, un algoritmo diseñado para elegir aquellos movimientos que minimizan las posibilidades de su oponente para ganar y maximizan sus propias posibilidades (estrategia de minimax). Deep Blue contaba con una base de datos de 700 mil juegos de maestros de ajedrez y era capaz de analizar 200 millones de movimientos por segundo (Gómez de Ágreda, 2020, p. 117, en Benjamins y Salazar, 2020).

62 Alpha Go es un programa desarrollado por Google DeepMind que se apoya en redes neuronales artificiales que imitan a las biológicas, evalúa las posiciones en el tablero y selecciona movimientos para conquistar el mayor territorio posible.

inteligencia artificial, derrotó al campeón surcoreano Lee Sedol en el juego oriental estratégico llamado Go —juego más sofisticado que el ajedrez— en 186 movimientos, con un resultado final de cuatro victorias y una derrota, demostrando una memoria casi infinita y gran poder para reconocer el lenguaje humano y aprender de una manera parecida a las personas.

Fry analiza las sorprendes aplicaciones en cuanto a justicia para apoyar a jueces en la toma de decisiones mediante el programa llamado Compas. En este programa se considera más de 90 variables, entre las que se tiene en cuenta la ideología del juez, las partes implicadas y el juicio de los tribunales desde los que llegan las causas.

Esta autora también analiza aplicaciones en otras prácticas: en abogacía, mediante el programa Family Winner y Asset Divider, donde la combinación de inteligencia artificial y teoría de juegos ayuda a los mediadores legales en divorcios a través de soluciones óptimas para repartir los bienes; en medicina, mediante análisis de diagnósticos y apoyo a operaciones de elevada precisión; en movilidad urbana, para optimizar rutas; en vigilancia urbana, en la lucha contra la delincuencia, para identificar sospechosos con antecedentes y definir zonas peligrosas mediante el reconocimiento facial; en periodismo, para revisar artículos; en deporte, para monitorear y optimizar el rendimiento de los jugadores; en ecología, mediante aplicaciones georreferenciales para proteger bosques y parques naturales, cultivos y caudales de aguas; y, ¡sorprendentemente! en la hibridación entre inteligencia artificial y máquinas, para inventar y desarrollar obras en música o artes visuales[63].

63 «Mediante algoritmos y la tecnología llamada 'Redes neuronales adversariales' (RNA o RAN, en su sigla en inglés), una línea de código permite a un computador crear obras a partir de materiales que entrega el usuario. Por ejemplo, la artista Anna Ridler compiló miles de imágenes de tulipanes y le ordenó al computador, a partir de esos modelos, imaginar tulipanes. Holly Herndon importó a un algoritmo cientos de pequeñas tomas de audio de ella vocalizando, con las cuales el computador 'aprendió' a cantar por sí mismo y desarrollar su propia voz. O un grupo de estudiantes de informática que le entregaron a un computador miles de pinturas de retratos; con ellas, la máquina creó su propio retrato, el que, posteriormente, fue impreso y puesto en una subasta. La pintura fue titulada 'Retrato de Edmond de Belamy' y se vendió en 7.000 dólares en una subasta en New York». Y, la obra digital del artista estadounidense Michael Wilkelmann, conocido como Beeple, un *collage* de cinco mil imágenes individuales,

En esta línea de divulgación científica, Richard Benjamins e Idoia Salazar han escrito un libro ameno y de gran formato con las respuestas más frecuentes que acompañan el desarrollo de la inteligencia artificial: *El mito del algoritmo. Cuentos y cuentas de la inteligencia artificial* (2020).

El objetivo principal de este libro es analizar una por una las principales preocupaciones sociales sobre inteligencia artificial para aclarar cuáles son los cuentos (ideas incorrectas, ficciones) y cuáles las cuentas (la verdad, la ciencia, el conocimiento) sobre lo que es posible y lo que no es posible, no solo hoy, sino también en un futuro cercano, a fin de disipar miedos. Los autores lo hacen con conocimiento y opinión de destacados científicos, porque, sin duda, según afirman, la educación es el arma más poderosa contra el miedo y para el progreso (Benjamins y Salazar, 2020, p. 29).

Asimismo, la española Marta García Aller —profesora asociada del IE School of Human Sciences and Technology del IE Business School— en 2017 escribió el libro *El fin del mundo tal y como lo conocemos. Las grandes innovaciones que van a cambiar tu vida* (2017). Este libro es un seductor recuento de los cambios culturales, tecnológicos y económicos que nos esperan en el siglo XXI. Lo sorprendente de todo esto es que muchos de los «fin» anunciados no llegaron, sino que bastó un «cisne negro» o una «carta salvaje», como lo fue el Covid-19, para que muchos de los pronósticos se echaran para atrás y, por el contrario, empeoraran, como ciertas enfermedades que recrudecieron (mentales, cardiovasculares, diabetes, obesidad, soledad digital, etcétera), la vejez que continuó demostrando su vulnerabilidad, la escasez mayor de ciertas profesiones, como todas las relacionadas con la salud y la informática. Por otra parte, se hizo evidente el predominio de tres inteligencias que seguirán siendo humanas por excelencia, a pesar de los vertiginosos avances de la automatización: la inteligencia relacionada con la percepción y manipulación en entornos desordenados; la inte-

---

que se realizaron a lo largo de más de 13 años, se vendió en US$ 70 millones en una subasta de Christie's y que está autenticado por una cadena de bloques que certifican su originalidad y propiedad. Las preguntas clave que los investigadores tratan de resolver sobre el Criptoarte son: «¿Quién es el verdadero autor de esas obras?, ¿puede ser un algoritmo el creador de una pintura?, ¿es esto verdaderamente arte?» (*El Mercurio,* 2021a).

ligencia creativa (innovación); y la inteligencia emocional (sentimientos y emociones) (García, 2017, p. 45)[64].

En asociación con las anteriores tres inteligencias, hay ciertas vertientes sobre la complejidad que ahondan en la comparación entre pensamiento complejo y pensamiento sistémico y sustentan las tendencias complejas del futuro. A continuación, se hace una breve reseña de estos dos tipos de pensamiento.

4.2.4 Pensamiento complejo: síntesis

El gran filósofo, antropólogo y sociólogo francés Edgar Morin es, sin lugar a dudas, un ilustre pensador que con inigualable profundidad ha investigado incansablemente para encontrar un *método* para el conocimiento (científico, simbólico, mitológico, mágico), la vida, la existencia y el espíritu. En sus seis volúmenes encabezados bajo el título *El método* (desde 1970) plantea el desafío de avanzar en el conocimiento científico sin descuidar los problemas humanos, sociales y políticos.

Como corolario de su obra, para Morin la complejidad tiene, por un lado, una concepción ontológica basada en la naturaleza de la realidad y, por otro, una aproximación epistemológica, entendida esta como generación de un pensamiento y proceso de conocimiento que pone en operación una serie de principios cognitivos.

Basados en el excelente texto *Las vertientes de la complejidad* (2018), de Enrique Luengo González —doctor en Ciencias Sociales de la Universidad Iteso de Guadalajara—, sintetizamos a continuación el recuento que él realiza sobre los trece principios cognitivos que Edgar Morin analiza en profundidad en sus seis volúmenes de *El método.*

64 En el campo de la psicología, se suele hablar de muchos tipos de pensamiento, como procesos mentales abstractos, voluntarios o involuntarios a partir de lo que nuestros sentidos captan del exterior y obtienen experiencias, creencias, expectativas y recuerdos o memorias pasadas. Se trata de las siguientes clases de pensamiento: deductivo, inductivo, reflexivo, crítico, analítico, lógico, analógico, creativo, práctico, convergente, divergente, mágico y deliberativo.

1. El principio sistémico u organizativo, para evitar la disyunción que nos conduce a una percepción fragmentada del mundo. Aquí, el concepto de interrelación es clave para unir los de sistema y organización. Así, por ejemplo, la sociedad como sistema social no es la suma de individuos sino el producto de las interrelaciones entre estos, que producen una determinada organización.
2. El principio holográfico, según el cual el *todo* está en la *parte* y la *parte* en el *todo.* No hay separación entre sujeto y objeto, pues el sujeto-observador-conceptualizador es parte del objeto-observación-conceptualización.
3. El principio dialógico, según el cual las unidades o especies se complementan, pero también se oponen y compiten.
4. El principio de recursividad organizacional o de bucle de circulación, de circuito, de rotación o de retroalimentación, como en los modelos dinámicos (*feedbacks*).
5. El principio del movimiento de lo real, donde los sistemas vivos se encuentran en constante movimiento para mantenerse en equilibrio, encontrar su reorganización o metamorfosearse en nuevos sistemas impredecibles.
6. El principio de causalidad compleja, que reemplaza la causalidad unilineal o unidireccional por una causalidad en *bucle* y multirreferencial.
7. El principio de reincorporación del conocedor en todo conocimiento, referido a la reintegración del sujeto cognoscente en el proceso de conocimiento.
8. El principio de incertidumbre, mediante el cual Morin afirma que el conocimiento es biodegradable, a diferencia de las «verdades», las creencias absolutas o las doctrinas cerradas. No hay certezas ni seguridades permanentes.
9. El principio de incompletud, referido a la no existencia de un conocimiento completo y a la riqueza creativa y diversa de lo real.
10. El principio de racionalidad, mediante el cual Morin distingue entre racionalidad y racionalización y analiza la relación dialógica entre la ra-

cionalidad, la afectividad y la pulsión o insatisfacción del individuo con el estado actual de sus conocimientos y avance sobre lo desconocido.

11. El principio de comprensión, basado en que la realidad social no es universal, sino que se requiere comprensión de las situaciones históricas singulares y específicas, comprensión fundada en la comunicación, la empatía y la intersubjetividad.
12. El principio de diálogo *entre* los conocimientos especializados, que apela a la articulación entre conocimientos multi, inter y transdisciplinares en los ámbitos psicológico, antropológico, económico y social.
13. El principio de diálogo *con* otros conocimientos, que es la apertura a posibilidades nuevas, alejadas del divorcio entre ciencia, filosofía, artes, religión y sentido común.

Según las propias palabras de Morin: «El fin del *método* es ayudar a pensar por uno mismo para responder al desafío de la complejidad de los problemas reales» (1988, p. 36). Morin aboga así por un conocimiento sin divisiones ni compartimentos. Es de anotar que su concepción de complejidad incluye como pilares las dimensiones de lo biológico y lo imaginario.

> Así, todas las simplificaciones diversas y adversas (reducción, subordinación, disyunción) tienen como resultado común la disolución del individuo. Este se disloca, se deshidrata, se pierde en el anonimato. Todo lo que desconoce o aplasta la unidad compleja y multidimensional del fenómeno llamado vida es lo que, al mismo tiempo, oculta, exorciza, separa al individuo (Morin, 1983, p. 309).

4.2.5 Pensamiento sistémico: síntesis

En paralelo con el anterior complejo, la literatura identifica al pensamiento sistémico como más relacionado con sistemas propiamente tales que con la complejidad misma. El pensamiento sistémico comprende sistemas ingenieriles tanto abiertos como cerrados y puede trabajar con sistemas jerárquicos y de controles centrales rígidos, además de traducir las interrelaciones en conexiones de ingeniería. Esto ha dado pie a la disciplina llamada dinámica de sistemas, como metodología para simular el efecto de

políticas y programas públicos y como herramienta para la planificación, la simulación y la exploración de escenarios con *software* y *hardware* de última generación[65].

Los principales elementos de la dinámica de sistemas son

- Flujos, acervos y variables auxiliares
- Vínculos causales (dirección y polaridad)
- Bucles de retroalimentación (*feedback loops*)
- Bucles positivos (reforzadores)
- Bucles negativos (compensadores)
- Diagramas de bucle causal (incluyen bucles positivos y negativos)
- Demoras (debidas a problemas de materiales e información)

Este modelo reproduce la estructura que explica la conducta del sistema (el problema) y con él los tomadores de decisión pueden identificar las dinámicas clave que trabajan en el sistema y alterar su relativa fuerza.

Dentro de los principales exponentes de la dinámica de sistemas se encuentran el austriaco Karl Ludwig von Bertalanffy, con la teoría general de sistemas (1968), y los norteamericanos Warren Weaver y Claude Shannon, con la teoría de la información (1949). Su interés en esta teoría estaba centrado en cómo un mensaje podría ser transmitido confiablemente contando con medios poco confiables y a pesar del «ruido» que se puede presentar durante la transmisión. La teoría consiste básicamente en una serie de reglas o leyes matemáticas en los sistemas de comunicación para la transmisión, procesamiento, medición y representación de la información.

Las aplicaciones de las tecnologías de la información, en el marco de la teoría de la complejidad, han sido muy fluidas, lo cual ha permitido apoyarse en ellas para validar sus fundamentos. Esto incluye *big data*, *smartización*, *blockchain*, robotización e inteligencia artificial mediante el uso de algoritmos en múltiples áreas de la política pública.

65 *Software* como Vensim, Ithink, Stella y Powersim son los más utilizados.

Otros representantes de este modelo son el norteamericano Norbert Wiener, con la teoría de la cibernética; el austriaco Heinz von Foerster (1961), con la cibernética de segundo orden, que estudia no solo el sistema como tal sino al observador como parte del sistema mismo, de manera que la cibernética es una epistemología que explora no solo la estructura ontológica de la realidad, sino también el conocimiento de esa realidad, sus límites, posibilidades, condicionamientos y dificultades; y finalmente el norteamericano William Ross Ashby (1962), con la teoría de la autoorganización, como pionero de los modelos matemáticos para explicar la dinámica de las redes neuronales.

4.2.6 Teoría del autómata celular y modelado basado en agentes: dos aplicaciones sistémicas

A partir de las ideas de los autores arriba mencionados, los sistemas dinámicos representan sistemas en términos de un conjunto de bucles de retroalimentación interconectados que evolucionan con el tiempo. En estos sistemas se realiza el modelaje mediante una serie de flujos entre *stocks*, además de conexiones adicionales entre variables y flujos, lo que permite la representación de retrasos en dichas retroalimentaciones y los resultados de algunas variables que pueden controlar la tasa de otros flujos.

Estos modelos, sin embargo, no son muy apropiados cuando existe una alta heterogeneidad interna, significativa en términos de determinar los resultados. Ejemplos clásicos de sistemas dinámicos son el péndulo oscilando, una reacción química, la dinámica demográfica, el sistema solar y una competencia entre zorros y conejos en un bosque.

El autómata celular es un modelo matemático para sistemas dinámicos que evoluciona en pasos discretos y se utiliza para modelar sistemas naturales que puedan ser representados como una colección masiva de objetos que interactúan localmente unos con otros. Es decir, se usa para todos aquellos sistemas a los que se pueda analogar el concepto de «vecindad».

Dado que la conducta se rige por la interacción local de sus componentes, el autómata celular se ha utilizado para modelar, por ejemplo, bosques,

incendios forestales, patrones de pigmentación de la piel, crecimiento de corales, usos de suelo urbano y rural, planificación del territorio, asentamientos humanos, modelación del flujo vehicular y de peatones, y comportamiento de colonias de insectos, como abejas y hormigas.

También se ha usado esta teoría para simular el balance de predadores en los parques naturales donde las comunidades de animales están integradas por criaturas que interactúan entre sí con diferentes puestos y papeles, dependiendo del alimento y las cadenas tróficas. El desarrollo de modelos de simulación dinámicos en estas áreas se ha visto favorecido por el acceso a flujos de información y bases de datos.

Por su parte, el modelado basado en agentes es muy útil cuando hay numerosos factores interrelacionados, complejas interconexiones entre ellos, población heterogénea y agentes que aprenden y se adaptan. Este modelo permite caracterizar y representar la realidad social, por cuanto ayuda a visualizar los movimientos e interacciones de los agentes. Los supuestos básicos son: regulación de abajo hacia arriba y autoorganización; número fijo de agentes y ambiente fijo, como un enjambre de abejas; interacción entre agentes y medio; y evolución, como la que se da entre un predador y su presa.

Respecto a las anteriores aplicaciones computacionales, es importante señalar que Walter Cannon, fisiólogo de Harvard, estudió hace un siglo los mecanismos de regulación y acuñó el término *homeostasis*, mediante el cual se explicaban los procesos fisiológicos que operaban para mantener —o regular— las condiciones corporales dentro de ciertos límites. De igual manera, a Charles Elton —sin ser tan famoso como Charles Darwin o Thomas Malthus— se le considera como el fundador de la moderna ecología y el precursor de los mecanismos de regulación del número de animales. Elton estableció como principio que «la regulación del organismo es el problema central de la fisiología» (en Carroll, 2018, p. 46).

El biólogo Sean B. Carroll, autor del fascinante e ilustrativo libro *Las leyes del Serengueti* (2018), describe a partir de experiencias concretas en la naturaleza las leyes generales de la regulación y la lógica de funcionamiento de la vida, lo mismo que los niveles tróficos de los seres vivos que en pirámide interactúan permanentemente en la naturaleza como descomponedores (hongos, bacte-

rias, lombrices, insectos), productores (plantas, pastos, árboles), herbívoros (vacas, caballos, cabras, conejos, pájaros) y depredadores (lobos, osos, tigres).

Las diversas leyes que Carroll describe de manera ejemplar aplican para nuestro cuerpo, para las enfermedades, los virus, el cambio climático y la supervivencia tanto del hombre como de todos los ecosistemas del planeta, incluidos los fondos marinos.

En los modelos sociales dinámicos, donde intervienen muchas partes o grupos interesados (*stakeholders*, *shareholders*), en contraposición con los modelos tradicionales, tales grupos interesados se construyen mediante vías consensuadas e interacción permanente, lo que da legitimidad a su funcionamiento. El modelo se reajusta continuamente y se mantiene en constante cambio para adaptarse a las nuevas realidades.

En el plano más computacional y matemático, los científicos John Von Neumann y Martin Gardner —estadounidenses ya fallecidos— y Stephen Wolfram —científico británico activo— se destacan en la literatura especializada por su aporte al progreso de la teoría del autómata celular a través de teorías de juegos, teoría de conjuntos, matemáticas recreativas, ciencias de la computación y física.

4.2.7 Importancia de los cambios microeconómicos: planificar y actuar desde lo local y regional hacia lo nacional y global

Mucho se ha avanzado y logrado en términos del llamado «equilibrio macroeconómico», el cual sucede cuando, por un lado, el manejo de los impuestos y el gasto público (política fiscal) y, por otro, la oferta monetaria y los tipos de interés (política monetaria) hacen que el comportamiento de la demanda agregada del conjunto de los agentes económicos se iguale al total de la producción. Es decir, cuando el consumo privado más el consumo público y las exportaciones menos las importaciones se igualan a la producción.

Esta situación ideal exige que todos los factores productivos se utilicen de manera eficiente. Así, el nivel de precios alcanzado y el volumen de producción satisfacen las expectativas de todas las empresas y de todos los consumidores. Pero no solamente el nivel de precios afecta el

beneficio de las empresas —en relación al nivel de producción—, sino también otros factores muy importantes que se dan a nivel microeconómico, como los costes de los factores de producción, la productividad y los salarios nominales.

Para lograr dicho equilibrio, es fundamental adelantar esfuerzos en el nivel microeconómico, tanto o más que los que se hacen a nivel macroeconómico, en razón de que los ajustes o reformas que se hagan a nivel micro redundan de manera revolucionaria sobre el conjunto de la economía y la sociedad. Esto facilita la interacción de los agentes y habilita el resurgimiento de eventos emergentes, con impactos concomitantes sobre la autoorganización, la competitividad, la inversión, el emprendimiento y la adaptación al cambio.

La microeconomía la vivimos millones de personas en la vida real. Es lo que sentimos y experimentamos como seres humanos: la pequeña y mediana empresa, las microinversiones en poblados rurales, los empleos directos e indirectos de toda índole en todos los sectores. Por lo tanto, entre las acciones microagregadas más importantes, cabe destacar dos características necesarias en los cambios microeconómicos:

- **Proactividad:** a través de reformas encaminadas a fortalecer la productividad y el emprendimiento local y regional. Esto significa: desburocratizar la gestión pública; impulsar la digitalización e interconectividad de la economía; reducir la normativa para crear y cerrar empresas; promover plataformas de bolsas de productos para mejorar las condiciones de financiamiento y de venta de pequeños y medianos empresarios; aligerar el ciclo de los proyectos; dar apertura a las nuevas tecnologías de inteligencia artificial; difundir *open data* para facilitar la colaboración ciudadana y el acceso a la información para todos los ciudadanos sin restricciones o controles; y estimular *blockchains* (cadenas de bloques) para garantizar descentralización y seguridad en las transacciones, lo mismo que robotización y *big data* para el uso de máquinas en los procesos productivos y el manejo de grandes volúmenes de datos para obtener información.

En síntesis, así como la innovación consiste en visualizar una demanda futura, imaginar un producto que la satisfaga y luego crear los componentes para hacerlo realidad, la proactividad significa un gobierno más ágil, menos regularizado y más digitalizado. Todo esto bajo el entendimiento de que la digitalización es un medio para lograr conjuntamente mayor igualdad y mayor sostenibilidad. La suma de innovación, como fuerza impulsora del crecimiento, y proactividad, como adaptación para enfrentar el futuro mediante la calidad de la educación básica, primaria y técnica, es la clave para salir del entrampamiento.

- **Anticipación:** frente a los cambios tecnológicos en la era digital, la anticipación conlleva: diálogos institucionalizados sobre los grandes retos del futuro, como el cambio climático y la robotización; vigilancia tecnológica o, mejor, inteligencia tecnológica para detectar oportunamente las tendencias y los riesgos; mesas público-privadas para generar conciencia sobre las transformaciones digitales que se avecinan y conocer las buenas prácticas sobre inteligencia artificial en las políticas públicas locales y regionales; impulso de trámites digitalizados; familiarización dirigida a los alumnos desde la base de la educación con el uso de algoritmos, gobernanza abierta y democracia digital; transición efectiva del internet de consumo al internet de producción para reducir los costos marginales de producción y los de transacción; y empresas proclives a la competencia para combatir barreras de entrada y rentas que inhiben el cambio tecnológico. En este orden de ideas, hay un ambiente de urgencia dadas las formas emergentes de comunicación e interconectividad permeadas por la tecnología computacional.

En el ámbito de la educación, por ejemplo, la anticipación requiere implementar programas como el Scratch 3.0, creado por Andrew Sliwinski —del MIT Lab—, que introduce a los niños de educación prebásica y básica en el pensamiento computacional, donde la codificación y la programación de computadores se ve como un nuevo tipo de alfabetización desde temprana edad[66].

66 Ver, por ejemplo, Scratch al Sur (https://scratchalsur.org), también los lenguajes de programación Code.Org y Arduino. Entre estos lenguajes, el más avanzado (no visual) es Python.

GraphoGame, un videojuego para el aprendizaje de la lectura creado en una universidad de Finlandia, es una herramienta virtual que se descarga gratuitamente. Con ella, se busca estimular en los centros preescolares la relación que pueden establecer los niños entre el sonido de las letras y su correspondiente forma. La aplicación ofrece unidades léxicas de tamaños diferentes. Se inicia con letras, para luego pasar a sílabas y finalmente a palabras. Es decir, la aplicación ayuda a los niños en el aprendizaje de la conciencia fonológica, lo que constituye uno de los aspectos más importantes para el acceso a la lectura y, particularmente, a la decodificación lectora. En el fondo, es una aplicación para ayudar a aprender a leer correctamente.

Por otra parte, Smartick es un método *online* desarrollado en España que usa inteligencia artificial para que los estudiantes de 4 a 14 años aprendan y dominen las asignaturas de Lectura y Matemáticas desde la casa. Esta herramienta, destacada por el MIT por impulsar el aprendizaje de matemáticas de los escolares, plantea una sesión de 15 minutos al día para cada usuario con el objetivo de ayudarlo a mejorar su agilidad mental, concentración, habilidades de estudio y comprensión lectora.

Al respecto, la Unesco publicó en 2021 el documento *Artificial intelligence and education: Guidance for policy-makers* (*Inteligencia artificial y educación: Guía para los encargados de formar políticas*) con el objetivo de «crear una visión común de las oportunidades y desafíos de la inteligencia artificial en el ámbito de la educación», según señala en su web oficial. Y agrega: «saquen provecho del potencial de la tecnología IA con miras a la consecución de la Agenda de Educación 2030 ODS 4» (Unesco, 2021, p. 2).

Entre otros beneficios de esta guía que destaca Javier Arroyo, cofundador de Smartick, estarían: comprender mejor el perfil de los estudiantes y sus necesidades; un buen análisis de los datos de los alumnos y su comportamiento; y actividades educativas más eficientes e innovadoras que motivan a los estudiantes. Por su parte, a los profesores les facilita la atención de los escolares y previene los posibles casos de desmotivación o incluso el riesgo de abandono escolar.

Stefania Giannini, subdirectora general de Educación de la Unesco, durante la Conferencia Internacional sobre Inteligencia Artificial y Educación que tuvo lugar en Beijing en mayo de 2019, afirmó:

> Debemos renovar este compromiso, ya que nos acercamos a una época en que la inteligencia artificial —la convergencia de tecnologías emergentes— transformará todos los aspectos de nuestras vidas [...]. Debemos reorientar esta revolución hacia la dirección correcta para mejorar los medios de subsistencia, reducir las desigualdades y promover una mundialización justa e inclusiva (en Unesco, 2019, p. 40).

Con un enfoque de anticipación, el Consenso de Beijing presentó las recomendaciones estratégicas sobre inteligencia artificial en la educación en cinco ámbitos:

- La inteligencia artificial al servicio de la gestión y la implementación de la educación.
- La inteligencia artificial al servicio del empoderamiento de los docentes y su enseñanza.
- La inteligencia artificial al servicio del aprendizaje y de la evaluación de los resultados.
- El desarrollo de los valores y de las competencias necesarias para la vida y el trabajo en la era de la inteligencia artificial.
- La inteligencia artificial como modo de proporcionar a todos posibilidades de aprendizaje a lo largo de toda la vida (Unesco, 2019)[67].

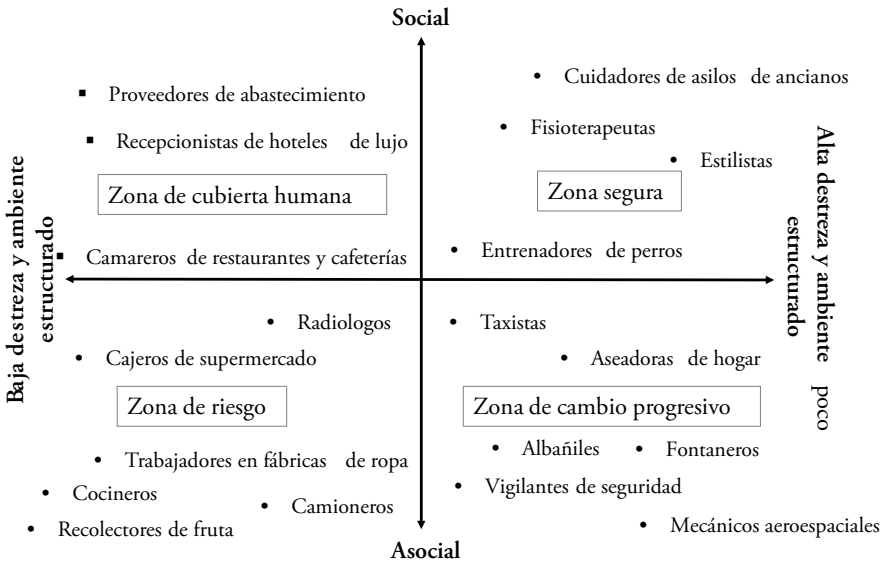
Dentro de dicho marco, la anticipación también presupone la discusión ciudadana sobre las destrezas del futuro requerido para cerrar la brecha de capital humano (acervo de conocimientos adquiridos a través de educación y experiencia que permite aumentar la productividad) y para enfrentar los retos inminentes del mercado laboral, que demanda

67 En 1956, el término inteligencia artificial fue acuñado por John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon en la conferencia de Dartmouth (Estados Unidos). Stuart Russell y Peter Norvig diferencian cuatro tipos de inteligencia artificial: sistemas que piensan como humanos (redes neuronales artificiales); sistemas que actúan como humanos (robótica); sistemas que piensan racionalmente (sistemas expertos); y sistemas que actúan racionalmente (agentes inteligentes) (Wikipedia, s. f.d.).

constante formación, reconversión y reinvención. Este tipo de anticipación que se sugiere cuestiona el tradicional estilo de plan nacional (*blueprint*) y propugna, por el contrario, fortalecer los planes regionales y locales y partir de ellos. Este esquema es más acorde con las actuales tendencias de repotenciar el territorio y concientizar sobre el medio ambiente, en lo cual el plan nacional es el agente articulador y coordinador por excelencia.

Dado que en el futuro inmediato se avizora una creciente y rápida complementariedad entre hombre y máquina, donde fortalezas y debilidades se entremezclan y conjugan de manera positiva entre uno y otra, uno de los temas de mayor anticipación y preocupación está concentrado en el mercado laboral. ¿Cómo adaptar la mano de obra a los nuevos requerimientos y necesidades y qué hacer con aquellos empleos con riesgo de ser desplazados? Frente a esta pregunta, Kai-Fu Lee (2018), investigador norteamericano, ha diseñado como guía para ilustrar la acción un cuadrante para el futuro del trabajo físico y otro para el del trabajo cognitivo (figuras 22 y 23).

Figura 22. El futuro del trabajo físico



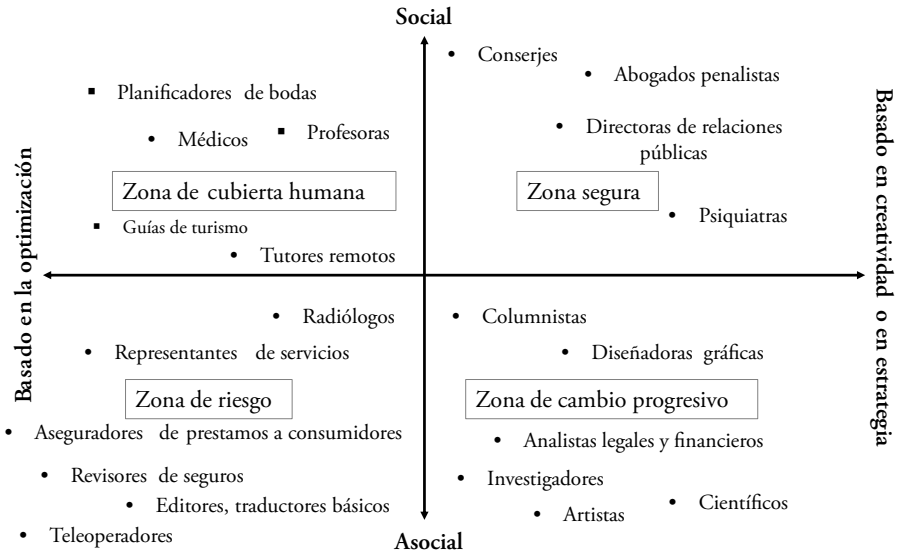
Fuente: Lee (2018), en Benjamins & Salazar (2020, p. 210).

En la figura 22, el futuro del trabajo físico presenta cuatro zonas:

- Zona de riesgo: trabajos que seguramente se van a automatizar.
- Zona de cambio progresivo: trabajos que hoy son difíciles de automatizar, pero que con el avance de la tecnología se automatizarán progresivamente.
- Zona de cubierta humana: trabajos que se automatizarán, pero siempre requerirán intervención humana.
- Zona segura: trabajos más difíciles a automatizar.

Con relación al trabajo físico, los ejes verticales son «social» y «asocial» y los horizontales «destreza y ambiente estructurado» y «baja destreza y ambiente poco estructurado».

Figura 23. Futuro del trabajo cognitivo



Fuente: Lee (2018), en Benjamins y Salazar (2020, p. 211).

En la figura 23, referido al futuro del trabajo cognitivo, los ejes verticales son los mismos: «social» y «asocial», mientras que los horizontales son: «basado en creatividad o en estrategia» y «basado en la optimización».

Entre los trabajos físicos que estarían en la zona más segura se incluye las categorías: trabajadores sociales, psicólogos, psiquiatras, abogados penalistas, guías turísticos, profesores, médicos y *chief executive officer* (CEO) de grandes empresas; además de otros trabajos que requieren especialmente empatía y creatividad como contrapeso al desafecto o frialdad de la robótica y su propio desarrollo.

Caen, también, dentro de esta zona de mayor seguridad, todos los trabajos relacionados con las artes, como los de: músicos, literatos, diseñadores, programadores, arquitectos, editores, investigadores y relacionistas públicos. Se trata de puestos en los que se requiere inteligencia social, contacto humano, subjetividad e información en el trato directo con la ciudadanía. Por otra parte, se incluyen aquellos trabajos en los que hay un alto componente de negociación y persuasión para conciliar intereses, lo mismo que todas las profesiones derivadas para apoyar el desarrollo de inteligencia artificial, robotización, IdC, seguridad digital, programación y sus aplicaciones.

Como se puede vislumbrar, las oportunidades son enormes, pero exigen anticipación mediante educación, reconversión y entrenamiento coordinado por parte del Estado, los trabajadores, el sector privado y la sociedad civil para lograr complementariedad, interactividad y conectividad entre personas y máquinas.

Como trabajos de alto riesgo estarían todas aquellas actividades rutinarias y peligrosas que se puedan automatizar, estandarizar y sustituir por máquinas a trabajadores, como: operadores de camiones en minería, choferes, cajeros, ejecutivos de cuentas en bancos, repartidores, teleoperadores, trabajadores en construcción, constructores de autos, radiólogos, teleoperadores y traductores básicos.

El sistema de automatización de tareas rutinarias, como el de la industria automotriz, inventado hace un siglo por Frederick Wislow Taylor y Henry Ford (de ahí el taylorismo y el fordismo), hoy en día se va sustituyendo por algoritmos que mezclan conducción de robots, vigilancia, medición y tecnologías inteligentes que aumentan considerablemente la productividad. Esto ha dado pie al concepto de «bezosismo» en honor a Jeff Bezos, por su aplicación en las líneas de producción, almacenaje y

distribución de Amazon, que disminuye considerablemente las lesiones del llamado *stress* repetitivo.

Así, sin tener exactitud sobre el momento de la substitución, las zonas reflejadas en las figuras 22 y 23 con los tipos de trabajo físico y de carácter cognitivo se pueden sintetizar en cuatro tipos: manual-repetitivo, manual no repetitivo, cognitivo repetitivo y cognitivo no repetitivo. Los trabajos con mayor riesgo de ser reemplazados son los de carácter repetitivo.

El Premio Nobel de Economía 2021 fue adjudicado a los economistas David Card, Joshua D. Angris y Guido W. Imbens por sus análisis del mercado laboral. «Han demostrado que se pueden responder muchas de las grandes preguntas de la sociedad. Su solución es utilizar experimentos naturales, situaciones que surgen en la vida real, que se asemejan a experimentos aleatorios», explicó la Academia Sueca de Ciencias al conceder este premio[68].

Estos economistas utilizan experimentos naturales y métodos empíricos para resolver problemas de causalidad, con lo que han revolucionado la investigación empírica y la economía con datos, por ejemplo, mediante evaluaciones experimentales consideradas como casos, donde se tiene dos grupos de características socioeconómicas similares, pero uno recibe el impacto de las políticas públicas y el otro no lo recibe o no participa.

Los llamados «experimentos naturales» permiten comprender mejor las dificultades para distinguir entre correlaciones y causalidad, lo mismo que las variables no observables al hacer asociaciones.

De ahí la importancia de estudios anticipatorios sobre el empleo, en contraste muchas veces con la teoría convencional. Entre tales estudios, se encuentran el del aumento en el salario mínimo y el de la robotización, mostrado este último en las figuras 22 y 23.

Los tres ganadores del Nobel resaltan: «También nos hemos dado cuenta de que los recursos en las escuelas son mucho más importantes para el futuro éxito de los estudiantes en el mercado laboral de lo que se pensa-

68 Los ganadores de ese Premio Nobel reconocieron el trabajo de su colaborador Alan Krueger, fallecido en 2019. El cual, de seguir vivo, muy posiblemente hubiese compartido el galardón.

ba anteriormente». Por su parte, David Card ha analizado los efectos del salario mínimo, la inmigración y la tecnología de frontera, al igual que el impacto de la educación o capital humano, en los salarios y en el mercado laboral.

El tipo de ejercicios como los propuestos en las figuras 22 y 23, dadas las actuales bases de datos sobre el mercado laboral, es muy útil porque ayuda a determinar, para cada caso en particular, cuáles trabajos o perfiles están más en riesgo y cuáles no lo están, dependiendo del contexto, pero, sobre todo, de los avances y progresos de la inteligencia artificial en cada país. A la inversa, la pregunta al respecto sería: ¿Qué tipo de perfiles profesionales y qué nuevas competencias requiere la administración pública del futuro? (Ramió, 2019, p. 147).

Para revalorizar el anterior tipo de ejercicios, vale la pena recordar que según un estudio reciente del Clapes de la Universidad Católica de Chile, a cargo de Patricio Mansilla y hecho en base a datos últimos de la OIT, la informalidad en el mercado laboral en América Latina adquiere magnitudes alarmantes, dado que la proporción de los ocupados informales supera la mitad del total. Las cifras oscilan entre 80 % en el caso de Honduras, 75 % en Guatemala, 72 % en Perú, 63 % en Ecuador, 58 % en Colombia, 55 % en República Dominicana, 54 % en México, 42 % en Costa Rica, 39% en Brasil, 28 % en Chile y 23 % en Uruguay (Mansilla, 2021).

Estos datos son aún más preocupantes cuando se evidencia que la informalidad golpea con mayor fuerza a las mujeres y que más de la mitad de trabajos informales corresponden a personas de calificación mediana. Con lo anterior se entiende que las políticas públicas proempleo de calidad y formalización dirigidas a los micros y pequeños negocios y los programas masivos de capacitación de mano de obra no calificada son de indiscutible prioridad en la lucha por construir futuro.

Tales políticas y programas son acciones de subsidiaridad «positiva», en las dimensiones de Chantal Delsol (2021a), como apoyo o socorro de la autoridad superior para ayudar o auxiliar a quienes están necesitados. Esta subsidiaridad «positiva» implica solidaridad y responsabilidad social, dadas sus dimensiones e implicaciones para la sociedad como concepto eminen-

temente político de servicio. En palabras de Pablo Ortúzar Madrid, quien prologó el libro de Delsol, la subsidiaridad «negativa», por el contrario, se refiere al «deber de no suplantación» por parte de la comunidad política. Por su parte, la «positiva» otorga al Estado un vigoroso rol directivo, organizador y asignador de funciones.

Ahora bien, entre más rápida sea la irrupción, más urgencia de anticipar los cambios con educación y entrenamiento, tanto para los actuales trabajadores como para la nueva fuerza de trabajo. Se trata de aprendizajes colectivos para difundir el conocimiento y adquirir nuevas habilidades. Al anticipar tales cambios, podremos estar mejor preparados para enfrentar el futuro y aprovechar las oportunidades del cambio tecnológico. En esto, el Estado, el sector privado y la sociedad civil son los actores preponderantes, como creadores de conocimientos y estimuladores de innovación. Lo importante a destacar es la anticipación y las reformas pertinentes de manera proactiva en el futuro mercado laboral.

4.2.7.1 Proactividad y anticipación en el mercado laboral frente a la «destrucción creativa»

El poder de la innovación para promover el crecimiento y la competitividad es indudable. La innovación genera «un efecto productividad» que crea nuevas fuentes de empleo y nuevos mercados. Este primer efecto se realiza con mayor fuerza en el corto plazo, pero aumenta a la vez que destruye empleos y pone en riesgo actividades que pasan a ser obsoletas.

Anne Case y Angus Deaton —esposos ganadores del Premio Nobel de Economía en 2015 por sus destacados aportes al estudio de la pobreza y el desarrollo económico— señalan este doble efecto contundentemente al afirmar: «The problem with all the innovation is that Schumpeterian creative destruction is not only creative but destructive» (en Aghion *et al.*, 2021, p. 213)[69]. Al ser la innovación a la vez creativa y destructiva, implica que muchas personas pierden sus trabajos o sienten el riesgo de ser despedidas,

69 «El problema con la innovación es que la destrucción creativa schumpeteriana no solo es creativa sino destructiva.»

abandonadas a un futuro incierto y sin redes sociales de protección para ellas y sus familias; en mayor proporción, se trata de las menos calificadas.

Tal situación creciente que viven muchos países es caracterizada por Case y Deaton como *deaths of despair* (muertes por desesperación), situación que se traduce en angustia, pérdida de estatus, ingresos y activos, enfermedades mentales, violencia intrafamiliar, alcoholismo, drogadicción y suicidios.

La situación se agrava al no contarse con subsidios al desempleo o programas de capacitación que permitan adquirir las nuevas habilidades que la Cuarta Revolución Industrial conlleva. Por ejemplo, a modo de comparación: hubo 6,5 homicidios por cada 100 mil habitantes en 2020 en Estados Unidos frente a 35 en México, 27 en Brasil, 8 en Rusia, y 1 en Francia o en Alemania, según las últimas cifras del Banco Mundial. Esto constituye un llamado de alerta para ser conscientes de los riesgos que sobrellevan las zonas de confort y la creencia de que las cosas continuarán como en el pasado, sin reexaminarse, prepararse y adquirir nuevos conocimientos y experticia.

Al respecto, la responsabilidad individual es tan importante como la colectiva y los gobiernos tienen que anticipar los fenómenos implementando masivos programas de entrenamiento y adquisición de nuevos aprendizajes, en línea con la era digital y la automatización progresiva. Asimismo, el analfabetismo tecnológico incumbe también a todo el sistema educativo, desde la educación básica hasta la universitaria, que debe llevar a cabo las reformas que las tendencias imponen.

Recordemos que quien enfatiza las «muertes por desesperación» es Angus Deaton, quien señala que esta situación es dramática no solo en los países subdesarrollados, sino, especialmente, en Estados Unidos, dentro de la clase trabajadora blanca no latina, en la cual las esperanzas se frustran por no tener título universitario y estar condenada a una vida insatisfactoria. En palabras de Deaton y Case (2020), esa parte de la población total es testigo de cómo el capitalismo los desplaza o los deja de lado y sus vidas son cada vez más cortas. En contraste, las élites universitarias y profesionales progresan y cuentan con acceso a sistemas de protección social.

Países como Chile, Estonia, España, Dinamarca, Suecia, Finlandia, China, Corea, Japón, Alemania y muchos otros más, ya se posicionan en los temas de anticipación, sobre todo en el mercado laboral, con reformas que incluyen entre otras acciones: renovar su actual sistema regulatorio; crear oficinas nacionales de productividad y emprendimiento; automatizar y eliminar trámites; crear servicios hospitalarios y educativos digitalizados; transformar las mallas curriculares de las universidades; establecer pactos o acuerdos digitales entre países —como el de Chile con Nueva Zelanda y Singapur—; conformar grandes facultades con maestrías y doctorados en tecnologías digitales, en lugar de un abanico de facultades, departamentos y currículums desconectados; abrir doctorados compartidos sobre la teoría de la complejidad y el *big data*; impulsar agendas digitales; e, incluso, como en los Emiratos Árabes Unidos, crear un Ministerio de Inteligencia Artificial (Ramió, 2019, p. 138).

Por ejemplo, en Estados Unidos, las Facultades de Ciencias Económicas y Empresariales han pasado a convertirse en «Bachelor of Science in International Business», donde se integra de manera *multidisciplinaria* partes de anteriores diferentes profesiones: del currículum del ingeniero comercial, de la línea de finanzas, de *marketing,* estrategia, economía, recursos humanos, ética, disciplinas de cálculo, estadística y *data analytics*. Es decir, se busca formar un profesional más integral para enfrentar y tomar decisiones del futuro con la filosofía de formar profesionales *glocales* (*think globally, act locally*). Esta tendencia se extiende a otras ramas, como las ingenierías, las ciencias sociales y las biológicas y es de esperar que las universidades de América Latina entren a formar parte de ella.

La implicancia de dichos cambios microeconómicos consiste en que, si la región no logra una competitividad auténtica en su estructura productiva basada en el progreso técnico, las metas de los ODS se alejan y la Agenda 2030[70] no podría cumplir sus fines. Todo esto, agravado severamente por los efectos negativos del Covid-19.

70 Nos referiremos a esta agenda en el capítulo 6.

Esto es aún más imperativo cuando se registra un aumento considerable en la brecha externa, como la diferencia entre la productividad de América Latina y la de Estados Unidos, brecha que representa la frontera tecnológica. Con respecto a Estados Unidos, la productividad relativa de América Latina y el Caribe ha descendido de 36,6% en 1980 a 21% en 2018 (Cepal, 2018b, p. 30).

La diferencia de productividad, o brecha externa, también se refleja en la productividad laboral cuando se compara la de micro y pequeñas empresas con respecto a la de las empresas grandes de América Latina: en 2016 esta productividad alcanzaba el 23% para las empresas pequeñas y el 6% para las microempresas, respecto a las grandes. En el mismo año, la productividad del trabajo de una empresa mediana en América Latina era, en promedio, menos de la mitad de la que registraba una empresa grande. También en promedio, la diferencia de productividad entre microempresas y grandes empresas en América Latina es siete veces mayor que la que se registra en la Unión Europea, donde la productividad de una firma mediana no alcanza a duplicar la de una microempresa.

Estas diferencias de productividad —o heterogeneidad estructural— se reflejan en diferencias salariales. Así, en la región, los salarios promedio de las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) alcanzan aproximadamente el 40% de los de las grandes empresas. En consecuencia, diferencias tan evidentes hacen muy difícil que las políticas redistributivas logren disminuir los niveles de desigualdad y consigan los ODS 8, 9 y 10, asociados a crecimiento inclusivo, industrialización inclusiva y sostenible, y reducción de la desigualdad en los países y entre ellos (Cepal, 2018b, p. 31).

El informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) *Skills outlook 2019: Thriving in a digital world* (2019) analiza la preparación de los países miembros para enfrentar la automatización en el mercado del trabajo y la expansión de la digitalización en los procesos productivos. Allí se señala que la transformación digital en marcha, a través de las TIC, la inteligencia artificial y la robotización, están cambiando profundamente la manera como la gente trabaja, interactúa, se comunica y vive.

Aun más, se advierte que dicha transformación también conduce a divergencias: entre trabajadores, dados los diferentes niveles de habilidades; entre empresas, por cuanto solo un sector de ellas representa una gran parte de las ganancias; entre regiones, porque algunas atraen empresas de alta tecnología, empleos bien remunerados y una población altamente calificada, mientras otras se quedan atrás o se estancan, experimentando despidos y rezagos; entre personas, puesto que los jóvenes pasan cada vez más tiempo en línea y las personas mayores se sienten aisladas; y entre adultos, porque algunos están capacitados para utilizar las herramientas de internet, mientras otros, con poca experiencia, se encuentran marginados.

Con base en las estadísticas de los países miembros de la OCDE, el informe revela que en Chile el 42% de la población en edad de trabajar no tiene competencias básicas para la economía digital, en Turquía el 39%, en Grecia el 16% y en Estados Unidos el 14 %. Frente a ello, en el otro extremo, en Japón y Finlandia el porcentaje de la población entre 16 y 65 años con ausencia de competencias digitales es de solo 3,9 % y 6,6 %, respectivamente (OCDE, 2019).

De igual manera, el mismo informe resalta que los costos para sobrellevar la transición de los trabajadores en riesgo de automatización hacia trabajos mejor calificados y más seguros son cuantiosos: mientras en Noruega es de 0,3% del PIB anual, en Chile sería de 2,3% del PIB anual, el más alto de los países de la muestra. Esta cifra contabiliza los costos directos de capacitación y costos indirectos como la medida de los salarios perdidos por tener que educarse. Como dato relevante adicional para comprender la magnitud del desafío, el PIB por hora trabajada en Chile fue de US$ 27,60 en 2017, muy por debajo de lo observado en países mineros como Australia, donde fue de US$ 58,90, y la mitad de lo que corresponde al promedio de los países que forman parte de la OCDE, lo cual significa encontrarse entre los últimos lugares de este indicador de la OCDE (2019).

Con dichos datos, el mencionado informe establece:

> [...] los gobiernos deben redoblar sus esfuerzos para mejorar sus políticas de educación y capacitación para ayudar a más personas a cosechar los beneficios de la transformación digital y reducir el riesgo de automatización que aumenta las desigualdades y aumenta el desempleo (OCDE, 2019).

Al lanzar dicho informe en París el 9 de mayo de 2019, el secretario general de la OCDE, Ángel Gurría, dijo: «En nuestro mundo de rápida digitalización, las habilidades marcan la diferencia entre mantenerse a la vanguardia y quedarse atrás» (OCDE, 2019).

Dicha aseveración adquiere una enorme vigencia post-Covid-19, dado el profundo deterioro que se ha observado en las condiciones de empleo y vulnerabilidad de las clases medias y de bajos ingresos.

Capítulo 5

La expansión de la inteligencia artificial y sus implicaciones: un desafío y una oportunidad ineludible

5.1 Inteligencia artificial: breve recuento de su historia

Retomando los hilos del mito y el método en las ciencias para explicar la realidad del capítulo 1, antes de que René Descartes escribiera *Discurso del método* (1637), por temor a la Inquisición dada su concepción mecanicista del mundo —todo es materia y movimiento—, en un libro previo se atrevió a comparar al hombre con una máquina. En *El tratado del hombre* (1633), considerado como uno de los primeros tratados de fisiología o anatomía en occidente, Descartes compara de manera magistral, pieza por pieza, el cuerpo humano y sus funciones básicas de comer, respirar, digerir y asimilar, con una estatua o una máquina que funciona como un reloj, o un sistema hidráulico sin alma alguna dado su corte materialista.

Por aquella época, Jacques de Vaucanson (1709-1782), un famoso ingeniero y relojero francés, había deslumbrado al mundo con la creación de androides o autómatas de forma humana. Uno de sus más famosos fue El *flautista*: Una figura de tamaño natural con forma de pastor que tocaba el tambor y la flauta con un repertorio de doce canciones. También, *El pato con aparato digestivo (1744)*, hecho de cobre y conformado por cuatrocientas piezas móviles, podía batir sus alas, graznar, beber, comer grano y defecar. Creaciones que fueron presentadas a la Academia de Ciencias Francesa y que hicieron exclamar a Voltaire de manera irónica: «Si no fuera por el pato cagón ¡nadie recordaría la gloria de Francia!» (Peirano y Gómez-Tejedor, 2018, p. 28).

Por encima de todo, Vaucanson con base en El Pato fue precursor en inventar la máquina para hilar seda, predecesora de los telares automáticos modernos.

En la extraordinaria edición de Peirano y Gómez-Tejedor *El rival de Prometeo. Vidas de autómatas ilustres* (2018), se compilan diecisiete antologías

de ilustres autores sobre la materia, con breves ensayos introductorios. Entre ellos, las obras de Julien de la Mettrie con *El Hombre-Máquina* (1747), quien sostenía que el cuerpo humano era una máquina que activaba sus propios resortes; de Jacques de Vaucanson con *el mecanismo de un autómata* sobre *El turco (1769),* una figura de madera que jugaba al ajedrez de manera magistral, construido por el artesano húngaro Wolfgang von Kempelen, y quien derrotó, entre otros, a Federico el Grande de Prusia, a Benjamin Franklin y al mismísimo Napoleón Bonaparte.

El secreto de *El Turco* sobrevivió hasta 1834, como un ingenioso juego de imanes y espejos, y se especuló durante mucho tiempo que jugaba con la complicidad de un polaco mutilado que cabía perfectamente dentro del muñeco, de un niño prodigio o, de un enano genio corcovado. No faltaron quienes se atrevieron a decir que se trataba del mismo satanás. El gran escritor estadounidense Edgar Allan Poe (1809-1849), también entró en la especulación y después de numerosas asistencias a los espectáculos tomando notas, escribió en 1836 un famoso artículo sobre *El jugador de ajedrez de Maelzel*, donde pretendía desentrañar y analizar el misterio del funcionamiento del autómata.

Según Poe, el hijo de von Kempelen vendió el *Turco* a Johann Maelzel, quien lo exhibió por toda Europa y Estados Unidos. Maelzel, junto a su acompañante experto en jugar ajedrez, murieron a causa de la fiebre amarilla en su viaje de regreso en barco de La Habana a New York. Y, mientras descansaba sus últimos años en el Museo Chino de Filadelfia, *El Turco* desapareció en 1850, durante el gran incendio de la ciudad. Era tal la curiosidad mundial que Poe escribió ese mismo año otro relato titulado *«Von Kempelen y su descubrimiento»* (Peirano y Gómez-Tejedor, 2018, p. 80).

Como en una obra de teatro, detrás del turbante y el atuendo oriental del *Turco*, estuvieron escondidos como por arte de magia los más famosos ajedrecistas de su época. Lo más sorprendente del autómata *El turco* fue que durante 81 años, sin saber con certeza si se trataba de un truco, de una metáfora, de una ilusión, de una invención asombrosa o de un ingenio futurista, en el imaginario colectivo, desde la realeza hasta el ciudadano común y corriente, rondaba la inquietud sobre si *El turco* realmente pensaba.

Desde el fallecimiento del *Turco,* se necesitaron 145 años hasta cuando el matemático español Leonardo Torres Quevedo creara el primer autómata ajedrecista real de la historia. Lo presentó en la gran feria de París de 1914, junto a sus pioneros ensayos sobre inteligencia artificial. Lo cual lo hizo merecedor al título de Doctor Honoris Causa por la Sorbona de París (Peirano y Gómez-Tejedor 2018:72). ¡Las vueltas de la vida!

Estas singulares referencias introductorias nos dan cuenta de los remotos orígenes de la inteligencia artificial en la literatura. *El Pato* que digería y *El Turco* que jugaba ajedrez son historias —metáforas— que nos muestran el desarrollo histórico del conocimiento; inventos que nos transmiten que los transhumanos, o las máquinas, quieren ser humanos y desarrollan capacidades como tales e incluso valoran los rasgos del ser humano. Tal como en la película *Blade Runner*, la bioingeniería ha avanzado en la construcción de réplicas de humanos artificiales con incógnitas profundas sobre la conciencia, la memoria y los sentimientos.

Y así como en la Biblia se lee «Dios hizo al hombre a su imagen y semejanza» (Génesis 1, 27), también en la mitología griega, parodiando la ciencia-ficción, encontramos a un monarca llamado Pigmalión que se enamora de su propia estatua Galatea, y la generosa diosa Afrodita para complacerlo, le dio vida transformándola en un ser humano. El hombre, también, ha intentado, apoyado en la ciencia, crear al hombre a su imagen y semejanza. «Sea como sea, resulta evidente que el ser humano sigue siendo, contra viento y marea, el modelo predilecto cuando se trata de duplicar a un ser vivo» (Peirano y Gómez-Tejedor, 2018, p. XII).

Así, desde que el *Homo sapiens* se plantó en el calendario de la vida hace 300 000 años, no ha hecho sino interrogarse a sí mismo y tratar de replicarse como autómata. Algunos consideran que se trata de distopías y, otros, del implacable avance de la ciencia. Sea cual fuere su interpretación, las máquinas con su inteligencia artificial son los modernos Prometeos de previsión, con profundas interrogantes sobre nuestra compleja naturaleza y el futuro cercano. La fuerza de estos Prometeos no radica en capacidad de predecir riesgos o catástrofes, sino en la capacidad de cierta inteligencia preventiva frente a lo imprevisto y lo inesperado; capacidad anticipatoria con

inteligencia nueva frente a la aleatoriedad y los patrones en el largo plazo. Se fundamentan en la lógica como inferencia a partir de hechos o afirmaciones.

Y tal como lo destacara Norbert Wiener, el creador del concepto de cibernética en el campo de la teoría de la información y de mundos futuros con base en la extrapolación de los avances tecnológicos de hoy: «El mundo del futuro será una lucha cada vez más implacable contra las limitaciones de nuestra inteligencia» (citado por Paul Virilio 2009, p. 55)

Las siguientes páginas analizan la evolución histórica de la inteligencia artificial de la mano de las tecnologías disruptivas, con las concomitantes dificultades para ajustarnos al marco clásico del bien y el mal, sin individualidad, y a la personalidad humana con sus asombrosas conexiones nerviosas. ¡Vivimos en red!

Bajo el nombre de Conferencias Macy se conoce a una serie de reuniones de diversas disciplinas celebradas en Nueva York, por iniciativa de Warren McCulloch y la Fundación Josiah Macy Jr. entre 1941 y 1960. El objetivo principal de las 160 conferencias realizadas que convocaron a destacados científicos fue la interdisciplinariedad, y con ellas se logró realizar grandes avances en la ciencia general del funcionamiento de la mente humana, la teoría de sistemas y la cibernética[71], lo que más tarde se conocería como ciencia cognitiva, que estudia, también, el sorprendente y maravilloso funcionamiento de los mecanismos y las conexiones nerviosas de los seres vivos.

Según Melanie Mitchell (2019, pp. 18-19), a John McCarthy —prominente pionero de la inteligencia artificial, que recibió el Premio Turing en 1971 y a quien desde muy temprana edad le obsesionaba la idea de que los computadores tuvieran algún tipo de inteligencia— se le considera uno de los padres de esta nueva ciencia. Durante sus estudios de postgrado en la Facultad de Matemáticas de la Universidad de Princeton, compartió sus inquietudes con Marvin Minsky, quien tenía las mismas

71 La cibernética, en palabras de Melanie Mitchell, es la ciencia que estudia los sistemas de comunicación y regulación automática de los seres vivos y los aplica a sistemas electrónicos y mecánicos que se parecen a ellos (2019, p. 282).

ideas. Minsky trabajó en Bell Labs y en IBM, donde colaboró con Claude Shannon, el inventor de la teoría de la información junto a Nathaniel Rochester, un destacado ingeniero eléctrico. La información era considerada por ellos como elemento probabilístico que reducía la incertidumbre de un conjunto de opciones. Según ellos, con el solo hecho de decir que una afirmación es verdadera, o incluso falsa, se reduce por completo la ambigüedad de su mensaje.

A su regreso a la Universidad de Dartmouth, McCarthy persuadió a Minsky, a Shannon y a Rochester de organizar un seminario de dos meses con diez investigadores durante el verano de 1956 bajo el nombre casual de «Estudio de la inteligencia artificial», para diferenciarlo de los estudios de cibernética. Este seminario contó con el patrocinio parcial de la Fundación Rockefeller.

El seminario se concentró en los siguientes temas: procesamiento del lenguaje natural, redes neuronales, aprendizaje automático (*machine learning*), conceptos abstractos, y razonamiento y creatividad. Hasta el presente estos temas definen el campo de la inteligencia artificial.

Allen Newell, Cliff Shaw y Herbert Simon en dicho seminario presentaron un programa computacional llamado The Logic Theorist (*El teórico de la lógica*), desarrollado en la Research and Development Corporation (RAND), que deslumbró porque podía no solo procesar gran cantidad de datos, sino además resolver teoremas matemáticos y generar imágenes, caracteres y símbolos tales como mapas. Elaborado mediante el apoyo de una máquina de IBM 701, The Logic Theorist se considera el primer programa de inteligencia artificial diseñado por el hombre, capaz de resolver casi todo tipo de teoremas (Taulli, 2019, p. 7)[72].

Después del seminario, muy pronto McCarthy, Simon, Minsky y Newell, llamados los «cuatro grandes pioneros», se reunieron e hicieron planes para el futuro: en 1960 McCarthy fundó el Proyecto Stanford de inteligencia artificial con el objetivo de construir una máquina completamente inteligente en diez años. Por la misma época, Herbert Simon, Premio

72 The Logic Theorist fue capaz de resolver 38 de los 52 teoremas del capítulo 2 de *Principia mathematica* (1912) de Alfred North Whitehead y Bertrand Russell (en Brossi *et al*., 2019, p. 40).

Nobel de Economía 1978 por sus trabajos sobre teoría de la racionalidad limitada, predijo: «las máquinas en veinte años serán capaces de hacer cualquier trabajo que los hombres puedan hacer». A su vez, Marvin Minsky, fundador del MIT Lab, pronosticó que «dentro de una generación... los problemas de crear "inteligencia artificial" se resolverán sustancialmente». Y, Allen Newell, investigador en informática y psicología cognitiva desde la Universidad de Carnegie Mellon, contribuyó al desarrollo de los primeros programas de inteligencia artificial y al Resolutor General de Problemas, predecesor del Global Positioning System (GPS), con lo cual se hizo merecedor al Premio Turing en 1975 —considerado como el Premio Nobel en Ciencias de la Computación y otorgado por la Association for Computing Machinery—, junto con Herbert Simon.

Cada uno de los «cuatro pioneros» se fijó una misión estratégica al estilo de lo que pregona Mariana Mazzucato, es decir, desde la perspectiva del Estado emprendedor, donde la investigación y la innovación están orientadas por una misión basada en programas estratégicos del Estado. Aunque, en el caso de los «pioneros», desde el campo académico y el sector privado[73]. Mazzucato (2021) insiste en los enfoques orientados por misiones para abordar los grandes retos y toma como referencia el programa Apolo 11, que aterrizó en la Luna como parte de un gran esfuerzo de asociación, innovación y cambio organizativo liderado por el presidente estadounidense John F. Kennedy en 1962, lo que permitió a los Estados Unidos retomar el liderazgo en la conquista del espacio.

Con dichos antecedentes, el computador, que se había creado originalmente como una máquina para hacer aritmética a grandes velocidades, pasó a resolver problemas con el apoyo de algoritmos y a manipular símbolos

73 Mariana Mazzucato es una brillante académica de la economía de la innovación y valor público de la University College London, autora de libros como *El Estado emprendedor y Misión economía: una carrera espacial para cambiar el capitalismo;* y firme defensora del papel del Estado para un crecimiento inclusivo y sostenible mediante una estrategia de inversión pública, y obligaciones y métricas claras para que las instituciones cumplan con esos objetivos. Ella es también una constante propulsora de la idea de que lo que se presenta como valor es en realidad una apropiación o extracción de valor preexistente.

(leer, mover, generar, comparar y asociar), y avanzó en el desarrollo de configuraciones complejas de procesos y solución de problemas muy parecidos a los que resuelven los humanos.

5.1.1 Algunas definiciones de inteligencia artificial

Para comprender un tema, siempre es muy útil definir y delimitar su contenido, aunque sus aspectos, dependiendo de los autores, no coincidan exactamente. Nada mejor para nuestro propósito que la famosa frase de Voltaire, importante filósofo de la Ilustración francesa: «Definir los términos... o nunca se entenderán el uno al otro».

1. «La inteligencia artificial es el arte de crear máquinas con capacidad de realizar funciones que realizadas por personas requieren de inteligencia» (Ray Kurzweil).
2. «La inteligencia artificial es el campo de estudio que se enfoca en la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales» (Robert Schalkoff).
3. El concepto de inteligencia artificial denota un proceso por el que se «hace que una máquina se comporte de formas que serían llamadas inteligentes si un ser humano las hiciera» (John McCarthy).
4. «Inteligencia artificial es la capacidad para hacer generalizaciones de un modo oportuno, basándose en datos limitados» (Jerry Kaplan).
5. «La inteligencia artificial es la ciencia y la ingeniería de la fabricación de máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos inteligentes» (Alan Turing).
6. «Inteligencia artificial es cuando los computadores son capaces de aprender de la experiencia, lo que a menudo implica procesar datos utilizando algoritmos sofisticados» (Tom Taulli).
7. La inteligencia artificial es «un sistema computacional que ejecuta acciones que se consideran inteligentes si fueran realizadas por personas» (Stuart Russel y Peter Norvig).
8. La «inteligencia artificial se aplica cuando una máquina imita las funciones 'cognitivas' que los humanos asocian con otras mentes humanas,

por ejemplo, aprender y resolver problemas. El trabajo de los algoritmos es, por lo tanto, clasificar, eliminar o recomendar información o contenido digital a los que accederemos» (Richard Benjamins e Idoia Salazar).

9. La inteligencia artificial «es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano» (Iberdrola).
10. «La inteligencia artificial es la ciencia e ingeniería que permitirá replicar la inteligencia humana mediante máquinas» (Ramón López de Mantarás y Pedro Meseguer).
11. La inteligencia artificial «es un sistema computacional que puede, para un determinado conjunto de objetos definidos por humanos, hacer predicciones y recomendaciones o tomar decisiones que influyen en entornos reales o virtuales» (OECD).

En clave con las anteriores definiciones, cabe comentar que el uso cotidiano de algoritmos genera nichos o «burbujas» donde las personas ven solamente a las personas que piensan como uno y reciben lo deseado, creyendo que esa es toda la realidad o la verdadera. Con ello, subsiste el riesgo de fomentar el fanatismo, el aislamiento o los sesgos de personalización del uso de los medios sociales que pueden ser contrarios a la tolerancia, la cohesión y la diversidad deliberativa. Esto en virtud de que el sistema de la inteligencia artificial percibe mediante sensores (mecánicos o humanos) del ambiente externo datos brutos de lo observable y, a la vez, actúa sobre el mismo de manera física o con información mediante sus actores (mecánicos o humanos) para hacer predicciones o clasificaciones.

5.1.2. Tipos y categorías de inteligencia artificial.

Los expertos en computación Stuart Russel y Peter Norvig (2010) diferencian los siguientes tipos de inteligencia artificial:

1. Sistemas que piensan como humanos: automatizan actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas y aprendizaje. Ejemplo de estos sistemas son las redes neuronales artificiales.

2. Sistemas que actúan como humanos: realizan tareas de forma similar a como las hacen las personas, por ejemplo, los robots.
3. Sistemas que piensan racionalmente: emulan el pensamiento lógico racional de los humanos, es decir, son máquinas que pueden percibir, razonar y actuar en consecuencia. Un ejemplo está en los sistemas expertos.
4. Sistemas que actúan racionalmente: máquinas que tratan de imitar de manera racional el comportamiento humano, como los agentes inteligentes[74].

En línea con lo anterior, Tom Taulli —autor del excelente libro *Artificial intelligence: A non-technical introduction* (2019)— menciona a John Searle —un escéptico de la singularidad y de las pruebas que convalidan la inteligencia de las máquinas—, quien considera que hay dos formas de inteligencia artificial cuando se dan ciertas condiciones: fuerte y débil. A continuación, se presentan estas dos y, adicionalmente, las propuestas por Melanie Mitchell, simbólica y subsimbólica.

Formas de inteligencia artificial

A. Inteligencia artificial fuerte (IAF) o general

Ocurre cuando la máquina realmente entiende lo que está sucediendo y manifiesta inteligencia en un amplio conjunto de tareas. Incluso podría aparentar emociones y creatividad. «Este tipo de inteligencia tiene las mismas características que la inteligencia humana, es decir, puede aprender, razonar, entender, tiene sentido común y entiende la causalidad» (Benjamins y Salazar, 2020, p. 307).

Allen Newell y Herbert Simon formularon la hipótesis del Sistema de Símbolos Físicos, según la cual «todo sistema de símbolos físicos posee los medios necesarios y suficientes para llevar a cabo acciones inteligentes» (Mitchell, 2019, p. 21). Dado que los seres humanos

74 De acuerdo con los especialistas, los sistemas de inteligencia artificial pueden desarrollar distintos grados de autonomía sobre las máquinas. Se trata de casos como: Human in the Loop (HITL, cuando la persona debe tener el control final); Human on the Loop (HOTL, cuando la persona debe supervisar las acciones de la máquina); Human Out of the Loop (HOOTL, cuando la máquina puede decidir por sí misma) (Nevado Santano, 2020, p. 103).

mostramos conductas inteligentes para resolver problemas, poseemos capacidad de abstracción, aprendizaje, adaptación y manejo de información, entonces también seríamos sistemas de símbolos físicos y poseeríamos IAF.

Muchas compañías, como Google con el proyecto Deep Mind (Mente profunda), están concentradas en este tipo de inteligencia. Sin embargo, algunos investigadores consideran que esta categoría se encuentra lejos de ser alcanzada, por cuanto supone que la inteligencia artificial iguala o excede a la inteligencia humana promedio, que posee *sentido común* o «saber práctico» sobre nuestro mundo.

Los conocimientos de sentido común son una de las características inigualables del ser humano. Mediante ellos nos desenvolvemos en nuestro entorno desde que nacemos hasta que morimos, e implican relaciones temporales, espaciales, sociales, de causa-efecto y de intencionalidad para dar significado a lo que nos rodea. El sentido común no entiende, sino percibe, las sensaciones externas a través de nuestro cuerpo. Representar conocimiento de sentido común y razonar a partir de ello no es fácil de lograr con la lógica matemática de los algoritmos. Por lo tanto, la IAF o inteligencia artificial general es difícil de alcanzar al ser un gran obstáculo el dotar de *sentido común* a las máquinas.

El filósofo estadunidense Hubert Dreyfus —de la Universidad de California, Berkeley, conocido por sus trabajos en fenomenología y existencialismo, y en las implicaciones filosóficas de la inteligencia artificial, miembro de la Academia Americana de las Artes y las Ciencias en 2001—, mientras trabajaba en el MIT publicó *Alquimia e inteligencia artificial*, donde criticó fuertemente la obra de Allen Newell y Herbert A. Simon. Sus argumentos se centraban en la manipulación que, según él, se hacía con los símbolos físicos según reglas formales. Dreyfus criticaba la suposición biológica de que el cerebro es análogo al *hardware* y la mente al *software* de la computadora.

Para Dreyfus, el cuerpo —con sus necesidades, deseos, placeres y dolores— juega un papel trascendental en la inteligencia porque está

ligado al contexto y, en consecuencia, la inteligencia artificial requeriría dispositivos que tuvieran cuerpos más o menos parecidos a los nuestros y una sociedad o psicología social similar a la nuestra.

En consecuencia, cuerpo, intencionalidad, psicología y sentido común eran para Dreyfus las grandes barreras de la IAF o inteligencia artificial general. Sus críticas se extendieron a los postulados de Alan Turing sobre la posibilidad de que un computador pudiera ofrecer un comportamiento inteligente. En pocas palabras, según Dreyfus, la IAF se encontraría en una especie de callejón sin salida. Sin embargo, con el paso de los años, los nuevos descubrimientos y avances sobre ella han demostrado lo contrario.

B. Inteligencia artificial débil o estrecha

Es la actual y se presenta cuando las máquinas pueden resolver una tarea muy concreta y limitada, como hacer coincidir patrones y enfocarse en tareas restringidas y contextos acotados, por ejemplo, jugar ajedrez, *checkers* o damas, o reconocer caras. Es decir, el comportamiento inteligente en un ámbito muy especializado o restringido es lo que se conoce como inteligencia artificial débil. Dentro de esta categoría están las aplicaciones de reconocimiento de voz que permiten hacer preguntas y obtener respuestas en un lenguaje coloquial, como Siri de Apple, Alexa de Amazon o el asistente virtual Cortana de Microsoft. En 1965, el profesor del MIT Joseph Weizenbaum diseñó Eliza, el primer *chatbot* al cual el usuario le podía hacer preguntas y recibir respuestas o sugerencias (Wikipedia, s. f.b).

C. Inteligencia artificial simbólica

Consiste de palabras y frases (símbolos) comprensibles para los humanos con las cuales un programa puede realizar ciertas tareas a partir de reglas preestablecidas. Esta inteligencia se basa tanto en reglas como en conocimientos explícitos y es programada por personas. En consecuencia, todos los algoritmos denominados «sistemas basados en conocimiento»,

«sistemas expertos» o «sistemas basados en reglas» caen bajo esta categoría. Más adelante se explicarán estos sistemas en detalle.

En 1976, Allen Newell y Herbert Simon propusieron la hipótesis del sistema de símbolos físicos, según la cual la inteligencia es equiparable a la manipulación de símbolos y «la mente es tecnología; como otras tecnologías, es un conjunto de mecanismos para la solución rutinaria de una clase de problemas» (Hustvedt, 2021, p. 146).

Marvin Minsky creía que la inteligencia artificial se basaba en una lógica computacional de preprogramación mediante el uso de declaraciones a partir del uso de la fórmula: «Si... Entonces... Por lo tanto...» Detrás, argüía, había una especie de «motor de inferencia» que extraía un juicio o conclusión a partir de los hechos.

Como curiosidad, Mitchell cuenta que dentro de esta categoría de inteligencia artificial un programa de computación pudo resolver rápidamente el acertijo famoso de los tres misioneros y los tres caníbales que tienen que cruzar un río con un bote que solo puede transportar dos personas a la vez y, claro está, en ningún lado del río puede haber más caníbales que misioneros. ¿Cómo logran atravesar el río los seis? ¡Esto lo resuelve el programa de inteligencia artificial simbólica más velozmente que cualquier ser humano!

D. Inteligencia artificial subsimbólica

Se basa en la neurociencia y busca capturar el proceso de pensamiento inconsciente que conduce a la percepción rápida, como el reconocimiento de rostros o de palabras habladas (Mitchell, 2019, pp. 21-24).

Vertientes de la inteligencia artificial

Bajo el abanico de las anteriores categorías de inteligencias artificiales, se desarrollaron dos grandes vertientes que se conocen con el nombre de conexionismo y sistemas formales, que se explican a continuación.

i. Conexionismo

Esta vertiente se fundamenta en la biología a partir de los trabajos de Warren McCulloch y Walter Pitts en la Universidad de Chicago (1943). Ellos desarrollaron nuevas teorías para explicar el funcionamiento del cerebro y «aprender» patrones, apartándose del conocimiento convencional del comportamiento humano y la psicología de Sigmund Freud.

Su idea fundamental es que las funciones centrales del cerebro, como la transmisión del impulso eléctrico a través del axón o prolongación de las neuronas y la comunicación eléctrica y química entre ellas, que tiene lugar en las junturas que las unen, constituyen lo que se conoce con el nombre de sinapsis. Este infinito circuito de comunicación podría explicarse, dicen los mencionados autores, mediante la lógica y las matemáticas.

Por ejemplo, con operadores lógicos y relacionales como «y», «o», «no» (conjunción, disyunción, negación), McCulloch y Pitts creían que se podría construir redes o plataformas para procesar información, aprender y pensar, dejando de lado las ideas de pulsiones o energías psíquicas que dirigen la acción hacia un fin. Ambos científicos, al igual que Norbert Wiener, pero con nuevos fundamentos, creían que las máquinas podían aprender mientras practicaban juegos y, aun más, podían replicarse a sí mismas (Taulli, 2019, p. 5).

Dentro de dicha lógica, el psicólogo estadounidense Frank Rosenblatt creía firmemente en la idea de que la inteligencia artificial necesitaba utilizar sistemas parecidos a los del cerebro humano, como las redes neuronales, es decir, en el conexionismo. Para ello, inventó el programa Mark I Perceptron en el Cornell Aeronautical Laboratory, mediante el cual el sistema era capaz de «aprender» patrones mientras procesaba información (1958). Con esto se dio comienzo a los avances en la llamada categoría de aprendizaje profundo (*deep learning*). El propósito de este sistema era reconocer patrones a través de sus «ojos», constituidos por una red de 400 fotocélulas.

Rosenblatt, como psicólogo, siguió el proceso mediante el cual las neuronas procesan información y se genera aprendizaje en el cerebro: la neurona es una célula que recibe insumos químicos o eléctricos de otra célula conectada a ella, a través de dendritas. Así, cada neurona suma todos los insumos o estímulos que recibe de las otras neuronas y superado cierto umbral se dispara o reacciona. Aun más, tal como lo explica textual y gráficamente Mitchell, las diferentes conexiones o sinapsis de una neurona con otra producen diferentes fortalezas entre estas y, al calcular la suma de los insumos o dendritas, una neurona da más ponderación a los que provienen de conexiones más fuertes que a los que tienen conexiones débiles.

Para simular las fortalezas o conexiones a una neurona, el Perceptron de Rosenblatt propuso asignar un peso numérico a cada insumo antes de agregarse a la suma, peso que adquiere el valor de 1 cuando se activa y de 0 cuando no alcanza el umbral del Perceptron. Este umbral es un número fijado por el programador o aprendido por el mismo Perceptron. Por lo tanto, se le considera como un algoritmo para el aprendizaje supervisado de clasificación binaria o clasificación de elementos de un conjunto en dos grupos, por ejemplo, clasificar pacientes para saber si están enfermos o no, o clasificar estudiantes entre los que sí han cumplido un requerimiento y los que no lo han hecho.

Arthur Lee Samuel, en 1959, fue también un pionero al desarrollar el primer programa de inteligencia artificial para juegos didácticos informáticos, como *checkers* —juego muy parecido a las damas—; además, contribuyó a popularizar el término *machine learning* con sus trabajos desde la Universidad de Stanford. Se trata de un programa parecido al de Rosenblatt. Siguiendo una estrategia de minimax, el juego de *checkers* ponderaba las variables teniendo en cuenta el valor de cada pieza y la posición de ellas en el tablero. El programa era capaz de representar todos los posibles movimientos, lo mismo que las posibles respuestas del contrincante y las respuestas a las respuestas, así sucesivamente hasta seleccionar el movimiento de más valor. Este programa llegó a vencer a maestros de *checkers* y anticipó la capacidad de

la inteligencia artificial a través del *machine learning* para aproximarse a la inteligencia humana.

En el caso de videojuegos, se usa el conexionismo mediante programas informáticos en aquellos personajes animados que el jugador no controla, y a través de ellos vencen obstáculos y toman decisiones acerca de cuál de sus acciones es la más conveniente en función del contexto, es decir, de la posición y acciones de otros jugadores y del personaje controlado por el jugador; lo mismo cuando los jugadores tienen que cooperar para sobrevivir. Son maravillosas plataformas para el desarrollo de inteligencia artificial y sus diversas aplicaciones, como en robótica y conducción autónoma de automóviles; ejemplo de ellas son el juego Fornite de la compañía Epic Games y el juego Fifa, con principios tácticos parecidos al juego real de fútbol.

Atrás quedaban entonces las instrucciones de lenguajes de programación como Fortran, Basic y Pascal, donde los programadores escribían a mano el programa en tarjetas perforadas que el computador leía ópticamente.

Hoy en día, los neurocientíficos consideran que el proceso de *machine learning*, que veremos a continuación en detalle, es un proxy del aprendizaje humano. Si lo pensamos un poco más, pareciera ser esa la forma como tomamos decisiones: con «árboles de decisión» tan simples como cuando seguimos más la opinión de «unos» amigos o familiares sobre «otros» para ir a un cine, o comprar un libro o un auto, porque asignamos más peso, más confianza o más poder a unos que a otros.

Pese a ello, subsisten muchas reservas sobre las capacidades de los expertos programadores en el momento de establecer las reglas para captar cabalmente el conocimiento subconsciente o el sentido común para actuar inteligentemente, dado que el sentido común es fruto de vivencias y experiencias del sistema perceptivo de nuestro cuerpo al interactuar con el entorno. Con mayor razón, las reservas son inmensas cuando las máquinas actúan por sí solas.

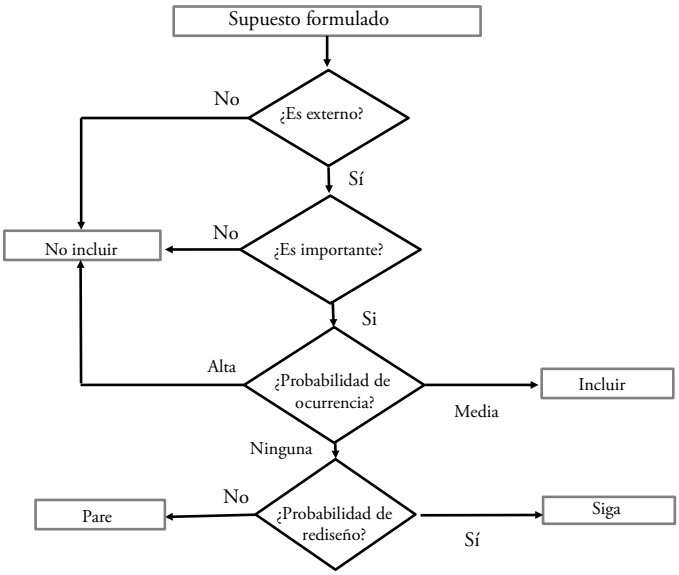
ii. Sistemas formales

Esta vertiente transitó gradualmente hacia los *sistemas expertos*, los cuales se concentraban en el conocimiento de especialistas de diversas disciplinas para resolver problemas específicos en química, medicina, biología, etcétera. En este campo, el experto interactúa con un usuario generando una retroalimentación que pasa, primero, por el manejo de la base de datos para la gestión del conocimiento; luego, por una máquina de inferencia que analiza, interpreta, evalúa y extrae deducciones o respuestas contenidas en la base de datos; y, en tercer lugar, por la interfaz con el usuario.

Aquí vale distinguir entre la *predicción* hecha cuando algo puede ser explícitamente verificado o anunciado dentro del «curso normal de los acontecimientos» y la *inferencia* que se da si es una teoría o conclusión formada alrededor del análisis implícito de reglas lógicas, sustentadas en evidencias y pistas para deducir nueva información. Este es el caso de todas las frases o análisis que se construyen con «Si... Entonces...» Por ejemplo, en la construcción de los supuestos de la matriz de marco lógico de la figura 24 —esquema de flujo para la verificación de hipótesis— se sigue el siguiente razonamiento: *si* el supuesto es externo al proyecto, *entonces* no incluir; *si* es importante, *entonces* no incluir; *si* tiene probabilidad alta, *entonces* no incluir; *si* no tiene probabilidad de rediseño o reajuste, *entonces* no continuar. Claro está que, si las respuestas son «Sí», entonces se deben incluir y continuar con el supuesto como riesgo en su proceso de verificación en el diagrama de flujo. Además, se debe incluir la respuesta en cada una de las filas a nivel del resumen narrativo de la matriz conformado en orden ascendente por actividades-componentes-propósitos-fin (figura 24).

De manera similar, en las reglas de admisión o aprobación en universidades, se suele establecer un procedimiento análogo: *si* la nota es mayor a 9, *entonces* la calificación es sobresaliente y el postulante ingresa; *si* el puesto es menor a 20 y la nota mayor a 7, *entonces* el postulante es admitido y se le notifica.

Figura 24. Esquema de flujo para verificar supuestos



Fuente: Ortegón, Pacheco y Prieto (2005, p. 42).

Una aplicación práctica diaria para entender estos procedimientos sistematizados mediante inteligencia artificial se da cuando cotidianamente acudimos a un cajero automático a sacar dinero, pagar una cuenta o cambiar de clave, para lo cual tenemos que dar respuesta a algunas preguntas de la máquina. Con la clave de cada cliente, la máquina sabe cuánto dinero poseemos, cuál es el tope que podemos retirar, la frecuencia de nuestros retiros y los lugares que frecuentamos. Si algo no coincide, ella avisa al usuario o al servidor del banco. Este tipo de aplicaciones con base en algoritmos se conocen como «arboles de decisión» para predecir comportamientos en la toma de decisiones. También se usan, por ejemplo, para predecir si un cliente va a abandonar una empresa o no, con base en datos históricos, según el precio de un producto o el número de reclamos. En este caso, si el precio es mayor a cierta cantidad, puede abandonar o no; y si el número de reclamos es mayor a cierto número, puede también abandonar o no.

En relación a las dos vertientes desarrolladas, conviene destacar el trascendental aporte para la inteligencia artificial de la *teoría de la información*, desarrollada por Warren Weaver (1884-1978) y Claude Shannon (1916-2001) en la década de 1940 en el contexto de las telecomunicaciones. Su interés estaba centrado en cómo un mensaje podría ser transmitido confiablemente contando con medios poco confiables y a pesar del «ruido» que se puede presentar durante la transmisión. La teoría consiste básicamente en una serie de reglas o leyes matemáticas de los sistemas de comunicación para la transmisión, procesamiento, medición y representación de la información.

Las aplicaciones de las tecnologías de la información, en el marco de la teoría de la complejidad y de la mano de la inteligencia artificial, han sido muy fluidas, lo cual ha permitido apoyarse en ellas para validar sus fundamentos. Esto incluye *big data*, *smartización*, *blockchain*, robotización, *machine learning* y procesamiento de lenguaje natural mediante el uso de algoritmos en múltiples áreas de la política pública.

La invasión de información constituye un punto de inflexión en un mundo altamente interconectado: la seguridad de la infraestructura tecnológica y de los datos frente a las libertades individuales es un enorme desafío que los gobiernos deberán enfrentar como un objetivo primordial de política pública. Adicionalmente, este fenómeno constituye un desafío para las universidades y el mundo académico en general en cuanto a la urgencia de abrir sus programas desde básica e intermedia hasta pregrado y posgrado a las tecnologías digitales y así enfrentar mejor el futuro del mercado laboral[75].

75 «Según un estudio realizado por Oxford Economics, se espera que para 2030, 20 millones de empleos manufactureros sean ocupados por robots. Según estimaciones de la firma británica, cada nuevo robot industrial elimina, en promedio, 1,6 puestos de trabajo del sector manufacturero. El estudio también asegura que, justamente, este será el rubro que recibirá el mayor impacto. A nivel mundial, China sufrirá la mayor automatización, con cerca de 14 millones de robots industriales para el año 2030» (*El Mercurio,* 2019).

Con dichas aclaraciones y definiciones sobre inteligencia artificial, la pregunta que surge es la siguiente: ¿Qué es entonces un algoritmo? Veamos a continuación algunos enunciados.

Algunas definiciones de algoritmo

1. Conjunto metódico de pasos que pueden emplearse para hacer cálculos, resolver problemas y alcanzar decisiones. Por ejemplo, si queremos calcular la media entre dos números, podemos usar un algoritmo sencillo: primer paso, sumar los dos números; segundo paso, dividir la suma entre dos. Cuando los números son 4 y 8, se obtiene 6. Un ejemplo más complejo es una receta de cocina (Harari, 2016, p. 100).
2. «Receta» de pasos que puede seguir una computadora para resolver un problema particular (Mitchell, 2019, p. 28).
3. «Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución a un problema» (Real Academia Española, 2021).
4. Proceso o conjunto de reglas a ser aplicadas mediante cálculos o algún método de solución de problemas, en especial usando una computadora (Ortegón y Machicao, 2019, p. 148).

Por lo tanto, los algoritmos no son más que fórmulas para la ejecución de determinadas tareas o la resolución de ciertos problemas. En el sentido matemático, el algoritmo se define como una secuencia finita de instrucciones bien definidas y no ambiguas, cada una de las cuales debe ser ejecutada mecánicamente o electrónicamente dentro de un tiempo finito y con una cantidad de esfuerzo finita. Un programa de computador es esencialmente un algoritmo que indica a la computadora pasos específicos y el orden en que ellos deben ser ejecutados para ejecutar una tarea o solucionar un problema[76].

76 Con el advenimiento de los algoritmos en todo orden de cosas, se corre el riesgo de que exista menos libertad y menos neutralidad en la percepción de la realidad a través de la presentación, lectura y análisis de la información. El navegar en los sitios de búsqueda puede arrojar resultados distintos para personas diferentes. Así surgió el término «burbuja» como personalización extremada del uso tecnológico que cada persona hace de los medios sociales. El activista político Eli Pariser acuñó el término «burbuja» con este sentido en su obra *The filter bubble: What the internet is hiding to you* (2011).

La palabra algoritmo proviene de Al-Juarismi, nombre de un matemático persa que vivió entre los años 780 y 850. Al-Juarismi fue creador del álgebra e introdujo en Occidente los números que, según conocemos hoy, venían de la India. Para él, lo fundamental era la secuencia de pasos lógicos para llegar a la solución de un problema. Con el tiempo, la traducción de su nombre, Algorism, fue utilizada para describir cualquier método de cálculo sistemático o automático.

Marcus du Santoy, matemático y divulgador científico de la Universidad de Oxford, con una visión optimista e innovadora de nuestra relación con las máquinas, que nos obliga a reconsiderar la esencia de la creatividad humana, escribió el fascinante libro *Programados para crear* (2019). De manera atractiva y didáctica, Santoy explica el trasfondo lógico de los algoritmos, fundamento de la inteligencia artificial, y cómo DeepBlue de IBM derrotó al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov, y a los competidores en el juego de palabras *Jeopardy* con el programa Watson; y cómo AlphaGo, creación de Demis Hassabis, con la ayuda de Elon Musk y Peter Thiel, crearon la máquina DeepMind que derrotó 4 a 1 al campeón mundial de Go, el surcoreano Lee Sedol. Sin embargo, lo más fascinante para Santoy es la forma como los algoritmos crean arte, pintura, música, novelas, textos y diseños tridimensionales de cualquier cosa; además, y lo más sorprendente, es cómo poseen capacidad para compartir historias, ser conscientes y transmitir empatía. Esta cualidad, según él, nos librará de un futuro apocalíptico y de una inteligencia «artificial malvada» (Santoy, 2019, pp. 372-373).

Todos los algoritmos, independientemente de su definición, tienen como pasos calificar o discernir datos e información para acercarse a una toma de decisiones. Este proceso se conoce como «minería de datos» (*data mining*), el mecanismo de *predictive modelling* más utilizado, que analiza datos con el propósito de hacer proyecciones.

Richard Benjamins e Idoia Salazar definen la minería de datos de la siguiente manera: «Conjunto de técnicas y tecnologías (estadísticas, sistemas de base de datos e inteligencia artificial) que permiten explorar bases de datos con el objetivo de encontrar patrones que nos puedan aportar información valiosa en la toma de futuras decisiones» (2020, p. 308).

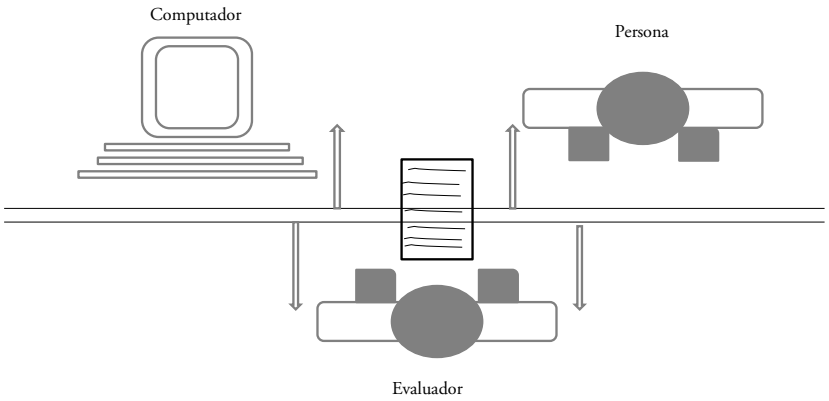
Pruebas para validar hipótesis sobre inteligencia artificial y singularidad

Dadas las anteriores explicaciones y definiciones, para los propósitos del presente trabajo se presentan a continuación las pruebas de Turing, de Kurzweil y del café para validar hipótesis sobre inteligencia artificial.

A. Prueba de Turing

Esta es la primera y quizás la más famosa o más conocida prueba, cuyo nombre se puso en homenaje a Alan Turing, considerado el padre de la inteligencia artificial y de la computación, además de precursor de la informática moderna. Esta prueba sigue las explicaciones contenidas en el libro de Taulli, anteriormente mencionado, y consiste de manera esquemática en un juego con tres jugadores: dos humanos y un computador. El evaluador es un humano que hace preguntas de final abierto al otro humano y al computador con la finalidad de determinar cuál es el humano. Si el evaluador no puede lograr una determinación, entonces se puede presumir que el computador es inteligente y posee una capacidad inherente a la raza humana: la de pensar (figura 25).

Figura 25. El flujo de trabajo básico de la prueba de Turing



Fuente: elaboración propia con base en Taulli (2019, p. 2).

Recordemos que el famoso robot humanoide Sophia —creado por David Hanson en 2016 para la compañía Hanson Robotics con sede en Hong Kong— posee capacidad para aprender y adaptarse al

comportamiento humano con sus presentaciones en telediarios y reportajes. Expresa en su cara más de 60 tipos de sentimientos, procesa datos visuales, realiza reconocimiento facial, analiza conversaciones, extrae datos para mejorar las respuestas, comprende el lenguaje humano y conversa animadamente con sus entrevistadores. Y, además, ¡posee la ciudadanía de Arabia Saudí! (Benjamins y Salazar, 2020, p. 233)[77].

A pesar del avance significativo con los sistemas de *software* inteligentes, persisten las dudas sobre la prueba de Turing y se han planteado las siguientes alternativas desafiantes.

B. Prueba de Kurzweil

Este científico fue el promotor de la idea de la singularidad de la inteligencia artificial y, desde Google, con el proyecto Google Brain, cree que en un futuro cercano los computadores serán más inteligentes que los humanos. Junto al empresario en tecnología Mitch Kapor, Kurzweil estableció que si un computador puede sostener una conversación durante dos horas y dos de tres jueces consideran que el que está hablando es un humano, entonces hay IAF o inteligencia artificial general. Kapor considera, sin embargo, que esto no sucederá sino hasta el año 2029.

C. Prueba del café

Así se llama el tercer test alternativo. Fue establecido por Steve Wozniak, cofundador y desarrollador del primer computador personal de Apple durante la era de Steve Jobs. La prueba consiste en que un robot pueda entrar a una casa desconocida, localizar la cocina y tomarse una taza de café. Los avances pronostican que esto está próximo a alcanzarse.

77 En 1921, Karel Capek estrenó en Praga su obra *RUR* (*Rossum's Universal Robots*), en la que se usa por primera vez el término «robot» (Benjamins y Salazar, 2020, p. 236).

5.1.3. Aprendizaje de máquinas (*machine learning*): aprendizaje automático

Con base en la evolución de los avances señalados en los anteriores párrafos, en 1959 se produjo un hito cuando Arthur L. Samuel desarrolló en IBM el primer juego corrector de computador (ortográfico, gramatical y de estilo), demostrando cómo el computador podía aprender miles de palabras, ejercitarse y mejorar mientras procesaba *big data,* sin necesidad de ser explícitamente programado, y todo esto mediante el apoyo o apalancamiento de estadísticas, matemáticas y especialmente análisis probabilístico. Así, el computador estaba a un paso de hacer predicciones correctas. Las bases estadísticas incluían los conceptos de desviación estándar, distribución normal, teorema de Bayes, correlación (no confundir con causación), modelos probabilísticos y extrapolaciones.

El aprendizaje de máquinas (*machine learning*), sustentado básicamente en algoritmos de aprendizaje de máquinas, es una subcategoría de la inteligencia artificial mediante la cual las máquinas «aprenden» de los datos o de su propia «experiencia». Es decir, consiste en la programación de un sistema para que *aprenda de sus experiencias*, se reprograme o se rehaga en la solución de un problema propuesto y, así, encuentre algoritmos de solución o heurísticas propias.

En este tipo de inteligencia, los *inputs* son datos y el *output* es un modelo que se puede utilizar para resolver un problema o tomar decisiones. Por lo tanto, durante el proceso de generar el modelo se crea el «aprendizaje» y tal modelo es entrenado con los datos. En consecuencia, el tipo de inteligencia artificial basado en datos es un proceso de aprendizaje automático que contrasta con el tipo de inteligencia artificial basado en reglas, donde el programa está escrito por personas.

Muchas de las actuales tecnologías usan algoritmos de *machine learning*, los cuales tienen la capacidad de autoprogramarse y aprender de manera autónoma la realización de una tarea; ellos están en constante aprendizaje autónomo, bajo supervisión humana o no, lo que permite una mejora continua de los resultados (Hernández & Amaya, 2019, p. 166).

Esta subcategoría se expande actualmente de manera exponencial y sus aplicaciones se usan en computadores que hacen recomendaciones a clientes y filtros de correos no deseados, asimismo, siguen redes sociales y analizan textos; también actúan como asistentes en *call centers* mediante *chatbots*, y responden a consultas, como las que hacemos a diario en Google (Taulli, 2019, pp. 41-50).

La inteligencia artificial necesita una gran cantidad de datos (*big data*) para realizar el aprendizaje automático y sacar conclusiones con el apoyo de los algoritmos. Simulando el aprendizaje de un niño, pero a menor escala, mientras más se entrene un algoritmo y mientras más datos disponga, mejor llegará a resolver un problema o tomar una decisión. Con el alimento de información, el algoritmo o modelo puede analizar, comparar, discriminar, clasificar y ante todo extraer patrones (*patterns*). Con estos, el algoritmo está en capacidad de reforzar su aprendizaje, por cuanto compara las situaciones nuevas con las anteriores y extrapola resultados o decisiones. De igual manera, puede realizar predicciones mediante el cálculo de probabilidades, todo ello sujeto a la calidad de la información suministrada y al nivel de entrenamiento.

5.1.3.1 Cuatro tipos de aprendizaje automático

Los especialistas Benjamins y Salazar, en su libro *El mito del algoritmo* (2020), sintetizan cuatro tipos de aprendizaje automático: automático supervisado, automático no supervisado, reforzado (*reinforcement learning*) y sistemas de aprendizaje basados en conocimiento.

1. **El aprendizaje automático supervisado** se caracteriza por que el modelo o el algoritmo a partir de gran cantidad de información como insumo puede predecir el resultado. Por ejemplo, si dispone de miles o millones de fotos de animales, el algoritmo con entrenamiento sucesivo puede reconocer cuál es un gato y de qué raza. Esto no elimina los posibles errores por apariencia o similitud con otro animal.
2. **El aprendizaje automático no supervisado** se describe por el hecho de que el objetivo del algoritmo no está especificado de antemano y su

función con los datos consiste en encontrar patrones, anomalías, segmentos o características especiales.

3. **El aprendizaje reforzado** se identifica como un proceso de ensayo-error durante el aprendizaje a partir de los datos que recibe. Así, paulatinamente, el algoritmo se acerca al objetivo propuesto. Entre más ejercite más aprende. Este fue el caso del computador Deep Blue, que le ganó al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov por 4 a 2 en 1997, y el del programa informático AlphaGo de Google, que hizo lo mismo en 2017 con Lee Sedol, campeón mundial de Go —considerado uno de los juegos más difíciles, ya que existen combinaciones infinitas y utiliza la intuición—, por 3 partidas a 0 (Benjamins & Salazar, 2020, p. 39).
4. **El aprendizaje automático basado en el conocimiento.** En clave con los anteriores tres tipos de inteligencia artificial de *machine learning*, existe el sistema de inteligencia artificial apoyado en el *conocimiento.* Este consta de dos elementos básicos: uno, el conocimiento, y ya no en la cantidad de datos que recibe como *input*; y dos, un «motor de inferencia» que extrae conclusiones a partir de los hechos.

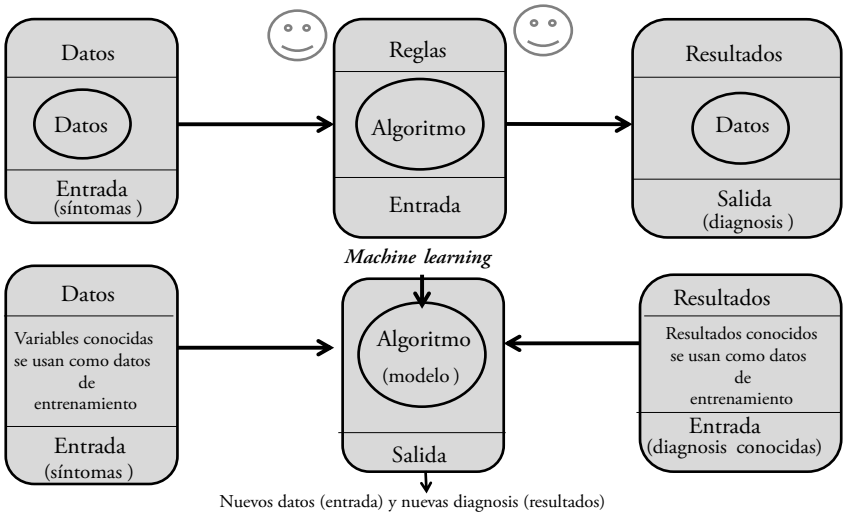
Por inferencia, entendemos el proceso mediante el cual se extraen conclusiones a partir de premisas, y por «motor de inferencia», el proceso donde se modela el razonamiento a partir de información contenida en la base de conocimientos y la base de hechos para deducir nuevos hechos. Por ejemplo, en los motores de inferencia de los sistemas expertos yo puedo decir que, si la premisa de una regla es cierta, entonces la conclusión de la regla debe ser también cierta. La inferencia deduce, concluye o establece probabilidad a partir de los hechos que suceden previamente. Por ejemplo, yo puedo inferir que, *si* no estudio, *entonces* es probable que pierda la materia; o, *si* me levanto tarde, *entonces* seré impuntual al llegar a una reunión.

Hay inferencias más complejas que realiza un algoritmo, como cuando, a partir del conocimiento sobre las partes, interconexiones, fallas, errores más frecuentes y funcionamiento como un todo de un artefacto electrodoméstico, un auto, o el mismo cuerpo humano, puede inferir o razonar en base a los nuevos hechos y sacar nuevas conclusiones.

Con base en el conocimiento, sustentado en todos los hechos que se conocen o se deben tener en cuenta, junto a las relaciones o interconexiones entre ellos, se genera el «razonamiento» de la inteligencia artificial a través del «motor de inferencia». Estos motores, como se mencionó anteriormente, se ejecutan mediante reglas del tipo *si* como «condición» y *entonces* como «conclusión». Por lo tanto, todas las categorías de algoritmos caen bajo el nombre de «sistemas basados en conocimiento», «sistemas expertos» o «sistemas basados en reglas».

La explicación textual y gráfica de Richard Benjamins e Idoia Salazar (2020), contenida en la figura 26, permite visualizar las diferencias básicas entre el sistema de inteligencia artificial simbólico, basado en reglas, y el basado en datos o automático: en el primero cada algoritmo tiene una entrada y una salida: entran los datos (por ejemplo, síntomas de alguna enfermedad) y el algoritmo los procesa según instrucciones y sale un resultado (un diagnóstico). En este caso, el algoritmo ha sido programado por personas (parte superior de la figura 26).

Figura 26. Inteligencia artificial simbólica versus aprendizaje automático



Fuente: elaboración propia con base en Benjamins y Salazar (2020, p. 42).

En el segundo sistema, basado en datos (aprendizaje automático o *machine learning*), ocurre al revés: entran los datos y el resultado deseado (*output*) es un algoritmo capaz de convertir los nuevos datos de entrada en el resultado correspondiente (parte inferior de la figura 26). Con el aprendizaje automático, los ordenadores son capaces de «escribir» o programar sus propios algoritmos.

Así, en el caso del sistema basado en reglas, una persona programa el algoritmo y este tiene una entrada y una salida. La entrada son los datos, por ejemplo, síntomas de una enfermedad, el algoritmo procesa los datos y arroja como resultado o salida el diagnóstico de la enfermedad. Lo importante de destacar con este caso es que el algoritmo ha sido programado por *expertos*. En el otro caso, de inteligencia artificial basada en datos o de aprendizaje automático (*machine learning*), la situación es al revés: entran como insumos (*inputs*) muchos datos (síntomas-diagnósticos) y el resultado (*output*) es un algoritmo o modelo capaz de tener como salida nuevos datos y nuevos diagnósticos realizados por el *computador* (Benjamins y Salazar, 2020, p. 42).

5.1.4. Aprendizaje profundo (*deep learning*)

Con el auge del *big data*, la capacidad de procesamiento de los computadores y el uso de tarjetas de procesamiento de gráficos, el conexionismo retomó su auge y se impuso dentro de la inteligencia artificial. Basado en las mismas ideas de las redes neuronales de muchas —incluso miles— de capas de profundidad (por eso su nombre), este tipo de inteligencia artificial se amplió a una escala impensada y puede procesar gran cantidad de información.

El aprendizaje profundo es una subcategoría del *machine learning*, dentro de la inteligencia artificial, que permite procesar enormes cantidades de datos para encontrar patrones o relaciones que los humanos somos incapaces de procesar de forma similar en cuanto a velocidad, cantidad y variedad.

En el aprendizaje profundo, la inteligencia artificial, que está basada o alimentada con una base de datos y algunos algoritmos, *aprende por sí misma* sin ninguna programación previa o supervisión externa. Este hecho de

aprender por sí misma representa su característica fundamental: se vuelve cada vez más «inteligente» entre más datos acumula y logra, de esta manera, mejorar tanto sus predicciones sobre diagnósticos como los patrones que le permiten anticipar eventos emergentes.

Sin embargo, los fundamentos o razones del entendimiento que plantea este tipo de inteligencia aún no están completamente claros, y tampoco está resuelto cuán lejos se encuentra el concepto de conciencia tanto de las máquinas como de los expertos. ¿Podría esta forma de inteligencia artificial asemejarse a un tipo de subconsciente? Estos son temas que los científicos esperan dilucidar con los futuros avances de la ciencia.

La palabra profundo (*deep*) se relaciona con el concepto técnico *hidden layers* o capas ocultas en las redes neuronales artificiales, que los expertos califican como la nueva electricidad de la ciencia y por eso se les clasifica como *data science*. Estos avances en la ciencia se ampliaron asimismo a nuevos conceptos que los expertos denominan redes convolucionales, redes recurrentes, redes adversarias y aprendizaje reforzado profundo (Brossi *et al*., 2019, p. 28).

A fin de comprender el concepto primordial *hidden layers*, es necesario avanzar en algunas aclaraciones, las cuales se relacionaron anteriormente con el funcionamiento de las redes neuronales del cerebro humano. David C. Krakauer, del Instituto Santa Fe, se hace una pregunta crucial: ¿Qué explica la obsesión del ser humano por lo oculto?

Desde los orígenes del hombre hace más de 4.500 años, la curiosidad y la imaginación combinadas han sido los *drivers* o impulsores de su incansable progreso. Con esto en mente, para Krakauer los fenómenos y las cosas se ocultan de dos maneras diferentes: una en el espacio y otra en el tiempo. Ocultarse en el espacio significa que los fenómenos no están al alcance del ojo humano porque son muy pequeños o demasiado distantes. Para ello, se inventaron los microscopios y los telescopios. Ocultarse en el tiempo supone que lo que sucede es demasiado rápido para ser percibido por nuestros sentidos o demasiado lento para que nuestras cortas vidas lo abarquen.

Así, dada nuestra cognición limitada y la naturaleza fugaz de nuestras vidas, no es extraño que la mayoría de los fenómenos de la naturaleza

se encuentren ocultos. Todo esto gradualmente lo ha podido superar el *homo sapiens* a través de la investigación, la experimentación y la creación de todo tipo de instrumentos apropiados, entre ellos, los computadores (Krakauer, 2019, p. XVII).

Con base en ello, los fenómenos complejos, como se mencionó desde un comienzo, se ocultan a través de la no linealidad, el azar, la dinámica colectiva, la jerarquía y lo emergente, es decir, un conjunto de atributos que van más allá de nuestras capacidades intuitivas para captar y comprender. Esta es, quizás, la razón principal por la cual le hemos dedicado bastante espacio a tales asuntos en este libro, con el propósito de comprender para cambiar nuestras prácticas y rutinas y, de esta manera, poder diseñar mejor el presente y el futuro mediante el uso de nuevas aproximaciones y nuevos esquemas mentales para explorar un mundo adaptativo.

Ahora bien, dados dichos pormenores, dentro del aprendizaje profundo las redes convolucionales son un algoritmo del *deep learning* diseñado para procesar imágenes (*inputs*) a las cuales se asigna importancia (pesos) respecto a ciertos rasgos o elementos para poder diferenciar unas de otras. Estas redes contienen *hidden layers* o capas ocultas: una capa permite identificar formas sencillas como líneas, curvas o figuras geométricas; las siguientes identifican progresivamente formas más complejas, como rostros, paisajes, animales y objetos, dependiendo de lo que se denomina píxeles (unidad de imagen digitalizada a base de puntos en color o en escala de grises; píxel es una combinación de dos términos en inglés: *pix*, *picture*, figura, y *element*, elemento).

Las técnicas desarrolladas por los especialistas permiten asociar el número de pixeles con el número de neuronas. Por ejemplo, la imagen de un número escrito a mano de un color con 18 x 18 pixeles de alto y ancho podría equivaler a 324 neuronas, mientras que una imagen de tres colores utilizaría 2.385 neuronas (28 x 28 x 3). Esta técnica incluye redes de capas múltiples porque tiene múltiples capas de unidades (*hidden layer* y *output layer*). La profundidad de la red dependerá del número de capas ocultas. La profundidad (*deep*) es simplemente el número de capas ocultas. Puede haber múltiples combinaciones entre *hidden layers* y *output layers*, por ejem-

plo, tres *hidden layers* y diez *output layers*. Los *hidden layers* representan los diferentes niveles de análisis que contienen los modelos de *deep learning* (Mitchell, 2019, pp. 35-37).

Tanto ha sido el avance en los campos del *deep learning*, que muchas universidades europeas y norteamericanas ya ofrecen programas avanzados de maestría y doctorado en esta área. Por ejemplo, la Universidad de Alcalá (Madrid) tiene una maestría en *deep learning* de un año, cuyos módulos centrales son el aprendizaje automático, las redes profundas, las redes convolucionales, las redes secuenciales, la computación en procesadores, el aprendizaje no supervisado y la programación para *data science*.

Los avances e impactos del *deep learning*, tal como se refleja en el sílabo de la Universidad de Alcalá, son indiscutibles y de gran magnitud para la toma de decisiones en los negocios y la industria, en paralelo con sus aportes al progreso científico, y a la eficiencia y el bienestar de los seres humanos. Todo ello demuestra la validez de los términos de lo que Thomas Kuhn denominó las revoluciones científicas, como fenómeno histórico y de gran huella social, que descarta por completo la imagen de un progreso lineal.

Pese a todo ello, la gran mayoría de los expertos en inteligencia artificial —en este caso, en *deep learning*— no dejan de mencionar los peligros y riesgos de una actividad sin control y sin regulación, tales como la invasión de la privacidad y la pérdida de control de datos personales de toda índole, hasta el punto de que se conozca el perfil de las personas mejor que ellas a sí mismos. Asimismo, son peligros y riesgos los malos usos apoyados por sesgos cognitivos de confirmación y novedad (*fake news*); *software* que infecta los computadores y encripta los archivos que contienen (*ransomware)*; la carrera de armas letales autónomas con drones o aviones; el masivo desempleo tecnológico; los peligros de la desinformación; y la agudización de las desigualdades en lo económico, social y cultural como consecuencia de las brechas digitales. Vale la pena aclarar que los casos citados constituyen un «mal uso» de la herramienta y no la herramienta en sí misma. Todo depende del uso que se le dé.

5.1.5 Riesgos y megatendencias: ¿estamos anticipando?

Son tan vertiginosos los cambios en todas las categorías de la inteligencia artificial en nuestra vida diaria que algunos de ellos irrumpen sin darnos cuenta o se adoptan sin prever sus impactos y consecuencias, máxime cuando en nuestras sociedades su divulgación y análisis son escasos o se reducen a un ámbito académico especializado.

Las megatendencias al respecto son fuerzas emergentes de impacto global y de largo plazo o patrones significativos que afectan a la sociedad en su conjunto. Las principales tienen su origen en los cambios en el comportamiento humano y los científico-tecnológicos, que paulatinamente generan a su vez modificaciones, rupturas o evolución, hasta que se consolidan como tales. Como ejemplos se pueden señalar la red de internet y la masificación de los *smartphones*, con sus aplicaciones que transforman las relaciones sociales. También caen dentro de esta categoría la mayor conciencia ecológica, la preservación del medio ambiente y las presiones demográficas que ejercen cambios significativos de gran escala en el uso de los recursos del planeta, y soluciones creativas en torno al agua, los alimentos, el reciclaje y la movilidad[78].

Sin embargo, como toda revolución tecnológica, los temores iniciales paulatinamente se ven contrapesados al visualizar sus aportes positivos a las actividades del ser humano, al medio ambiente y, eventualmente, al establecimiento de un mundo mejor. La colaboración entre la inteligencia artificial y los humanos es una realidad en los más diversos sectores y actividades, y aporta eficiencia, rapidez y soluciones a todo tipo de problemas.

Los datos, de igual manera, se consideran actualmente como bienes indispensables para lograr los grandes objetivos de la humanidad, como los ODS de las Naciones Unidas. Ellos pasan a ser, por lo tanto, *data for good*, tal como lo ejemplifica la iniciativa de la Comisión Europea denominada Business-to-Government Data Sharing (Comisión Europea. Dirección General de Redes, Contenidos y Tecnología de Comunicaciones, 2020).

78 Según las proyecciones de las Naciones Unidas, en 2027 la población mundial será de 8 mil millones y en 2046 de 9 mil millones.

Su implementación ayudará a transformar la tradicional caja negra (*black box*) en una con mayor transparencia, menor opacidad, mayor explicabilidad y más inteligibilidad. O sea, casi en una caja blanca (*white box*).

Así mismo, el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) del Parlamento Europeo, que rige para la Comisión Europea desde 2018, tiene como objetivo la protección de datos y la privacidad, y obliga a las empresas a pedir consentimiento explícito e informado antes de utilizar datos personales. Además, hace distinción entre datos personales, pseudónimos y datos anonimizados, con lo cual, la seguridad de los mismos por parte de las empresas es relevante para garantizar su buen uso y el «bien social».

De la misma manera, el *Libro blanco de la inteligencia artificial*, publicado por la Comisión Europea el 19 de febrero de 2020, establece reglas y criterios para la regulación de la inteligencia artificial en sectores y aplicaciones de alto riesgo. Así, los criterios de sector y usos de alto riesgo regularán los límites donde las máquinas tomen decisiones sin peligro para las personas y sin discriminación.

En relación con dichas iniciativas, es importante mencionar que en 1942 Isaac Asimov, un prolífico escritor de ciencia ficción, historia y literatura, escribió una corta historia titulada «Círculo vicioso» («Runaround») donde estableció las tres famosas leyes de la robótica:

1. Un robot no puede hacer daño a un ser humano, ni por inacción permitirá que un ser humano sufra daño.
2. Un robot debe cumplir las órdenes dadas por los seres humanos, a excepción de aquellas que entren en conflicto con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la primera o con la segunda ley.

Posteriormente, Asimov escribió una cuarta ley —a la que llamó «Ley cero»— que enunció así: un robot no puede dañar a la humanidad o, por inacción, permitir que la humanidad sufra daños. Las leyes de Asimov se consideran como referentes para la regulación de la ética de la inteligencia artificial (Taulli, 2019, p. 137).

Con dichos antecedentes, mencionemos algunos ejemplos positivos del uso de la inteligencia artificial mediante procesos de automatización y robotización:

- La automatización industrial ha incorporado mayor productividad y mayor eficiencia a través de robots que conllevan atributos positivos como aumentar la velocidad del trabajo y un aprendizaje continuo junto a la incorporación de capacidad cognitiva, mayor precisión y exactitud al manejar una gran cantidad de información. Por ejemplo, el análisis de diagnósticos clínicos antes de hacer una intervención, la telemedicina, cirugías robóticas seguras y mínimamente invasivas, el teletrabajo, la educación a distancia y el uso extendido de drones. La robotización ayuda a resolver la escasez de competencias, como en la construcción, donde reduce accidentes laborales al realizar tareas peligrosas y disminuye el desperdicio de materiales, lo que repercute en menores costos y menor impacto ambiental.
- Junto a la minimización de las posibilidades de error al analizar *big data*, el avance tecnológico de las máquinas inteligentes ayuda a evitar riesgos laborales, contagios, trabajos pesados o rutinarios, como en la minería, la industria y la agricultura (fumigación), actividades que requieren trabajar las 24 horas del día y los 7 días de la semana sin cansancio, ausencias o vacaciones.
- La inteligencia artificial facilita a las personas una mejor comprensión de nuestros gustos e intereses y libera al trabajador de hacer tareas rutinarias y operativas que no agregan valor para dedicarse a otras de mayor productividad, motivación, capacitación y aprendizaje. Los trabajadores liberados podrían dedicarse preferencialmente a educación, salud, deporte, cultura, investigación y modernización y digitalización del sector público asistidos por la inteligencia artificial a través del uso de TIC. Por ejemplo, el uso de ventanillas únicas de comercio exterior como mecanismo de facilitación para las exportaciones o importaciones de las pequeñas y medianas empresas (pymes); mediante ellas, muchos trámites han sido eliminados y muchos puestos de baja calificación han

sido liberados para el desempeño de otras labores, quizás más productivas. Igual situación se ha dado con los miles de trabajos liberados por la automatización de permisos, documentos y certificados de toda índole solicitados diariamente por los ciudadanos.

- La inteligencia artificial rompe barreras de ubicación y distancia mediante la ayuda de drones, imágenes satelitales, cámaras y globos de supervisión de movimientos de personas, animales, evolución de bosques y protección de reservas naturales, por ejemplo, al detectar actividades ilegales y monitorear en tiempo real vehículos y camiones en las grandes ciudades. También los drones han demostrado ser eficientes, seguros y sustentables para la agricultura en apoyo a labores de fumigación, polinización y análisis de crecimiento vegetal.
- La inteligencia artificial, mediante la «realidad aumentada», ayuda a elegir satisfactoriamente las compras del consumidor al visualizar cómo quedan o se ven los electrodomésticos, autos, muebles, vestuario y todo tipo de artículos en sus respectivos lugares y ambientes con colores y movimiento en 3D. Para ello, existen dispositivos asequibles de un enorme potencial para tomar mejores decisiones por parte del consumidor.
- A su vez, la realidad mixta combina la realidad virtual (inmersión en mundos creados por computador) y la realidad aumentada (visión del mundo real con información digital), lo que permite manipular elementos reales o digitales, y que ello sea visto por varias personas a la vez para crear interacción en tiempo real. Todo esto apoyará futuras formas de enseñanza y capacitación, es decir, la práctica en entornos digitales y el aprendizaje de simulaciones de la realidad en forma lúdica. Es un «aprender haciendo» en ambiente digital. Imaginemos por un instante el cambio exponencial que puede tener, por ejemplo, la enseñanza de la anatomía o la física con este tipo de tecnologías[79].

79 «Las gafas Hololens (holográficas) de Microsoft son una proyección de una imagen en 3 dimensiones o efecto óptico tridimensional. Con esto, 'una imagen vale más que mil palabras'. Esta realidad mixta mezcla la realidad virtual con un análisis de lo que hay en el

- Finalmente, la inteligencia artificial colabora en la detección preventiva del fraude y la delincuencia con sus aplicaciones de reconocimiento facial, de voz, iris y patrones de comportamiento.

En línea con todo lo anterior, y con el propósito de articular, priorizar y difundir una serie de acciones complementarias destinadas a establecer una visión de conjunto, alineadas con los avances tecnológicos y los objetivos de la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, el plan «Un país digital» (Fundación País Digital, 2021) de Chile es una referencia pionera que detallamos a continuación.

Según este documento, que apunta al uso de las TIC, los cinco pilares que se debe abordar para lograr la digitalización integral a 2030, en base a conectividad, infraestructura para el almacenamiento de datos y habilidades son:

1. Transformación digital del Estado: gobernanza electrónica, modernización del Estado, transparencia y gestión.
2. Conectividad digital: infraestructura y 5G, accesibilidad y uso de internet.
3. Competencias y habilidades digitales: fomento de habilidades digitales durante el ciclo escolar, pensamiento computacional, alfabetización digital, capital humano especializado en TIC, reconversión laboral.
4. Entorno digital: ciudades y territorios inteligentes con conexión y ciberseguridad, sociedad impulsada por datos, infraestructura de datos abiertos, ética de algoritmos e inteligencia artificial.
5. Fomento a la economía: fomento a sectores económicos, transformación digital en las mipymes, entorno de innovación digital público-privado, plataformas digitales, comercio electrónico.

Cabe señalar que, en el contexto de dichos lineamientos, el 28 de octubre de 2021 se lanzó en Chile la Política Nacional de Inteligencia Artificial para un umbral de 10 años, en cuya elaboración participó un panel

---

mundo real (e interactúa con el entorno en consecuencia). Tiene un gran impacto sobre los juegos, la comunicación y los negocios» (Wikipedia, s. f.c.; ver también Microsoft, s. f.).

de expertos y 70 mesas autoconvocadas con 1.300 personas, además de haberse realizado una consulta pública del borrador. En Sudamérica, Brasil, Argentina, Uruguay y Colombia tienen políticas semejantes.

5.2. La irrupción del dinero digital y las tendencias de la Cuarta Revolución Industrial

El dinero digital (también llamado moneda digital, divisa virtual, moneda virtual, dinero virtual o dinero electrónico) conlleva tanto riesgos como beneficios potenciales para los gobiernos de todo el mundo, dada su rápida incursión en el sistema financiero y en el sistema internacional de pagos y, ante todo, su capacidad de reunir las características de aceptabilidad, valor y liquidez. Sin embargo, el subconjunto de criptoactivos o criptomonedas no comparte necesariamente las mismas características debido a sus formas de operar, su alta volatilidad (incapacidad de mantener el valor) y la falta de regulación.

Partamos por decir que una nueva era de «dinero digital» —como representación digital de valor— se avecina como tendencia mundial con importantes beneficios para los usuarios y para el sector bancario y financiero. Según la empresa Pricewaterhouse Coopers (PwC), se estima que a finales de 2021 más de 100 millones de usuarios podrían usar criptomonedas o criptoactivos, como aplicación de inteligencia artificial, apoyados en las virtudes de su tecnología *blockchain*, que brinda descentralización, seguridad y confianza. Actualmente hay más de un billón de dólares en criptomonedas.

En 2008, el japonés Satoshi Nakamoto, creador de la criptomoneda Bitcoin, acuñó el término *blockchain* o cadena de bloques. Según el Foro Económico Mundial (WEF), esta es una de las tecnologías más promisoria dentro de la Cuarta Revolución Industrial. Tanto es así, que las criptomonedas son consideradas la mayor revolución digital después de internet: la revolución del *blockchain*. Muchas de ellas ya tienen licencias bancarias y su tecnología, junto a los usuarios, crece más rápido que la regulación. Nakamoto propuso crear una versión digital del efectivo para ser transferida entre dos personas sin la participación de un tercero o de una entidad

bancaria como intermediaria. Entre las criptomonedas más conocidas están: Bitcoin, Ethereum, Cardano, Litecoin, Tether y Binance Coin.

El presidente de El Salvador Nayib Bukele transformó el Bitcoin en moneda de uso legal en 2021. ¿Cómo funciona esto? Se creó un *trust fund* como respaldo por US$ 150 millones. Esto se hizo a través del Banco de Desarrollo Nacional (Bandesal), y no a través del Banco Central de Reserva del país. Simultáneamente, se desarrolló un mercado encriptado a través de la empresa norteamericana Strike Wallet, que funciona como una red de pagos al manejar Tethers como *token* sustituto del dólar. En este mercado, los dólares en la cuenta que abre Strike en El Salvador son Tethers, es decir, entran dólares reales que se filtran como dólares digitales o dólares «sintéticos».

Así, en un comienzo los usuarios podían tener acceso a los dos cajeros automáticos Bitcoin ATM ubicados en las playas de El Sunzal y El Zonte de El Salvador, donde se depositan dólares reales y a cambio se reciben Tethers (USDT, United States Dollar Tether), que a su vez serán depositados en la billetera digital del cliente como «dólares digitales sintéticos» con una alta tasa de descuento, que puede alcanzar el 8%. Con los Tethers en su billetera, el cliente puede comprar bienes y servicios en aquellos locales que cuenten con el mismo mecanismo de pago. Los precios son expresados en Bitcoins, los impuestos pueden ser pagados en Bitcoins, los intercambios en Bitcoins no están sujetos a impuestos de ganancia de capitales con efectos retroactivos sin espacio temporal para su aplicación.

En un país como El Salvador, con una economía de US$ 26 mil millones, donde las remesas representan en promedio casi el 24 % del PIB —un monto cercano a US$ 6 mil millones, que constituyen un 50 % del ingreso mensual total de los hogares beneficiados— y con niveles de endeudamiento que rondan el 94 % del PIB anual, los riesgos de agregar Tethers a la economía en lugar de dólares reales son muy altos.

Si el gobierno no puede respaldar las emisiones de moneda digital con dólares estadounidenses porque no tiene suficientes dólares, el sistema perderá credibilidad y será imposible mantener la paridad uno a uno, con lo cual, los riesgos de posibles corridas bancarias, devaluación de la nueva moneda emitida, pérdida de reservas e inflación son evidentes.

Esta decisión por parte del gobierno salvadoreño puede haber sido para establecer un mecanismo disfrazado de imprimir dinero sin respaldo real, es decir, sin respaldo orgánico del Banco Central de Reserva y fuera del mecanismo de supervisión y regulación bancarias y financieras vigentes en el país. Esto supone además todos los riesgos potenciales asociados a actividades ilícitas, como lavado de dinero y evasión de impuestos, aunque en su comienzo sea a cuentagotas.

Es decir, con el Bitcoin como mecanismo exclusivamente digital y descentralizado, sin un ente central que regule su emisión protegida por criptografía en redes de cadena de bloques (*blockchain*) que utilizan algoritmos sin comprometer información privada ni personal, subsisten muchos riesgos en cuanto a volatilidad en su precio, máxime en un país donde solo el 25 % de la población tiene acceso a internet.

Para comenzar a operar, los desarrolladores de Strike Wallet fueron los responsables del diseño de la billetera electrónica de los salvadoreños, llamada Chivo, y a quienes la descarguen se les depositará el equivalente a US$ 30. El operador de cajeros automáticos con sede en Estados Unidos, Athena Bitcoin Global, planea invertir US$ 1 millón para instalar una red de 200 cajeros de Bitcoin en el país. La medida económica hasta la fecha ha implicado un gasto superior a US$ 203 millones para el país: US$ 150 para la creación del fideicomiso como caja de convertibilidad inmediata, US$ 23,3 millones para el financiamiento del proyecto *criptofriendly* y US$ 30 millones del bono Bitcoin para otorgar los mencionados US$ 30 en Bitcoin en el Wallet Chivo de cada usuario.

Con la técnica de *blockchain*, los datos o transacciones se almacenan en bloques encriptados que se conectan de manera secuencial con cadenas haciendo casi imposible manipular su información. Por ejemplo, la red Bitcoin es virtualmente imposible de *hackear*, ya que para tomar control de ella se necesita más del 50% del poder computacional de la red.

Por otra parte, al hablar de «minados» de Bitcoins nos referimos a máquinas o personas que intentan encontrar la respuesta a un problema matemático con respuestas finitas, lo que da acceso al activo. Resolver las ecuaciones para adquirir nuevos Bitcoins —lo que se conoce como

«minería»— requiere grandes cantidades de *hardware* de computadoras que con frecuencia se recalientan y consumen mucha energía. Este consumo está asociado con la forma como se «emiten» o «minan» nuevos Bitcoins. Por lo tanto, el sistema está diseñado para que la emisión de un nuevo Bitcoin requiera una prueba de trabajo, que básicamente consiste en resolver un problema criptográfico que requiere mucha actividad de computador.

En cuanto a los mineros de Bitcoin que trabajan con computadores muy poderosos, bajo un sistema automático de recompensas que premian a las personas que realizan las transacciones de los usuarios que pertenecen a la red, se ha documentado que si el Bitcoin fuera un país consumiría más electricidad al año que algunos de ellos, como Finlandia, Suiza o Argentina, de acuerdo con estudios del Centro de Finanzas Alternativas de la Universidad de Cambridge (CCAF).

Otros estimativos, como los de Digicomist, destacados por la Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano en 2019, establecen que en 2018 el Bitcoin requirió cerca de 73,1 teravatios hora (TWh) para funcionar, un consumo eléctrico similar al de Austria, o cercano al de 6,8 millones de hogares de Estados Unidos (Digicomist, 2018). Aun más, para procesar una sola transacción, se requirió en promedio 778 kilovatios hora (kWh), energía suficiente para abastecer por casi un mes completo a un hogar típico de Estados Unidos. Esta cantidad de energía es suficiente para procesar cerca de 460 mil transacciones por Visa.

Eso ocurre porque el proceso de «minería» de la criptomoneda al utilizar enormes servidores y equipos informáticos consume mucha energía. Según el CCAF, la minería de Bitcoins utiliza cerca de 121,36 TWh de electricidad al año, un registro con nefastos impactos medioambientales, y una alta huella de carbón anual y por transacción. Como salida, el Gobierno salvadoreño propone a través de La Geo, empresa estatal de geotermia, generar energía para minar la criptomoneda con base en los volcanes. Esta es una respuesta vaga y de remota factibilidad.

Al anterior efecto ambiental, se agrega el peligro de una burbuja financiera altamente especulativa que, cuando estalle, puede dejar en bancarrota

a todos los que depositaron su «dinero real» en una moneda virtual que no tiene respaldo ni rescatista de última instancia. Podría ser una moderna forma de esquema Ponzi o fraude piramidal.

La historia está llena de burbujas y estafas especulativas, y siempre es bueno recordarlas. Una de las más memorables y pintorescas fue la del escocés John Law[80], conocido como el «padre de la inflación», porque en una obra teórica de 1705 propuso la conveniencia de aumentar la circulación monetaria para estimular la actividad económica. Ante el descalabro de deuda pública, estancamiento y deflación que había dejado Luis XIV en Francia, el duque regente Felipe II de Orleáns autorizó esta medida a un banco privado emisor de billetes y acciones en La Compañía de Indias o del Mississippi (1717), ante la expectativa de los grandes beneficios que la explotación de los nuevos territorios produciría.

Law convenció al regente de Francia de que podía liquidar la deuda del Gobierno francés por medio de un sistema de crédito basado en papel moneda. Sin embargo, al no tenerse respaldo en oro para emitir todo el dinero impreso, este acabó por ser incapaz de atender la demanda, lo que condujo a la bancarrota a toda la ciudadanía, a perder confianza en el papel moneda en Francia y a una inflación galopante. Esta aventura especulativa culminó en uno de los descalabros económicos más gigantescos de la historia. Cuando los bonistas que pudieron viajaron a Luisiana encontraron pantanos llenos de lagartos, regresaron a París con furia y frustración. John Law fue entonces destituido del cargo de director general de Finanzas y huyó disfrazado de mujer a Venecia para proteger su seguridad (Roncaglia, 2006, p. 120; Cabrillo, 2006, p. 52).

Volviendo a nuestro caso aleccionador de El Salvador sobre la forma como no se deben hacer las reformas, Steve Hanke —profesor de Economía de la Universidad de Johns Hopkins y fundador del Instituto de Economía Aplicada de esta institución—, en una entrevista realizada el 20 de junio de 2021 con *Diario de Hoy* de El Salvador, declaró tajantemente

80 John Law era hijo de un banquero y siempre se interesó por las cuestiones financieras y la especulación. En 1705 publicó el libro *El dinero y el comercio: una propuesta para proveer de dinero a la nación.*

que el experimento «es una estupidez por venir a añadir otra moneda de curso legal», que hay «fuerzas oscuras o corruptas detrás» y que sin duda «el lavado de dinero será rampante en caso de aprobarse la Ley». «Esas fuerzas oscuras pueden chupar gran parte de la oferta de dólares con gran daño reputacional para el país... El artículo 7 es propio de un Estado policial autoritario» (*Diario de Hoy*, 2021).

Por su parte, la jefa del Fondo Monetario Internacional (FMI), Kristalina Georgieva, declaró a principios de agosto de 2021 que los riesgos de la aprobación del Bitcoin como moneda de curso legal en El Salvador «se ven a simple vista». En ese contexto, preguntó cómo recaudar impuestos cuando el valor del Bitcoin crece o cae y cómo planear gastos. Georgieva agregó que es «un problema cuando atamos el destino de la economía a la volatilidad del activo» (2021).

El artículo 7 de la ley aprobada por la Asamblea Legislativa de El Salvador dice textualmente: «Todo agente económico deberá aceptar bitcoin como forma de pago cuando así le sea ofrecido por quien adquiere un bien o servicio» (*Diario Oficial El Salvador*, 2022).

Conviene aclarar que una cosa son las criptomonedas y otra la tecnología de cadenas de bloques, la cual, como se ha mencionado, es un archivo distribuido encriptado que permite garantizar que los datos de una serie de transacciones —o registro de acciones— no puedan ser manipulados con posterioridad, lo que hace posible verificar la autenticidad de todo el proceso. Los bloques de datos están entrelazados e identificados cada uno con un número ordinal y la función criptográfica conocida como *hash* es un algoritmo que concatena los bloques con las características de no repetición y unicidad de la huella, es decir, el resultado de aplicar el algoritmo es siempre el mismo para el mismo conjunto de datos. Si alguno de los datos del bloque cambia, entonces también cambiará el resultado del algoritmo y, por lo tanto, la huella será distinta.

Esta tecnología disruptiva se está utilizando para realizar transferencias internacionales, verificar procesos con productos importantes de exportación, seguir la huella de carbono y la trazabilidad para cuidar el medio ambiente, así como el no uso de insecticidas o antibióticos en productos.

Sus potencialidades son enormes para redefinir las cadenas logísticas de servicios, transformar mercados como el de bienes raíces o de arte y el funcionamiento de la industria marítima y portuaria del transporte.

Sin embargo, para participar activamente de la nueva economía digital de tecnologías disruptivas, se requiere capacitar a la mano de obra, desarrollar habilidades, apoyar a las pymes y dotarlas de las competencias necesarias para incursionar apropiadamente en la nueva forma de hacer negocios (Cepal, 2021).

En todo caso, El Salvador podrá presumir de haber sido el primer país en el mundo en adoptar el Bitcoin como moneda de curso legal y, quizás, en dejar en evidencia el fracaso de una medida apresurada que nunca contó con la factibilidad técnica y financiera para llevarse a cabo. El tiempo lo dirá. Todo parece un *déjà vu*, dado que en el año 2000, de la misma manera y con los mismos métodos, se aprobó la dolarización en el país. Entonces, 20 años después cabe preguntarse si el país está mejor con la dolarización y si se cumplieron las promesas de crecimiento y prosperidad. Sea cual fuere el resultado final del riesgoso experimento de El Salvador, las criptomonedas son una megatendencia de la era digital[81].

Ante los efectos de la revolución provocada por el surgimiento de las criptomonedas, el FMI y el Banco Mundial abogaron el 9 de julio de 2021 en un documento conjunto por el lanzamiento de monedas digitales respaldadas por los bancos centrales. En dicho documento, llaman a los países a coordinarse en el tema de las monedas digitales para «sacudir el status quo» que significa tener que depender de servicios de transferencia «caros y lentos» para poder enviar dinero alrededor del mundo (FMI & Banco Mundial, 2021). Dicho documento fue preparado para la reunión del G20 en Italia que acogió a los ministros de finanzas y jefes de los bancos centrales de las economías más grandes del mundo.

En China, antes del lanzamiento del yuan digital como moneda virtual electrónica oficial con respaldo del Banco Central, se llevaron a cabo pruebas

81 Agradezco a René Hernández por la documentación y sus valiosos comentarios sobre el caso de El Salvador.

y aplicaciones desde 2020 en cuatro ciudades (Shenzhen, Sushou, Chengdu y Xiongan), con más de 150 millones de yuanes digitales, para incentivar su consumo y con pagos efectuados a través de la empresa Yuan Pay Group.

Pese a todas las precauciones, el 26 de septiembre de 2021, el Banco Central de China asestó un duro golpe a las criptomonedas al establecer que «las actividades comerciales vinculadas con monedas virtuales son operaciones financieras ilegales», asegurar que «se ponen en peligro los haberes de la gente» y señalar que quienes no respeten la reglamentación serán «investigados por responsabilidad penal de acuerdo con la ley». Esta decisión prohibió todas las actividades financieras vinculadas con criptomonedas, la venta de *tokens* (o vales), las transacciones que involucren a derivados de criptomonedas y la «recaudación de fondos ilegales». Todo esto hasta que China introduzca su propia moneda digital, lo que ya está en proceso y permitirá al gobierno central controlar las transacciones y evitar tanto riesgos sistémicos como la delincuencia financiera (Agencias EYN, 2021).

Bahamas es el primer país que ha lanzado su propio dólar digital. Un país pequeño, de 390 mil habitantes, ha creado el dólar de arena (*sand dollar*), la primera moneda digital del mundo emitida por un banco central. La idea es que todos los habitantes tengan una billetera digital para hacer transacciones desde su celular, lo que sustituye a las tarjetas de crédito y débito, sin estar obligados a poseer cuenta bancaria o a pagar comisiones y costos de transacción. Jamaica, después de un plan piloto, tendría a finales de 2021 su propia moneda digital. Ante la incertidumbre, otros países se encuentran llevando a cabo proyectos piloto.

Panamá, de manera sensata, analiza dentro de la agenda digital del país el proyecto de ley de cripto, *blockchain* e internet, que consta de 31 artículos que abarcan aspectos tributarios, medidas para contrarrestar el blanqueo de capitales, minería de activos digitales y permisos para que la banca diseñe modelos de negocios con criptomonedas. Así, con visión anticipatoria, Panamá postula a no quedar rezagado y aprovechar su posición como centro de comercio internacional para adoptar un enfoque propio sobre los criptoactivos y convertirse en centro regional para las criptomonedas.

Otros bancos centrales de diferentes países han comenzado estudios para investigar las implicaciones de adoptar criptomonedas y, llegado el momento, autorizar su uso para realizar transacciones y para su libre circulación dentro de un marco regulatorio. En una economía digital, el dinero se transforma y, quizás, más pronto de lo que imaginamos, ¡veamos un dólar norteamericano digital!

Silvio Micali, famoso matemático e investigador italiano del MIT en teoría de criptografía y seguridad de la información, sostiene que la criptografía moderna será un motor del crecimiento económico, pero que la criptomoneda más famosa del mundo no forma parte de ese esquema porque «con Bitcoin solo se puede hacer especulación». El interés de Micali pasa por que la tecnología *blockchain* pueda proveer infraestructura para el desarrollo económico y hacer más eficientes procesos que hoy son más costosos. «El 6% del producto bruto global se va en fricciones financieras. Ahí hay una gran oportunidad para mejorar». Por ejemplo, citó Micali la posibilidad de hacer «pagos bidireccionales» a través de *blockchain*, es decir, una única transacción en la que la persona que ofrece un bien y quien lo paga reciben lo que desean en apenas segundos con un costo de operación muy bajo. «Una vez que se entienda esto, ¿quién volvería a elegir pagos unilaterales?», preguntó el matemático (Micali, 2021, p. 2).

También Micali citó, por una parte, la aplicación de la tecnología *blockchain* del pasaporte sanitario de Colombia que corre sobre la plataforma de Algorand (ALGO), una de las principales plataformas de *blockchain* del mundo; y, por otra, la experiencia argentina Agrotoken, una empresa que provee a los productores agropecuarios la posibilidad de *tokenizar* —digitalizar e identificar inequívocamente un activo en una *blockchain*— sus cosechas de soya, trigo y maíz para así poder venderlas cuando deseen de forma inmediata en unidades muy pequeñas, ya que cada *token* representa una tonelada de grano y puede dividirse en hasta diez mil partes (Télam, 2021).

Pese a dichas posibilidades y avances concretos, existen otros riesgos que afectan a organizaciones, clientes y ciudadanos en los campos de la libre competencia, protección de datos personales y ciberseguridad. El primero se expresa en multas y controles a las grandes empresas por limitar

la libre competencia, como los casos recientes de Google. En el segundo, ya existen cuerpos legales que protegen la identidad de los usuarios. En el tercero, hablamos de *software* malicioso (*ransomware),* conocido como secuestro de datos, por cuanto se apodera de archivos del sistema operativo y pide un rescate a cambio de eliminar dicho programa dañino.

Estados Unidos sufrió un ciberataque a su mayor sistema de oleoductos, Colonial Pipeline, que suministra el 45 % de combustibles en un recorrido de 8 mil kilómetros al transportar 2,5 millones de barriles al día, incluyendo gasolina y diésel, a la costa oriental. El asunto se resolvió después del pago de varios millones de dólares. El ataque a un ecosistema digital es un riesgo a gran escala por cuanto muchas empresas están interconectadas. Este riesgo demanda importantes inversiones para protección y nuevos especialistas a fin de controlar y cerrar las puertas a los cibercriminales.

Pese a dichos riesgos, los avances, transformaciones e impactos disruptivos generalizados de la Cuarta Revolución Industrial son significativos y de innegable envergadura: la inteligencia artificial ha hecho posible que la robotización gane terreno de manera exponencial a través de *software* y procesos informáticos o «robots virtuales» que emulan e integran interacciones humanas en sistemas digitales para ejecutar procesos administrativos, de recursos humanos y comunicación. La más visible de estas interacciones es la que se realiza mediante «robotización de máquinas» y vehículos en comercio, industria manufacturera, servicios hospitalarios, educación, medicina, minería y transporte. Los vehículos robotizados reemplazan a humanos y las máquinas robotizadas hacen las tareas como humanos. La tecnología, en esta dimensión, es parte de lo humano y constituye un todo complementario entre ciencia, humanidades y artes, tecnología que se avizora en el futuro cercano.

Así, el desarrollo de las máquinas con algoritmos las lleva a analizar información, aprender por sí solas, predecir y tomar decisiones sin la ayuda de humanos. Sin embargo, es importante destacar que las tecnologías inteligentes, si bien permiten que las tareas cognitivas rutinarias y no rutinarias las realice un computador, un robot o la combinación de ambos, lo que no se puede perder de vista es que detrás de esas tecnologías se encuentran miles de investigadores, analistas, especialistas en interpretación,

programadores y supervisores, es decir, ellas generan empleos directos e indirectos para hombres y mujeres, impulsan transformaciones en los procesos productivos, desencadenan efectos multiplicadores, demandan nuevos saberes y expanden la presencia del hombre en el planeta Tierra y fuera de él.

5.2.1 Revolución Industrial 4.0 y los procesadores de lenguaje natural

El economista alemán fundador del World Economic Forum (WEF) Klaus Schwab sostiene que estamos transitando la Cuarta Revolución Industrial después de haber atravesado tres grandes disrupciones previas: la primera, de índole mecánico, fue proyectada por la máquina a vapor; la segunda fue impulsada por la electricidad y permitió la producción en masa; la tercera estuvo marcada por las tecnologías digitales, la computación, el internet y la automatización de procesos. La Cuarta Revolución Industrial, en cambio, no es exclusivamente tecnológica, sino que se caracteriza por la fusión entre tecnologías y por su interacción a través del dominio físico, digital y biológico.

En esta etapa, las transformaciones ocurren en varios campos muchas veces interrelacionados, como robótica, inteligencia artificial, nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, neurotecnología, IoT, impresión 3D, microsensores, *blockchain*, bioimpresión y vehículos autónomos, entre otros (Lovato e Irigaray, 2019, pp. 221-222).

Entre las innovaciones en marcha, consideramos los avances de la computación cuántica. ¿En qué consiste esta? En los computadores clásicos se utiliza el bit con dos estados posibles —0 o 1— y se ejecutan operaciones lógicas del tipo Sí, No, O, de manera secuencial (una detrás de otra). Por el contrario, en la computación cuántica, se puede tener 0 y 1 a la vez (superpuestos). Las partículas cuánticas pueden tener los dos estados al mismo tiempo o hacer rutinas en paralelo. Por ejemplo, encendido y apagado simultáneos. Por lo tanto, las operaciones con logaritmos no se hacen de manera secuencial, sino que se pueden realizar todas a la vez. Así, gracias a la superposición el potencial para albergar datos se convierte en exponencial.

Alessandro Baricco en el libro *The game* (2019) destaca el siguiente ejemplo: con lo digital (numérico), cualquier trozo del mundo puede descomponerse en unidades mínimas. Esto incluye sonidos, colores, imágenes, cantidades, temperaturas, palabras, etcétera. Y todo se puede traducir a la lengua digital, es decir, a una secuencia 0 y 1. Aunque parezca insólito, los colores pueden ser 16.777.216 y a cada uno de ellos le asignamos un valor numérico dado por la secuencia de 0 y 1. El rojo más puro después de haber sido digitalizado podría llamarse 1111 1111 0000 0000 0000 0000. Así se puede introducir en el computador, que lo puede modificar, transportar o tan solo guardar. Los computadores hacen esto a inmensa velocidad, sin margen de error y a costo cero. Además, cada vez que se quiere ver de nuevo el color real, se pide a la máquina que lo devuelva, y ella lo hace (Baricco, 2019, p. 28).

El bit es un dígito binario (1,0) símbolo de la información. El bit es ahora un bit cuántico o *qubit*. Esta revolución multiplica la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones a una altísima velocidad. ¡El *quantum machine learning* está más cerca de lo que pensábamos! Y, al tenerlo, la inteligencia artificial será definitivamente exponencial. Pero aún falta mucho para llegar a ello. Por ejemplo, los computadores cuánticos requieren temperaturas de -273 grados centígrados para alcanzar la superposición, asimismo, son muy sensibles a cualquier perturbación externa y codificar la información es costoso en términos de energía.

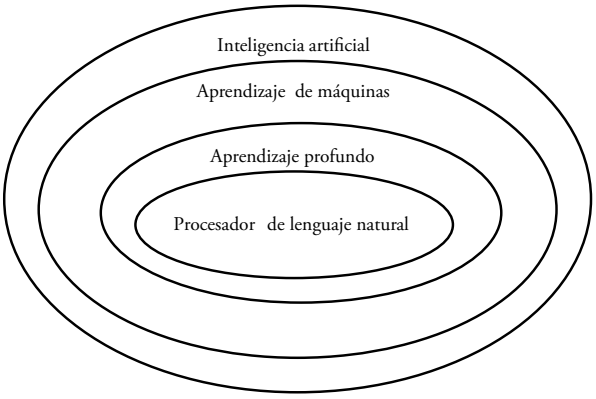
La Revolución Industrial 4.0, con su veloz penetración, abre un mundo nuevo de oportunidades, con la posibilidad de acceder a una gran cantidad de datos, más y mejores mecanismos de interacción y una creciente demanda de capacidades y habilidades técnicas y humanas para implementar los nuevos desarrollos y obtener sus beneficios.

Cada revolución científica es diferente a la anterior y las aprehensiones subsisten, pero dependiendo de la forma como nos adaptemos a ellas y anticipemos sus impactos, menores serán sus posibles o infundados efectos negativos. Pareciera ser que, si queremos saber qué nos depara el futuro, debemos ver qué nos dice la ciencia ficción en el presente[82].

82 Marta García Aller en su libro *El fin del mundo* (2019, p. 173) cuenta que en 1900 había 300

Dentro de los sorprendentes avances de la Cuarta Revolución Industrial, y teniendo en consideración la descomposición de las categorías de la inteligencia artificial y su evolución desde lo más general hasta lo más específico, el procesador del lenguaje natural surge como lo más avanzado. Esta categoría puede ser definida como el uso de la inteligencia artificial para permitir que las computadoras comprendan a las personas y conversen con ellas sobre los más variados temas. Los procesadores de lenguaje natural son *chatbots* como Eliza del MIT, Alexa de Amazon, Jarvis de Facebook, Siri de Apple, Google Now y Cortana de Microsoft; otros se han desarrollado como asistentes virtuales en el ámbito de la seguridad sanitaria mundial de la OMS, lo mismo que en instituciones bancarias o comerciales, como Erica del Bank of America, Domino's Dom, Juliet de Wetstjet y Botti de seguros, entre muchos más (Taulli, 2019, p. 124) (figura 27).

Figura 27. Categorías de inteligencia artificial



Fuente: elaboración propia con base en Taulli (2019, p. 16).

mil caballos tirando de los taxis londinenses y 100 mil en Nueva York. Dada esta situación, el asunto prioritario que aspiraba a resolver la I Conferencia Internacional de Planificación Urbana, celebrada en Nueva York en 1898, era precisamente el problema de salubridad que engendraba tanto estiércol y mal olor en las metrópolis. La solución no llegó de ninguna reunión de expertos, sino de Henry Ford, que en 1903 lanzó el Ford T. Este era un vehículo asequible que inauguró una era de progreso. Igual situación vivieron otros inventos, como la máquina de vapor de George Stephenson, precursor en 1820 del ferrocarril. ¡La gente creía entonces que su velocidad aplastaría los pulmones! Pese a ello, la reducción a más de la mitad de los coches de caballo impulsó toda una revolución en el transporte, el comercio y las formas de vida.

El procesamiento del lenguaje natural *(natural language processing*) supone un objetivo muy ambicioso y complejo. Para procesar el lenguaje, se requiere estudiar las interrelaciones entre las computadoras y el lenguaje humano, lo que incluye: clasificar textos (por ejemplo, deseados, no deseados); recuperar información valiosa y específica para el usuario; traducir automáticamente con palabras que suenan igual pero con significados diferentes (*two*, *too*), sin descuidar las ambigüedades cuando una palabra tiene más de un significado (por ejemplo, banco como institución o banco como lugar para sentarse) y asignando signos de puntuación para especificar dónde comienza una palabra y termina otra.

Así, sin contexto, no es lo mismo decir: «matar, no perdonar» o «matar no, perdonar»; «coman niños» o «coman, niños»; «de subida» o «de su vida». Además de estos peligros, la prosa incluye la musicalidad de las frases, la sonoridad de las palabras y los ritmos de las oraciones. Estas características no pueden disociarse de las sensaciones y emociones corporales y de los prodigios de la mente.

A pesar de las dificultades, las interacciones que establecen los *chatbots* con base en técnicas de inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje natural para aprender de millones de conversaciones son sorprendentes. Algunos de ellos, incluso se utilizan de manera experimental en psicoterapias cognitivo-conductuales para mantener conversaciones pequeñas y digeribles en una especie de «agente conversacional», como en el caso del *chatbot* Woebot desarrollado por la psicóloga Alison Darcy —miembro del Departamento de Psiquiatría y Ciencias del Comportamiento de la Facultad de Medicina de la Universidad de Stanford—, que ayuda a aumentar la autoconciencia y autoobservación de las personas[83].

5.3 Teoría de redes de actores: fundamentos y aplicaciones en los trabajos de planificación y prospectiva

En términos simples, toda red es un conjunto de relaciones. La red contiene grupos de objetos o personas denominadas *nodos* —que se dibujan

83 Ver htts://woebot Health.com

como círculos— y la suma de todos los nodos representa el tamaño de la red. Los *vínculos* —marcados con líneas— son los lazos que existen entre dos o más nodos y representan relaciones. El flujo —señalado por flechas— indica la dirección del vínculo y representa relaciones simétricas (bidireccionales), antisimétricas (unidireccionales), recíprocas, transitivas y multidireccionales que operan a través de un punto intermedio, con lo cual puede haber muchos pasos o *links* entre uno y otro nodo. Las redes son representadas mediante *sociogramas,* término inventado por Jacob Moreno, considerado como el fundador de los modernos estudios sobre redes (Kadushin, 2012, p. 15).

Los matemáticos denominan «grafos» a estos sociogramas. La más simple red de dos unidades es denominada díada y la de tres, tríada[84]. En general, la literatura sobre redes las clasifica como egocéntricas, sociocéntricas y de sistemas abiertos. Las egocéntricas, como su nombre lo indica, son aquellas en las que un nodo está conectado solamente con un nodo o una persona adicional; las sociocéntricas son redes cerradas que operan en forma de caja, como, por ejemplo, la red en un colegio entre alumnos y profesores o la que existe entre una empresa y sus clientes; las redes de sistemas abiertos no tienen límites o fronteras determinadas, sus conexiones son múltiples y se asemejan a redes complejas reales, las cuales sugieren que la estructura organizacional que las caracteriza es universal y parece emerger de manera espontánea e independiente del sistema debido a las interacciones que operan a nivel local.

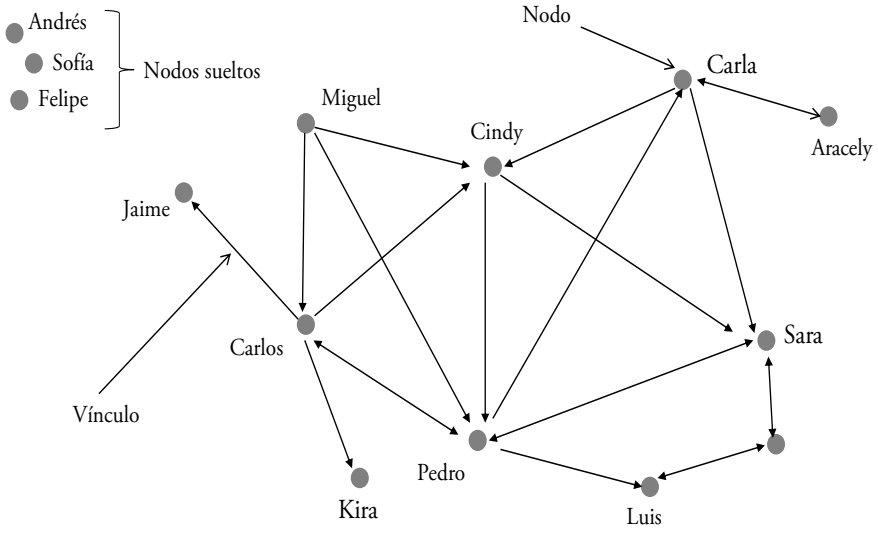
El diagrama de una red es una fuente valiosísima de información. Como se dijo, las líneas o vínculos muestran la relación entre dos personas o entidades, y las flechas o flujos, la dirección de la relación entre ellas, en el sentido de indicar quién es la fuente de información y quién la busca a través de otro miembro de la red. En el diagrama de una red también se

84 Hay 16 posibles combinaciones de tríadas, desde las dos más sencillas, donde los nodos son independientes o hay solo dos nodos relacionados asimétricamente y uno independiente, hasta aquella combinación en la que cada nodo de la tríada tiene relaciones simétricas con los otros dos (Kadushin, 2012, p. 24).

muestra cuál es el elemento central de una organización o qué actor juega el papel más protagónico dentro de ella, lo mismo que el tipo de alianzas que se forman. O, al revés, se presenta quiénes son los que juegan un papel periférico y poco activo en la red, lo que se mide en términos de conexiones, contribuciones o asociaciones.

Por último, también la red muestra el desempeño de los subgrupos y la forma como se organizan. Como consecuencia, el diagrama de una red es una foto llena de información valiosa para los tomadores de decisión, por cuanto revela —al igual que una radiografía para un médico— las condiciones reales del caso a ser analizado e intervenido (figura 28).

Figura 28. Red de amistad con catorce actores o nodos



Fuente: elaboración propia con base en Kadushin (2012); Hidalgo (2014, pp. 29-33).

De la misma forma, en el campo empresarial, en referencia a las redes o *clusters*, se suele hablar de «*gatekeepers* tecnológicos», «estrellas externas» y «empresas aisladas». Los *gatekeepers* o guardianes son aquellos nodos que tienen un alto nivel de conectividad, tanto con el resto de nodos de la red como con otras fuentes externas de información y conocimiento; las estre-

llas externas serían nodos con muchas conexiones a fuentes externas, pero con pocas dentro de la red, ellas hacen vigilancia tecnológica; finalmente, las empresas aisladas son aquellas que tienen escasas o nulas conexiones tanto internas como externas y se asemejan a los nodos sueltos de la figura 28: Andrés, Sofía y Felipe.

De lo anterior, se puede deducir que aquellos nodos (empresas o actores) con mayor base de conocimiento son los que tienen más conexiones y más salidas que entradas. Por el contrario, los nodos con poco conocimiento tendrían menos conexiones y más entradas que salidas. Así, podemos decir que la teoría de redes tiene un enorme potencial tanto en el *management* privado como en las prácticas de la gestión pública, llámense estas planificación, innovación, participación, métodos, información sobre la estructura de mercados y productos o promoción de investigación e internacionalización.

Por ejemplo, P2P se refiere a redes de pares, entre iguales, o punto a punto. En estas, cada individuo o grupo local podrá, en una relación entre iguales, colaborar con otros en la consecución de un objetivo común.

5.3.1 Conceptos de red y sus contribuciones a la planificación y las políticas públicas

El sendero o ruta que tome la línea entre uno y otro nodo en una red es algo fascinante en el ámbito social, político, económico y psicológico, por cuanto intervienen factores tales como motivación, homofilia, cercanía, pertenencia, identidad, posición, etc., aspectos que hoy en día se estudian con un alto nivel de sofisticación matemática y computacional y donde intervienen conceptos como los siguientes.

- **Número de enlaces,** o conexiones.
- **Densidad** (*density*), o número de relaciones posibles entre nodos; es una medida de la cantidad de interrelaciones.
- **Medidas de centralidad,** o importancia de un nodo en la red; es decir, número de actores a los cuales un actor está directamente unido.

- **Coeficiente de aglomeración,** o densidad de triángulos o tríadas en las que un nodo está involucrado.
- **Índice de centralización (centralization index),** o condición en la que un actor ejerce un papel claramente central al estar conectado con todos los nodos, los cuales necesitan pasar por él para conectarse con otros.
- **Grado de intermediación** (*betweenness*), o posibilidad de un nodo o actor de intermediar las comunicaciones entre pares o díadas de nodos.
- **Grado de cercanía** (*closeness*), o capacidad de un nodo para llegar a todos los actores de una red; también se conoce como grado de proximidad.
- **Distribución de grado,** o histograma del grado de todos los nodos en la red.
- ***Hubs***, o nodos con un número desproporcionadamente grande de conexiones o red libre de escala.
- **Longitud de camino medio,** o contacto a través de una cadena corta de conocidos, más popularmente conocida como «seis grados de separación» o fenómeno de red de estructura de «pequeño mundo» (Kadushin, 2012, pp. 13-26)[85].

Cabe aclarar que el gráfico de cada red proviene de una matriz en la cual se ha capturado la información de que se dispone y que, para construir dicha matriz, analizar los datos y poderlos graficar, se apela a programas computacionales como el Unicet, que opera bajo el sistema operativo de Windows.

85 En 1967, el psicólogo norteamericano Stanley Milgram demostró que las personas tienden a llevar una vida de *cluster* y que la distancia entre una y otra es relativamente corta. Para demostrarlo, envió cartas a personas en Nebraska y Kansas, solicitándoles que las reenviaran a un corredor de valores en Boston a través de personas conocidas en función de su profesión, ubicación, cercanía o contactos sociales. Sin embargo, él no reveló la dirección del corredor de valores. Para su sorpresa, la carta llegó a la dirección del corredor con un promedio de seis reenvíos. Este es el origen del término «seis grados de separación», con el cual se da a entender que, a pesar de que en el mundo vive mucha gente y está organizado en ciudades o comunidades, al final se trata de un mundo pequeño en el sentido de que una persona puede ser conectada con otra a través de una cadena de conocidos que no tiene más de seis intermediarios. Originalmente, el autor húngaro Frigyes Karinthy había planteado en su obra *Chains* que el mundo era pequeño debido a la creciente interconectividad (Johnson, 2007, p. 100).

Del mismo modo, toda red social tiene un contexto y una estructura. El contexto la caracteriza y la determina y está dado por su estructura formal, el liderazgo, la cultura organizacional, las prácticas de recursos humanos y las prácticas gerenciales. La estructura está compuesta por tres elementos: *límites*, en virtud de sus propias funciones, productos y localización; *derechos de decisión*, que emanan de su propia naturaleza y están destinados a influenciar la asignación y distribución de los recursos a su disposición; y *mecanismos de integración*, que representan formas de coordinar actividades entre unidades hacia adentro y hacia afuera (Cross y Parker, 2004, pp. 116-117).

Con base en lo anterior, la teoría de redes representa un área de gran aporte para mejorar las técnicas y prácticas de la planificación y prospectiva en virtud de las siguientes razones.

A. Las redes promueven el capital social. El capital social, entendido como el ejercicio de reciprocidad, confianza e intercambio de información y otro tipo de recursos, constituye una herramienta valiosísima para el ejercicio de la planificación y la prospectiva. Las redes permiten que la información fluya entre ciudadanos y del gobierno a los ciudadanos o viceversa; esta información es de por sí un factor de empoderamiento ciudadano. Por esta razón, se habla de capital social horizontal y capital social vertical. En consecuencia, las redes son el mejor medio para informar a los ciudadanos sobre las características del plan y sus metas y, a la vez, para conocer la opinión de los beneficiarios y su nivel de aceptación. Las redes facilitan a través de normas informales el cumplimiento de las leyes.

B. Las redes engendran interacciones. Estas son el sustento de los planes para supervisar, vigilar y controlar el buen uso de los recursos y, a través de la red, fortalecen el sistema de planificación y permiten que subgrupos de diferentes estratos socioeconómicos, tanto del centro como de la periferia, puedan participar en razón de sus similitudes, valores y creencias. Otra ventaja de tales interacciones es que permiten el involucramiento de los ciudadanos a todo lo largo del ciclo del plan: diag-

nóstico, diseño, elaboración, discusión, aprobación, implementación, evaluación y retroalimentación. El efecto de las redes genera economías de escala que favorecen el intercambio de opiniones, el monitoreo y, por encima de todo, la participación ciudadana. Son una forma de rebeldía contra la estructura rígida y el currículo estandarizado del plan.

C. **Las redes son un medio muy poderoso.** Es así porque ponen a disposición de la planificación y la prospectiva el *conocimiento local*. Este, de otra forma, se pierde o no se canaliza productivamente. Por tratarse de grupos pequeños entrelazados, las redes activas son un mecanismo adecuado para promover organización desde la base y así canalizar ideas y sugerencias que pueden ser fundamentales en el momento de implementar una política pública.

D. **La red agrega valor público a la planificación.** Esto es así por cuanto mediante el trabajo en red el planificador puede conocer un conjunto más grande de respuestas a los problemas públicos sin depender únicamente del conocimiento experto. Además, a través de la red el planificador crea apertura a nuevas formas de liderazgo en todos los niveles y construye participación y diálogo directo con los ciudadanos. Esta nueva modalidad de trabajo, además de ser una característica distintiva de la complejidad, también puede ser parte de una nueva forma de hacer planificación a partir del énfasis en la *interacción* con los beneficiarios y entre estos, de tal forma que se transite desde la microinteracción entre los agentes hacia la macroestructura de la planificación (ley, poder, instituciones), hacia el proceso (organización, reglamentos, jerarquía) y hacia sus resultados (productos, bienes y servicios).

5.3.2 Las redes y el revelado de la «caja negra»

Los estudios muestran que la conectividad adecuada en redes bien administradas dentro de las organizaciones puede tener un impacto sustancial en el desempeño, el aprendizaje y la innovación. Los beneficios también se derivan de redes bien conectadas entre organizaciones y de interrelaciones entre personas para intercambiar información y conocimientos.

El ya citado libro de Malcolm Gladwell *The tipping point* (*El punto clave*) llamó la atención al público en general sobre la importancia de las redes y cómo pequeñas cosas pueden hacer una gran diferencia. Las redes, además de las ventajas arriba señaladas, son como un *tipping point*, en el cual situaciones o detalles insignificantes, al unirse o conectarse con diferentes aspectos, aumentan su importancia de manera exponencial. Es el momento mágico o sorprendente en que una idea, tendencia o conducta social cruza un umbral, se vuelca, se esparce y amplifica como un «incendio forestal». Este es el papel que desempeñan las redes. En el *tipping point* se da la posibilidad de que cerca del 80% de la acción sea llevado a cabo por un 20% de los participantes (de acuerdo a la regla Pareto 80/20).

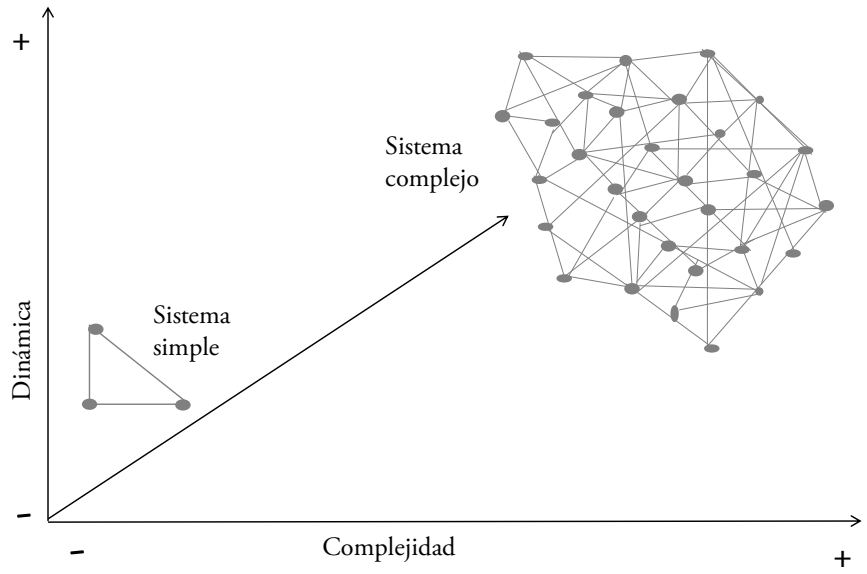
El *tipping point* es un punto de inflexión cuando una idea, una persona, una empresa, una moda, un producto o una intervención alcanza el éxito de forma repentina e impredecible, y luego se expande. Pero hay que tener presente que algunos de estos asuntos se logran con disciplina, constancia y perseverancia diaria en función a un objetivo definido.

En el caso de sucesos negativos, como una pandemia o un virus, también hay un *tipping point,* porque al comienzo afecta a un grupo reducido de personas y después se convierte en algo masivo. Lo mismo ocurre —sin ser necesariamente negativo— cuando una noticia o un contenido comienza con una tendencia pequeña, entre un grupo reducido de personas, y termina convirtiéndose en algo masivo gracias al poder de las redes. Tanto en unos casos como en los otros, las redes juegan un rol protagónico.

Pero aun más, con la perspectiva u opinión de muchas personas, las redes nos permiten abrir la llamada «caja negra», presente en muchos modelos de gestión, para conocer, por un lado, cuáles son las verdaderas entradas del modelo, cómo funciona el sistema en su interior con sus alambicadas conexiones, pactos de conveniencia, reglas encubiertas, desvíos de recursos de manera subrepticia; y, por otro lado, cuáles son las salidas o respuestas, teniendo en cuenta la percepción, la evaluación o el conocimiento de miles de individuos o numerosos actores en red. En estos casos, aunque no entendemos ni comprendemos los procesos internos, sin embargo, integramos sus resultados en nuestra toma de decisiones. ¡Esto es lo más grave en planificación y prospectiva!

La combinación de dinámica y complejidad en un plano de dos dimensiones hace que nos quedemos por inercia o comodidad en el vértice inferior de lo simple y más alejado de lo complejo y, peor aun, sin dinámica para el cambio. Es lo que se muestra en la figura 29, donde los puntos representan actores.

Figura 29. El modelo de la «caja negra»



Fuente: elaboración propia con base en Krogerus y Tschäppeler (2008).

El agravante de lo anterior es que la fe reemplaza al conocimiento, porque las cosas que *debemos creer* sin entenderlas no dejan de aumentar.

Esto refleja una paradoja, porque, al final, dado que la velocidad y complejidad de un proceso aumentan una respecto a la otra, terminamos por dar más importancia a quienes pueden explicar algo que a las explicaciones en sí mismas.

Es un recurso narrativo que utilizan los escritores para encontrar un final o una explicación a su historia, pero también de los economistas y políticos para suponer entradas y salidas de una intervención sin mayor explicación y sin mayor comprensión de las dificultades que existen dentro de la «caja» o el sistema, llámese político, técnico o socioeconómico.

El supuesto del modelo de la «caja negra» descansa en que, dadas ciertas entradas de recursos, salen productos o servicios como por arte de magia. Esto demuestra falta de coherencia, porque se necesitan factores o actores externos para resolver o explicar tales situaciones[86].

Por eso, tenemos a nuestro alrededor cada vez más «cajas negras» o malos hábitos, construcciones complejas que no entendemos, aunque nos las expliquen. Esto ocurre especialmente en los procesos de transformación y en los procesos lineales de evaluación a lo largo de la cadena de valor con la influencia de factores interdependientes y consecuencias positivas o negativas no intencionadas. Asimismo, en los ciclos presupuestarios de un proyecto y sus tiempos y en la *accountability* con métricas estandarizadas; y así con muchas otras situaciones más.

Una caja negra es un *Deus ex machina* («Dios que baja de la máquina»), como en el teatro griego, en el cual los dramaturgos Esquilo, Sófocles y Eurípides, para salvar a sus personajes de situaciones desconcertantes por no poder resolver sus dilemas, en el último momento crucial ponían dioses en el escenario con la ayuda de una máquina (Krogerus y Tschäppeler, 2008, p. 116).

Las redes con la participación de múltiples personas ponen en contacto a unas con otras, y, con la ayuda de los principios de la teoría de la complejidad, nos permiten revelar lo negro de la caja, su funcionamiento y sus misterios. Lo ideal sería contar con más actores en red y pasar a una «caja blanca» más transparente. La red es un medio para inventar ese «como» hacer las cosas o «cómo» se hacen las cosas de acuerdo al contexto y características de los propios actores.

Para desafiar el sistema simple de «caja negra» tenemos que abrazar la incertidumbre y buscar mejores explicaciones en el sistema complejo con sus características, de manera que las personas hagan lo que anticipamos

86 El concepto de «caja negra» se refiere en el contexto de la inteligencia artificial, de acuerdo al «Glosario» de Benjamins y Salazar, a la «opacidad (falta de claridad o transparencia) con la que algunos de los algoritmos toman sus decisiones en función de la información introducida» (2020, p. 305). Otra cosa es la percepción subliminal, en la cual no somos conscientes en el procesamiento sensorial de la información. Pero, asombrosamente, la percepción inconsciente informa a la percepción consciente sobre cómo experimentamos la realidad.

en un futuro innovador. Un ejemplo clásico es el cambio climático, donde la narrativa para sensibilizar es simplista y cuando menos discutible: unos exageran el mal, otros apelan al discurso apocalíptico. Sin embargo, la realidad es que se trata de un problema que depende de miles de millones de pequeñas decisiones individuales diarias para conformar una conducta colectiva emergente. Se necesitan relatos y relatores diferentes y mirar la realidad más de cerca para ganar verosimilitud con una mezcla de abstracciones imprescindibles, como participación, bienestar y cultura, pero también con realidades concretas que se imponen como los gases de efecto invernadero, el derretimiento de glaciares y la contaminación de mares y ríos. A esas combinaciones nos invita el sistema complejo.

5.3.3 La estructura de las redes: tipología

Con el advenimiento del *big data* y el uso de celulares inteligentes con múltiples aplicaciones como expresión de la Cuarta Revolución Industrial, los individuos forman redes de las más variadas estructuras: entre familiares, entre amigos, entre quienes son parte de una institución, entre quienes acceden a aplicaciones por alguna causa en común, por curiosidad, o simplemente entre desconocidos interesados en hacer conexiones.

Sea cual fuere la motivación, las redes promueven la innovación a través de la conectividad en el desarrollo de nuevos procesos o de iniciativas para mejorar procesos; asimismo, facilitan la integración y el cambio organizacional en gran escala; apoyan las prácticas comunitarias; posibilitan la formación de asociaciones y alianzas estratégicas; y mejoran el aprendizaje y la toma de decisiones en las redes de liderazgo (Cross y Parker, 2004, pp. 145-146).

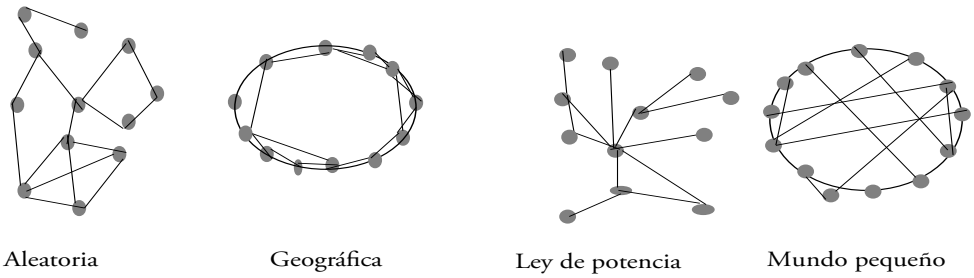
La literatura al respecto, identifica varios tipos de redes:

- Aleatorias (*random networks*), cuando se forman por casualidad.
- Geográficas (*geographics networks*), donde se resaltan estrategias de desarrollo diferenciado por cada región en lugar de ideas nacionales regionalizadas con desconocimiento de los territorios específicos, dado que la vuelta al territorio o el trabajo en él es uno de los giros que se impone con las nuevas tecnologías y el uso de las redes.

- Redes de ley de potencia (*power-law networks*), que consisten en multiplicar varias veces el número de integrantes de la red, que se llama base, por un exponente, que es ese número por la cantidad de veces por las que se multiplica, con lo cual una red puede llegar a entrelazar a millones de personas. Internet es el medio por excelencia para este tipo de red. Por ejemplo, en una díada donde la base es 2 y el exponente 5 (2^5), el resultado es 32 personas vinculadas en red.
- Redes de mundo pequeño (*small-world networks*), con redes que forman *clusters*. Cada persona tiene un *cluster* de amigos que pueden ser aleatorios o definidos con ciertos criterios (Page, 2018, pp. 121-122).

La figura 30 es una representación de los tipos de redes aquí expuestos. Esto, sin negar que en un mundo interconectado pueden existir otros. Con lo anterior, queremos resaltar la importancia estratégica para la planificación y la prospectiva, y en general para la administración pública, de las formas de encontrar, aprovechar, utilizar y respaldar las redes dentro de las organizaciones.

Figura 30. Estructuras de redes



Fuente: elaboración propia con base en Page (2018, p. 122).

Frente al desarrollo de la inteligencia artificial, connotados autores han cuestionado sus planteamientos de nueva ciencia y tienen reservas sobre sus posibilidades de reemplazar a la mente y los conceptos humanistas de ética y espiritualidad. Las preguntas centrales son dos: ¿Es posible llegar a construir máquinas totalmente inteligentes? ¿Es el cerebro una máquina? Veamos al respecto algunos enfoques.

5.4. Posiciones contrapuestas y «dataísmo»: un fenómeno o paradigma en emergencia creciente

A. ¿Dónde queda la conciencia?

No todo ha sido miel en la historia de la IAF. Ha tenido críticos acérrimos, así como auges y caídas que los expertos asimilan a períodos de primavera e invierno. Pero todo ello parece haber quedado atrás dado el imparable y vertiginoso crecimiento de los datos y los medios para procesarlos durante las últimas décadas. En relación a esto, ¿por qué es tan relevante el tema de la conciencia? y ¿qué es la conciencia?

Ante la primera pregunta, debemos expresar que con los avances de la inteligencia artificial las máquinas se aproximan cada vez más a pensar y sentir como los humanos y en el futuro la conciencia —en las personas— jugará un papel de mayor trascendencia del que había tenido en el pasado, dado que será el campo donde la especificidad del ser humano seguirá marcando fronteras frente a las máquinas.

Respecto a la segunda pregunta, para Manes y Niro: «La conciencia puede entenderse como una propiedad emergente del trabajo coordinado de múltiples áreas cerebrales interconectadas. Desde este punto de vista, cada neurona es necesaria pero no suficiente para dar lugar a la conciencia. Podemos decir que el secreto se encuentra en la interacción entre ellas» (2018, p. 307). ¡El maravillo secreto está en la interconexión de millones de neuronas!

Como se mencionó anteriormente, en 1972, el filósofo Hubert Dreyfus, partidario de la fenomenología y el existencialismo —experiencias de la conciencia sin prejuicios o preconcepciones—, argumentaba que los computadores jamás podrían compararse con la conciencia porque no reflejaban subjetividades, sentimientos, emociones o ambigüedades y carecían de lo que él denominaba «conciencia periférica» o habilidad de ser conscientes de lo que nos rodea.

Esa capacidad con frecuencia actúa como un juez con códigos individuales que nos evalúan respecto a nuestras propias conductas y respecto a los demás, a los cuales en gran parte percibimos a través de

la vista. Por algo, los ojos como órganos sensoriales son fundamentales para relacionarnos con el medio ambiente. Según el Instituto Max Planck de Alemania, cerca del 50 % del cerebro se dedica a procesar lo que vemos (Reyes, 2021, p. 168).

La subjetividad, con sus sentimientos y emociones, siempre estará presente como elemento fundamental de la consciencia del ser humano, más allá de los avances con robots o *software* que imitan el comportamiento humano y simulan inteligencia y lenguaje. El comportamiento humano, según Dreyfus, no es análogo ni simétrico al de los sistemas informáticos, por más deslumbrantes que sean, como los famosos *chatbots* Alexa de Amazon, Siri de Google o Cortana de Microsoft. Esta falsa analogía se conoce hoy en día como efecto Eliza, descrito por el informático del MIT Joseph Weizenbaum en 1966, a quien Dreyfus tuvo la agudeza de cuestionar y cuyas inquietudes son aún válidas.

B. El test del «cuarto chino»

John Searle, filósofo y estudioso del lenguaje y la conciencia, en 1980 atacó el concepto de IAF con el famoso experimento del «cuarto chino» que el matemático y físico John Penrose, de la Universidad de Oxford, más tarde popularizó y explicó ampliamente. El experimento pretendía refutar el test de Turing y demostrar que una máquina es incapaz de pensar. La prueba consistía en construir una máquina —un computador— del tamaño de un cuarto con capacidad para recibir entradas (*inputs*) en idioma chino y, después de un proceso interno, emitir como respuestas (*outputs*) textos también en chino. Así, la máquina podría simular que entendía este idioma.

Lo que Searle propone es que imaginemos que una persona se encuentra en el cuarto, en lugar del computador, y que allí recibe caracteres chinos que debe correlacionar. Para hacerlo, tiene un conjunto de reglas para manipular caracteres chinos y generar otros con base en dichas reglas. Mientras Searle recibe las instrucciones en inglés, esa persona aislada recibe textos escritos en chino. Ella cuenta con

manuales, guías y diccionarios que le indican las reglas y los pasos que relacionan las entradas en chino con las que debe trabajar para enviar respuestas en este mismo idioma, de tal forma que sus respuestas sean indistinguibles de las que daría una persona cuya lengua materna fuera el chino. Searle explica que el cuarto chino —es decir, el computador— tiene la capacidad de hacerle creer a la persona que interactúa con ella que comprende y asimila todo, a pesar de que esta jamás ha leído o hablado en chino. Para Searle, todo se trata de autómatas muy bien elaborados que no tienen intencionalidad, dado que no dan significado a lo que los rodea.

Pese a todas las reservas, los defensores de la IAF argumentan que nuestro cerebro no es más que un ordenador biológico (algoritmo) que no solo tiene sintaxis (análisis de la frase que determina el papel de cada palabra), sino también semántica (significado de las palabras), igual a lo que tiene un programa (*software*) para computador. Y preguntan: ¿Acaso las aplicaciones de reconocimiento de voz Alexa, Cortana o Siri no responden a diario preguntas de la más diversa naturaleza en distintos idiomas o los traductores como Google no realizan tareas que se consideraban exclusivas del hombre?

Frente a las actuales experiencias, todo parece indicar que con el aprendizaje profundo se supera el aprendizaje de máquinas que aprenden de sus propias experiencias, por cuanto mediante bases de datos y algoritmos eficientes la inteligencia artificial, en su categoría de aprendizaje profundo, aprende por sí misma, sin ninguna programación previa o supervisión externa. Hay quienes incluso van más lejos y afirman que con el reconocimiento profundo de patrones se envuelve una intuición subconsciente o un subconsciente artificial (Brossi *et al.*, 2019, pp. 45-47).

En consecuencia, la ciencia de los datos crea valor social y comercial, por cuanto permite identificar variables y métricas como buenos predictores del impacto y de su rendimiento. El asunto está en cómo hacer que esta ciencia de los datos, en todas sus expresiones, pase a ser para los nuevos gestores un componente integral de decisiones del Estado, planificación, prospectiva y misiones corporativas.

C. Homeostasis y el relato algorítmico de la humanidad

En otro alero de la discusión, se coloca el neurocientífico de talla mundial Antonio Damasio, en cuyo libro *El extraño orden de las cosas: la vida, los sentimientos y la creación de las culturas* (2019) destaca cuatro conceptos fundamentales en la línea de nuestra discusión.

- Uno, define el concepto de *homeostasis* como

  > [...] el conjunto fundamental de procesos que se hallan en el corazón mismo de la vida. Es el poderoso imperativo, carente de reflexión o expresión, que permite a cualquier organismo vivo, pequeño o grande, resistir y prevalecer. Sentimientos y homeostasis se relacionan mutuamente de manera estrecha y consistente [...]. La homeostasis ha guiado, de manera inconsciente y no reflexiva, sin designio previo, la selección de estructuras y mecanismos biológicos capaces no solo de mantener la vida, sino también de fomentar la evolución de todas las especies que existen en las diversas ramas del árbol evolutivo (Damasio, 2019, pp. 44-45).

- Dos, los sentimientos son los pilares básicos en la construcción de las culturas como factores de motivación de la creación intelectual y como controladores del éxito o fracaso de instrumentos y prácticas culturales; ellos participan en la evolución de los ajustes que el proceso cultural requiere a lo largo del tiempo.
- Tres, Damasio rechaza categóricamente el relato algorítmico de la humanidad, por cuanto la mente surge de la interacción de cuerpo y cerebro, no únicamente del cerebro, como lo presentan los transhumanistas y las hipótesis del futuro basadas en la imaginación científica, con las cuales la prospectiva parece, a veces, tropezar.
- Cuatro, para Damasio los organismos vivos no pueden considerarse o asimilarse a un algoritmo por los argumentos que el neurocientífico expone de la siguiente manera:
  1. El algoritmo que conocemos parece desconocer el sustrato de nuestra vida: un tipo particular de química organizada y de homeostasis, como regulador automático de nuestro organismo y de las interacciones entre el cuerpo y el sistema nervioso. Los

sentimientos, que todo ser humano experimenta, son experiencias mentales conscientes de dolor, placer, angustia o sufrimiento y su contenido o valencia está unido a nuestro cuerpo. La valencia califica ese estado vital como bueno, malo o intermedio entre ambos, en cada momento o instante del estado vital de nuestro organismo. No es algo mecánico ni estático. Hoy podemos amanecer felices, mañana tristes, pasado mañana melancólicos; e incluso, en el mismo día, experimentar diferentes emociones.

Por lo tanto, la valencia define nuestros sentimientos y afectos y el algoritmo convencional, según Damasio, está lejos de alcanzar esas experiencias de vida basadas en representaciones multidimensionales, que son únicas y personales como las huellas digitales.

2. La predictibilidad e inflexibilidad que el término algoritmo conlleva no abarcaría completamente los ámbitos del comportamiento y la mente del ser humano debido a la presencia ilimitada de sentimientos que a diario él experimenta, los que a la larga son conocimientos que resultan del proceso de aprendizaje. Solo con la ayuda de nuestra mente, los actos de recordar, ver, sentir, tocar, oler, degustar, oír e imaginar hacen que comprendamos las cosas.

   A pesar de ello, hay que reconocer los avances en el tipo de subconsciencia que la IAF (*deep learning*) manifiesta al *aprender por sí misma*, con base en los datos y sin ninguna programación previa o supervisión externa, aunque no sabe explicar su razonamiento o intuición, por ejemplo, cuando anticipa enfermedades como el Alzheimer o hace diagnósticos con biopsias para detectar tumores malignos y, volviéndose cada vez más «inteligente», cuando los datos crecen de manera exponencial.

   Para Damasio, un tipo de inteligencia o sistema dotado de proto-*self* —capacidad de estar consciente de su cuerpo y sus actos, de reflexionar sobre el Yo o el *sí mismo*, o de la persona como totalidad— tiene inigualable proyección tanto

en la historia humana como en el desarrollo del individuo. Esa inteligencia, capaz de regular funciones vitales de manera inconsciente, de alcanzar conductas relacionadas, de aprender por imitación, de tener comportamientos sociales como la empatía y, en general, de llevar vida en sociedad como fuente de nuevas y crecientes capacidades cognitivas, sería, en definitiva, una cualidad propia del *homo sapiens*.

En línea con lo que pregona Damasio sobre la mente, la estadounidense Siri Hustvedt —famosa licenciada en Filología de la Universidad de Columbia y ganadora del Premio Princesa de Asturias de las Letras en 2019— escribió el maravillo ensayo de ficción *Los espejismos de la certeza* (2021), donde analiza el eterno dilema sobre el funcionamiento de la mente y cómo se relaciona con nuestro cuerpo. Ella repasa de manera singular y subyugante las interpretaciones históricas, entre otros, de Pitágoras, Aristóteles, Platón, Epicuro, Demócrito, Alfred North Whitehead, Thomas Hobbes —quien defendía un modelo materialista y mecánico de los seres humanos y la naturaleza— y, claro está, las de René Descartes —quien desconfiaba del conocimiento que le llegaba a través de los sentidos—; y revisa incluso el rol de la imaginación en las teorías de las artes y las ciencias, con la única razón de cuestionarse el significado de nuestra naturaleza humana y las relaciones entre mente y cuerpo. Hustvedt indaga sobre las certezas numéricas y si la mente es realmente un ordenador, además de muchos otros temas de innegable actualidad. Como hecho asombroso en la historia del hombre, anota que tenemos una nueva generación que enseña a la anterior, dada la familiaridad de los niños frente a los adultos en el manejo de computadores y sus aplicaciones.

Sobre la base de una complementariedad y entrelazamiento maravillosos entre mente y cuerpo, Hustvedt plantea:

> Cuando se trata de ideas, uno de los pocos principios universales podría ser que las preguntas suelen ser mejores que las respuestas. Y, sin embargo, ¿qué significa para la mente humana examinarse a sí

> misma? Eso depende de lo que se entienda por mente. Si la mente es algo material y falible, los pensamientos que generará serán necesariamente limitados y cambiarán con el tiempo. Pero si es algo más, si la mente humana tiene acceso a las verdades que hay en el universo, verdades inmutables que se alojan en la estructura de la realidad, se tendrán ideas muy diferentes sobre cómo encuadrar la experiencia (Hustvedt, 2021, p. 27).

Pese a todo ello, el progresivo conocimiento del funcionamiento del cerebro y el comportamiento de las neuronas avanza como nunca antes en la historia del ser humano. El *deep learning*, relacionado con la inteligencia de datos que mediante el uso de herramientas, técnicas y procesos permite obtener conocimiento de los datos para tomar decisiones y, gradualmente, tener organizaciones más eficientes en el sentido de gastar menos tiempo en encontrar y entender datos y destinar más a su análisis para innovar, comprender y transformar, continuará su carrera arrojando nuevas sorpresas y nuevas respuestas.

3. Finalmente, según Damasio, extender la equivalencia del algoritmo a la humanidad sería un tipo de posición reduccionista, de degradación de la ciencia y la tecnología, de defunción de la filosofía y disminución de la condición humana.

D. Conciencia y dataísmo: la excesiva confianza en los datos para tomar decisiones

Yuval Noah Harari, filósofo del futuro, historiador y científico israelita nacido en 1976, es uno de escritores más brillantes de la actualidad. En los últimos ocho años ha escrito cuatro libros que son éxitos internacionales con millones de ejemplares vendidos y traducidos a más de 50 idiomas. Acá solo nos referiremos a uno de ellos: *Homo Deus: breve historia del mañana* (2016), por contener referencias específicas a las cuestiones que aquí exponemos[87].

87 Otros libros de este autor son: *Sapiens. De animales a dioses* (2014); *21 lecciones para el siglo XXI (2018); Sapiens. Una historia gráfica. El nacimiento de la humanidad* (2020).

Tras un profundo recuento de la historia de la humanidad y de las tres grandes revoluciones que la especie humana ha protagonizado (la cognitiva, la agrícola y la científica), Harari plantea hipótesis y preguntas profundas que cuestionan el saber convencional.

Para él, los organismos, los animales y los humanos son algoritmos bioquímicos o electrónicos que permiten explicar sensaciones, emociones y pensamientos. A partir de esto, basado en la teoría de la evolución de Darwin, se cuestiona si de verdad el alma existe o contiene una entidad mística eterna.

En consecuencia, para Harari la mente sería un flujo de experiencias subjetivas como dolor, ira, placer y amor, las cuales están constituidas por sensaciones, emociones y pensamientos interconectados.

> Esta colección frenética de experiencias constituye la secuencia de la conciencia [...]. Sin embargo, las teorías más recientes sostienen asimismo que las sensaciones y emociones son algoritmos bioquímicos de procesamiento de datos.
>
> [...]
>
> ¿Podría, pues, ocurrir que detrás de todas las sensaciones y emociones que atribuimos a los animales (hambre, miedo, amor y lealtad) acecharan solo algoritmos inconscientes y no experiencias subjetivas? (Harari, 2016, pp. 123-125).

En concordancia con la teoría de la disyunción y la fragmentación, Harari afirma que esta era la que defendía el padre de la filosofía moderna René Descartes, quien en el siglo XVII sostenía que solo los humanos sienten y anhelan, mientras que todos los demás animales son autómatas mecánicos, parecidos a un robot o una máquina expendedora. De ser así, existiría una gran similitud entre el pensamiento y la inteligencia artificial en la categoría de aprendizaje profundo (*deep learning*). Este avance plantea que el cerebro es un sistema muy complejo, con más de 100 mil millones de neuronas conectadas en numerosas e intrincadas redes.

> Cuando miles de millones de neuronas envían y reciben miles de millones de señales eléctricas, surgen las experiencias subjetivas. Aunque la transmisión y la recepción de cada señal eléctrica es un fenómeno bioquímico simple, la

> interacción entre todas estas señales da lugar a algo mucho más complejo: la secuencia de la conciencia (Harari, 2016, p. 127)[88].

Para profundizar en su argumentación sobre la posibilidad de un diseño inteligente, como paso posterior a la selección natural, Harari argumenta que en los últimos 20 mil años la humanidad ha superado todo tipo de adversidades y llegado a conquistar el planeta debido a nuestra capacidad única de conectar a muchos seres humanos. Esto no es porque el individuo humano es necesariamente más inteligente, «sino porque *homo sapiens* es la única especie en la Tierra capaz de cooperar de manera flexible en gran número» (Harari, 2016, p. 88).

Ahora bien, con relación al «dataísmo» o religión de los datos, según Harari este enfoque sostiene como argumento central que

> [...] el universo consiste en flujos de datos, y que el valor de cualquier fenómeno o entidad está determinado por su contribución al procesamiento de datos [...]. En la práctica, esto significa que los dataístas son escépticos en relación con el conocimiento y la sabiduría humanos, y que prefieren poner su confianza en los datos masivos y los algoritmos informáticos (Harari, 2016, pp. 400-401).

Con base en dichos planteamientos, el dataísmo —un movimiento que se inició como neutral— ha adquirido tal preponderancia que está mutando a una religión cuyo valor supremo radica en el «flujo de información».

Harari va aun más lejos con su planteamiento posibilista, dado el crecimiento exponencial de los datos, con millones de seguidores en todo el planeta Tierra, ya sean cristianos, musulmanes, judíos, escépticos o masones. Una vez que se alcance la entronización del IoT en todo el planeta Tierra y hasta cubrir a toda la galaxia, este procesamiento de datos será como un Dios o como un precursor de algún

88 En el caso de los animales, por ejemplo, la medusa solo tiene mil neuronas; el ratón dispone de entre 75 y 100 millones de neuronas; el perro tiene 160 millones; el pulpo puede llegar a tener 500 millones de células nerviosas distribuidas entre su cerebro y sus brazos (Sacks, 2019, pp. 67, 76).

futuro *homo deus* que dejará atrás al *homo sapiens* como algoritmo obsoleto.

Ray Kurzweil, gurú de la IAF, basado en la «ley de los rendimientos acelerados», de manera mesiánica anuncia que en 2045 se dará la singularidad tecnológica mediante la fusión de la GNR. Entonces las máquinas inteligentes empezarán a ser indistinguibles de los humanos, para luego alcanzar inteligencias mucho más elevadas.

Irónicamente, Harari dice que los dataístas usan conscientemente un lenguaje mesiánico. Por ejemplo, según él, el libro de profecías de Kurzweil que se titula *The singularity is near* parece un eco del grito de San Juan Bautista: «El reino de los cielos está cerca» (Biblia, Mateo, 3, 2).

> En el siglo XVIII, el humanismo dejó de lado a Dios al pasar de una visión del mundo teocéntrica a una visión del mundo homocéntrica. En el siglo XXI, el dataísmo podría dejar de lado a los humanos al pasar de una visión del mundo homocéntrica a una visión del mundo datacéntrica (Harari, 2016, p. 423).

Para dejar clara su posición frente a los lectores, Harari enfatiza que no podemos predecir el futuro y que con la prospectiva todas las situaciones hipotéticas deben entenderse como posibilidades, más que como escenarios cargados de profecías, y de manera brillante nos recuerda que cuando pensamos en el futuro las visiones están limitadas por las ideologías y los sistemas sociales del presente.

Para cerrar su fascinante libro sobre el futuro (2016), Harari plantea tres procesos interconectados y tres preguntas profundas. Los procesos son: la convergencia de la ciencia en el dogma universal de que los organismos son algoritmos y la vida es procesamiento de datos; la desconexión entre inteligencia y conciencia: y los algoritmos no conscientes pero inteligentísimos, que pronto podrían conocernos mejor que nosotros mismos.

Y sus tres preguntas contundentes son: ¿Son en verdad los organismos solo algoritmos y es en verdad la vida solo procesamiento de datos? ¿Qué es más valioso: la inteligencia o la conciencia? Y, ¿qué le ocurrirá a la sociedad, a la política y a la vida cotidiana cuando algo-

ritmos no conscientes pero muy inteligentes nos conozcan mejor que nosotros mismos? (Harari, 2016, p. 431).

La forma brillante de Harari de conectar la historia con preguntas fundamentales deja a cualquier lector inquieto y cautivado. Nos recuerda el epílogo de otro de sus libros famosos, *De animales a dioses* (2014), donde después de hacer un repaso sobre la historia de la humanidad destaca que hace 70 mil años el *homo sapiens* era un animal insignificante, pero en los siguientes milenios se convirtió en el amo de todo el planeta. Sin embargo, seguimos sin estar seguros de nuestros objetivos, descontentos con muchas cosas, afectando nuestro ecosistema; y no sabemos qué hacer con tanto poder, mientras el hambre y la pobreza azotan a millones de personas y somos más irresponsables que nunca. Él se pregunta entonces: «¿Hay algo más peligroso que unos dioses insatisfechos e irresponsables que no saben lo que quieren?» (Harari, 2014, p. 456).

Para colocar en perspectiva las anteriores aprehensiones, el famoso matemático británico Marcus du Santoy de la Universidad de Oxford, autor de los libros *La música de los números primos* y *Programados para crear*, considera que algún día las máquinas tendrán conciencia, pero es probable que esa conciencia sea diferente a la nuestra.

Santoy reconoce que la inteligencia artificial puede leer nuestro estado emocional mejor que un humano. Por ejemplo, según este autor, una máquina fue entrenada en sonrisas humanas y pudo detectar cuándo una persona estaba sonriendo falsamente y cuándo, a pesar de que sonreía, no estaba feliz. También Santoy establece que, así como las matemáticas son la ciencia de los patrones, la música es el arte de los patrones. Y detrás de los patrones encuentra en las matemáticas simetrías que extiende a la naturaleza, los animales e incluso al mundo inanimado, con lo cual según él todo ello representa un muy buen candidato para el origen de todo lo que vemos a nuestro alrededor (Santoy, 2020).

Los seres humanos estamos atascados en patrones de comportamiento que nos llevan a repetir las mismas cosas una y otra vez, de manera que acabamos actuando como máquinas, dice Santoy. Sin

embargo, él cree que la herramienta de la inteligencia artificial puede ayudarnos a dejar de comportarnos como máquinas y a ser más creativos como seres humanos. Pese a todo ello, advierte que ello tomará algún tiempo más. (Santoy, 2020).

E. El libro *No cosas* de Byung-Chul Han: la digitalización desmaterializa y los medios digitales sustituyen a la memoria

El filósofo surcoreano Byung-Chul Han en su libro *No cosas* (2021) plantea una fuerte y lúcida crítica a la sociedad contemporánea. Su hipótesis es que la abundancia de información que a diario consumimos a través de lo que él llama *phono sapiens* nos aleja cada vez más de las cosas, hasta su casi desaparición. Según él: «Hoy nos encontramos en la transición de la era de las cosas a la era de las no cosas. Es la información, no las cosas, la que determina el mundo en que vivimos. Nada es *sólido* y *tangible*» (Han, 2021, p. 13).

El tsunami de información, según Han, arrastra al sistema cognitivo y ahora producimos y consumimos más información que cosas. La información es aditiva, no narrativa. Y agrega de manera tajante:

> En el mundo controlado por los algoritmos, el ser humano va perdiendo su capacidad de obrar por sí mismo, su autonomía. Se adapta a decisiones algorítmicas que no puede comprender. Los algoritmos son cajas negras. El mundo se pierde en las capas profundas de las redes neuronales a las que el ser humano no tiene acceso (Han, 2021, p. 18).

Desde su perspectiva, el

> [...] rápido aumento de la entropía informativa, es decir, del caos informativo, nos sumerge en una sociedad posfáctica. Se ha nivelado la distinción entre lo verdadero y lo falso. La información circula ahora sin referencia alguna a la realidad, en un espacio hiperreal. Las *fakenews* son informaciones que pueden ser más efectivas que hechos. Lo que cuenta es el *efecto a corto plazo*. La eficacia sustituye a la verdad (Han, 2021, p. 18).

En su fascinante ensayo de 121 páginas, Han revela un paradójico pesimismo tecnoptimista, porque a la vez que está convencido de que las utopías que prometen las nuevas tecnologías se harán realidad,

también lo lamenta: un mundo de juego y consumo, sin trabajo, en el que la inteligencia artificial hará todo por nosotros; un futuro transhumanista y poshumanista, en el que la vida humana será un *puro intercambio de información*. La digitalización es un paso consecuente en el camino hacia la anulación de lo *humano*. Sin negatividades, resistencias, ni dolores.

Por eso, Han extraña la magia de las cosas, como el libro impreso, la foto analógica con su alquimia sentimental, la pasión de escuchar al otro en lugar de los mensajes de texto donde se pierde la *alteridad*, el arte del pincel y el óleo, los poemas por su inspiración en las cosas y en los cuerpos, el latido del corazón ante el otro, el tiempo que gastamos en querer al otro. Así, él cita *El principito,* de Antoine de Saint-Exupéry, cuando el zorro le dice al pequeño príncipe: «Es el tiempo que has perdido con tu rosa lo que hace a tu rosa tan importante». Han añora también el silencio en los momentos de oración y el paisaje silencioso, al igual que la antigua gramola o el gramófono, donde había misterio y magia. La era de las *cosas* queridas ha desaparecido con las nuevas tecnologías. Ese es el tema central de Byung-Chul Han, porque para él hay una íntima conexión entre la magia de las *cosas* y la felicidad.

Apela entonces al extremo de la era de las cosas queridas y del corazón. Y cita nuevamente a Saint-Exupéry, cuando invoca al corazón que da vida. «Al despedirse del Principito, el zorro comparte un secreto. 'Es muy simple: solo se ve bien con el corazón. Lo esencial es invisible a los ojos'» (Han, 2021, p. 96).

Para hacer más categórico su pesimismo tecnoptimista remarca:

> Plataformas como Facebook, Instagram, WhatsApp o Google, son los nuevos señores feudales. Incansables, labramos sus tierras y producimos datos valiosos, de los que ellos luego sacan provecho. Nos sentimos libres, pero estamos completamente explotados, vigilados y controlados (Han, 2021, p. 40).

Prueba fehaciente de ello fue el corte global de dichas plataformas el martes 5 de octubre de 2021, que afectó a 3.500 millones de personas.

En *síntesis*, la era digital en la tesis de Han tiene rasgos lúdicos y el *phono sapiens* descubre la comunicación como su campo de juego.

Es pues más *homo ludens* que *homo faber.* Esto ya lo había analizado el italiano Alessandro Baricco en su fascinante ensayo *The game* (2019) sobre la insurrección digital con movimientos contraculturales.

Con algo de nostalgia, Han termina su libro con una melancólica referencia a Gustave Flaubert —novelista francés, autor de *Madame Bovary*—, quien quiso ser enterrado con su tintero: «Pero la gramola es demasiado grande para llevármela a la tumba. Mi gramola es, creo, tan vieja como yo. Pero seguro que me sobrevivirá. Hay algo que consuela en este pensamiento» (Han, 2021, p. 121).

5.5 Cerebro, mente y memoria en un mundo interrelacionado: ¿dónde quedan los sentimientos morales?

De acuerdo a la tradición cristiana, el hombre fue creado con tres partes básicas: espíritu, cuerpo y alma. Esta última estaría compuesta de mente para pensar, razonar e imaginar; emociones o sentimientos; y voluntad, mediante la cual escogemos y tomamos decisiones. Esas tres partes constituían la personalidad de cada persona.

Para Platón, el alma estaba conformada por la razón, el apetito y el espíritu, con predominio de la primera sobre las otras dos. Además, el alma era inmaterial y daba vida a la naturaleza y a todos los seres vivos, con la salvedad de que el alma racional de los seres humanos estaba en lo más alto de la jerarquía.

San Agustín de Hipona, siguiendo con la doctrina cristiana, veía en la alma memoria, inteligencia y voluntad. Por lo tanto, fuera cual fuese la interpretación, la memoria siempre ha estado en el centro de la doctrina y la curiosidad filosófica y, actualmente, es motivo trascendental de investigación científica para desentrañar su funcionamiento, por cuanto no solo es un depósito estático de recuerdos, sino pieza clave para conocer cómo establecemos relaciones de causa-efecto y cómo dotar al ser humano de cierta capacidad predictiva para imaginar escenarios a partir de su experiencia. «¡La imaginación es la loca de la casa!», decía Santa Teresa de Ávila por la distracción que experimentaba en sus momentos de oración. Para

otros, como el biólogo Judah Folkman: «La ciencia avanza hacia donde uno imagina». El progreso observado da prueba fehaciente de ello.

Hoy en día, la ciencia ha demostrado que son nuestras emociones, miedos, expectativas y fantasías las que dominan nuestras vidas y afectan nuestra convivencia e interacción social. La imaginación entra por todos nuestros sentidos y las imágenes vividas se archivan en nuestra memoria. Es ese conjunto de sensaciones el que nos permite proyectar la vida y recrear mundos fantásticos de incalculable riqueza. La imaginación es como un reflejo de la prodigiosa interrelación entre el cuerpo y la mente. Y, en conjunto, la memoria y la imaginación tienen como fuente el cuerpo y nuestros sentidos.

Como lo destaca Siri Hustvedt, desde los grandes filósofos de la antigüedad, como Platón, Aristóteles, Epicuro, Demócrito, hasta otros más recientes, como René Descartes, Thomas Hobbes, John Searle y Alfred North Whitehead, siempre ha habido un gran debate entre aquellos que se aferran a un modelo atomístico, materialista y mecánico de los seres humanos y la naturaleza (monista) y aquellos que ofrecen una manera separada de ver el cuerpo y la mente, el cuerpo y la imaginación, lo psicológico y lo fisiológico (dualista). Las imágenes mentales y nuestras visiones cotidianas están de manera maravillosa siempre presentes en nuestras vidas a través de los sentidos, la contemplación, la fantasía, la música, la poesía, la literatura, los sueños, el amor y la curiosidad. ¡No hay cabida a la simplificación o al reduccionismo! ¡Lo abstracto y lo concreto, lo animado y lo inanimado se interrelacionan!

Es cierto que con instrumentos como el microscopio o el telescopio podemos aumentar nuestras percepciones, pero con la imaginación podemos concebir cosas que no existen, entrar en todos los tiempos y en todos los lugares (Sacks, 2019, p. 61).

Pero, ¿por qué a partir de lo narrado en los anteriores capítulos nos adentramos ahora en los asuntos de la ética, la moral y la empatía como elementos de la planificación y la prospectiva? Pues porque creemos que son la fuente para garantizar la confianza interpersonal y generar valor social, sobre todo porque un mínimo de actitud moral es un requisito básico

para la supervivencia de las sociedades humanas. Con el mismo criterio con el que comenzamos a analizar en el primer capítulo el fracaso del paradigma de Gobierno Abierto, ahora cerramos la travesía con el prodigio de los mecanismos que encierra el cerebro para generar sentimientos y confianza interpersonal.

El cerebro humano estaría en el espacio de lo tangible, que se puede observar, examinar y medir. La mente ocuparía el lugar de lo no tangible. Guardando las proporciones, es como si el uno fuese el componente físico (*hardware*) y el otro el componente lógico (*software*). El cerebro ejecuta funciones de enorme complejidad que apenas la ciencia comienza a descifrar, como las de regular las funciones vitales de temperatura, respiración y presión, el dormir y el comer. El cerebro recibe la información de los sentidos y la procesa de una manera prodigiosa, con lo cual desarrollamos nuestras emociones, conductas y actitudes. También controla nuestros movimientos, por ejemplo, lo aparentemente tan sencillo, como caminar, correr y hablar.

Gracias a sus millones de interrelaciones, el cerebro nos capacita para pensar, razonar, sentir, intuir y realizar funciones de enorme complejidad cognitiva, como las de percepción, memoria y aprendizaje. Y, por si fuera poco, con la ayuda del cerebro nuestro cuerpo reacciona para realizar todos sus movimientos y ejecutar el trabajo físico.

Las personas correlacionamos estímulos sensoriales para establecer patrones o guías de conducta; acumulamos recuerdos en la memoria y con ellos nos proyectamos; nos gusta algo porque lo percibimos como generoso, confiable o agradable. La mente, por su parte, nos ayuda a analizar pensamientos, interpretar datos y construir imágenes de manera consciente o inconsciente. Cerebro y mente trabajan juntos de manera simultánea y dinámica, y delimitar su campo de manera precisa es incluso un misterio de la ciencia.

Por lo tanto, la inquietud sobre los fundamentos de nuestros sentimientos es algo primordial para comprender nuestro comportamiento y la forma de relacionarnos para formar familia y sociedad, además, por supuesto, de las reacciones frente a las intervenciones del Estado.

Adam Smith, el famoso filósofo escocés, además de su monumental obra *Una investigación sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones* (1776), con la cual proporcionó al capitalismo su armazón conceptual, que dio origen a la ciencia económica, escribió también *La teoría de los sentimientos morales* (1759), la cual fue eclipsada o relegada al olvido por la fama e impacto mundial de la primera. Pero recientemente este segundo libro ha adquirido un gran auge por su relevancia y trascendencia en cuestiones sobre el comportamiento humano. ¿Cómo nos relacionamos? ¿Cómo nos percibimos a nosotros mismos y qué decisiones tomamos en la búsqueda de nuestra felicidad? ¿Qué nos hace felices y qué da sentido a nuestras vidas? Estas son algunas de las preguntas que Smith se formuló y analizó.

Russ Roberts, catedrático de Economía en la George Mason University, en el libro ¿Cómo Smith puede cambiar tu vida? (2015), analiza en detalle *La teoría de los sentimientos morales* y se pregunta cómo es posible que el hombre que contribuyó a poner en marcha los fundamentos del capitalismo, el hombre que comprendió el poder del egoísmo, el materialismo y la acumulación del capital, haya escrito una obra como *La teoría de los sentimientos morales*, cuyos principios son la moralidad, la virtud, la bondad, la ética y el preocuparse por los demás. Entre otras respuestas al respecto, Smith solo necesitó doce palabras: «El ser humano desea naturalmente no solo ser amado, sino ser amable».

Smith contrapuso en sus dos libros dos modelos: uno centrado en el egoísmo, la ambición, la fama, la expansión y el poder; el otro enfocado en la sabiduría y la virtud, con la figura de un «espectador imparcial» que hace las veces de juez y conciencia de nuestros actos.

Lo sorprendente de todo, comenta Roberts, es que Smith escribió *La teoría de los sentimientos morales* antes que *La riqueza de las naciones.* En el primer libro no hace ninguna apología de la vida mercantil, mientras que en el otro exalta la ambición. Es sorprendente también que, en un breve párrafo de aquel, donde resume lo que realmente logran los acaudalados de gran ambición, mencione tres palabras: «Una mano invisible». Es la única vez que Smith emplea la metáfora de la mano invisible en la *Teoría de los*

sentimientos morales. Y en *La riqueza de las naciones* la emplea también solo una vez. Tres palabras como metáfora que han servido como fundamento para escribir ríos de libros durante los últimos 250 años, por todo tipo de estudiosos de la ciencia política, partiendo por los economistas.

La pregunta central que Russ Roberts se formula es: ¿Cómo llegó a escribir Smith dos libros tan distintos? Está claro que tanto en el uno como en el otro Smith menciona que el egoísmo puede traer beneficios para otros, al estilo de lo que su predecesor Bernard Mandeville denominó *La fábula de las abejas o los vicios privados hacen las virtudes públicas* (1705), como ética del mercado emparentada con el liberalismo económico y el neoliberalismo moderno, con sus raíces en el *laissez-faire* y el Estado mínimo. O, lo que, en una perspectiva más actual, se conoce como «teoría de juegos de suma cero», que defiende un concepto de racionalidad que se basa en la eficiencia instrumental, la cual se da cuando en un mercado de dos jugadores la ganancia de uno implica la pérdida del otro. También en la obra de Mandeville se encuentra la adulación como mecanismo compensatorio que persuade al hombre a aceptar un contrato social, en el sentido de no ejercer violencia y enmascarar sus pasiones a cambio de que se le recompense su orgullo, dando pie a una figura de sociabilidad.

El segundo argumento que Roberts da para entender la razón de Smith al escribir dos libros tan distintos es el carácter evolutivo del hombre: en la época de los recolectores-cazadores para sobrevivir en pequeñas bandas o clanes la confianza mutua era fundamental, por cuanto la frontera entre la vida y la muerte era muy frágil. Con posterioridad, con los asentamientos, la agricultura y la conformación de ciudades, la división del trabajo y el intercambio con miles de personas fue la causa de la prosperidad para ir más allá de la subsistencia.

Sin embargo, a Smith lo que le interesaba en *La teoría de los sentimientos morales*, cuando lo escribió, eran las personas próximas, las más cercanas, aquellas con las que podemos simpatizar activamente, la comunidad, el espacio personal y los vecinos inmediatos; él no tenía el pensamiento de una aldea global o la idea de un mundo globalizado e interconectado. En cambio, en *La riqueza de las naciones* Smith visualiza un mundo de

intercambios impersonales, un mundo de extraños. «Uno conocía a su carnicero, pero no conocía al ganadero que criaba a la vaca. Uno no conocía tampoco al conductor del carro que llevaba la vaca al matadero, ni al herrero que fabricaba el cuchillo con el que se sacrificaba la vaca» (Roberts, 2015, p. 259).

Aun más, hoy en día al hacer compras por internet no conocemos a ninguna persona que interviene en la producción de los bienes que adquirimos. Así, ¡poco nos importan esas personas y nuestros intercambios son egoístas!

En consecuencia, lo que Smith visualizó en un libro fue un comercio internacional impersonal y en el otro un sentimiento cercano o de vecindad personalizado. Además, no todas nuestras relaciones con los demás son comerciales o materiales, y es allí donde no prima el egoísmo. En ambos libros hay coherencia, porque lo que le importaba fundamentalmente a Smith era cómo se comporta realmente la gente, no cómo a él le hubiera gustado que se comportara, y cómo comprender el comportamiento humano con una visión coherente de la humanidad. La memoria para Smith era el depósito de los recuerdos y el cerebro un órgano independiente del cuerpo, esto bajo la influencia del pensamiento de Descartes.

El comportamiento macro (impersonal) no se asimila al comportamiento micro (íntimo) y buscar su similitud es complicado, aunque en la era de la inteligencia artificial todo parece ser es posible. La inteligencia artificial ha dado muestras de crear robots «emocionales» o «humanizados» que interpretan sonrisas, seños fruncidos, tonos de voz y lenguaje no verbal como el ángulo de la cabeza, para simular parentesco y compañía con chips emocionales. Todo esto nos retorna a la pregunta que se hacía Oliver Sacks en *El río de la conciencia* (2019): ¿Qué es lo que nos configura como humanos?

El año 1759 que Smith analizaba, interpretaba y visualizaba en nada se parece a los comienzos del siglo XXI donde la innovación, la tecnología, la creatividad y el emprendimiento son totalmente diferentes, y están bajo el imperio de la información y la robótica.

En resumen, Adam Smith con sus dos libros visualizó y anticipó en nuestro lenguaje actual de la teoría de la complejidad un *orden emergente*: en un libro el surgimiento de las normas de interrelación social, y en el

otro el surgimiento de los precios, el comercio, la riqueza y otras variables económicas. En *La teoría de los sentimientos morales*, Smith sentó las bases del «principio moral de la simpatía»; en *La riqueza de las naciones*, analizó el «principio del egoísmo», el cual prevaleció por la creciente influencia del utilitarismo.

Según Alessandro Roncaglia (2006), otro elemento central de la *Teoría de los sentimientos morales* es la noción de *espectador imparcial*, mediante la cual

> [...] los individuos valoran sus propias acciones adoptando el punto de vista de un espectador imparcial que, dotado de todos los elementos que conoce, juzga tales acciones como lo haría un ciudadano medio. Las instituciones jurídicas, cuyo funcionamiento es indispensable para garantizar la seguridad de los intercambios en el mercado, hallan en este principio de comportamiento moral un apoyo esencial y concreto. De ahí que la afirmación más famosa de Smith, según la cual «no es la benevolencia del carnicero, del cervecero o del panadero la que nos procura el alimento, sino la consideración de su interés personal», no debería tomarse aisladamente (Roncaglia, 2006, pp. 173-174).

Quizás *La teoría de los sentimientos morales* trasladada al contexto y época en que John Maynard Keynes (1833-1946) escribió su libro *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero* (1936) podría reinterpretarse para referirse a la influencia de las emociones y los afectos en el comportamiento humano y en la confianza del consumidor, como los «espíritus animales». Para Akerloff y Shiller (2009), los espíritus animales que influyen en las decisiones económicas y las conductas serían cinco: confianza, equidad, corrupción y conducta antisocial, ilusión monetaria, y gusto por las historias. En el mismo sentido, se debe mencionar a Thomas Schelling, ganador del Premio Nobel de Economía en 2005, por sus trabajos en investigación conductual sobre conflicto y cooperación mediante la teoría de juegos; a Peter Diamond, famoso por sus estudios sobre la política de seguridad social y el uso de planes de estímulo para reducir el desempleo; y a Morris Altman, por sus publicaciones sobre cómo y por qué las personas toman determinadas decisiones influenciadas por factores sociales y psicológicos y por estructuras mentales, presiones sociales e instintos.

Asimismo, tampoco se puede dejar de nombrar a Amos Tversky, coautor de la mayoría de los trabajos de Daniel Kahneman. Y, quizás, vale la pena destacar también a Eldar Shafir, editor de la selecta colección de artículos *The behavioral foundations of public policy* (2013), quien deja entrever cómo la relación entre psicología y economía ha permeado toda clase de políticas públicas en los más diversos sectores, con aplicaciones sencillas, ideas innovadoras y soluciones efectivas.

Como ya hemos mencionado, en 2017, el jurado del premio en Ciencias Económicas que concede el Banco de Suecia, honró con el Premio Nobel de Economía al profesor de Chicago Richard H. Thaler. Según el jurado, «la psicología puede afectar la economía del mundo y las decisiones financieras. Thaler ha contribuido a expandir y refinar el análisis económico al considerar tres rasgos que sistemáticamente influyen en las decisiones económicas: la racionalidad limitada, la percepción de justicia y la falta de autocontrol» (Jurado del Nobel de Economía, 2017).

En su libro *Todo lo que he aprendido con la psicología económica* (2016), el profesor Thaler analiza el listado de «anomalías» en el comportamiento de los individuos relacionadas con la contabilidad mental, el autocontrol y otros efectos, como el de «dotación» (las cosas valen más por el hecho de poseerlas), el de «confirmación» (se busca y se encuentra pruebas para apoyar nuestras creencias), y la toma de decisiones cotidianas en función de un punto de referencia o «anclaje». El impacto de los sesgos cognitivos en las personas se extiende a sus posturas sobre las políticas públicas.

Por último, es importante destacar que, entre las más influyentes universidades de Estados Unidos, como MIT, Stanford, Chicago, Harvard y Princeton, en los departamentos de Políticas Públicas y Asuntos Internacionales, la psicología como disciplina ha sido incluida como rama, a la par que la economía y las ciencias de la política, o como materia opcional (Kahneman, en Shafir, 2013, p. IX).

Todo el anterior breve recuento de los aspectos conductuales, tal como lo manifiestan Russ Roberts y Alessandro Roncaglia, es una extensión traducida a nuestros tiempos de la influencia creciente de Adam Smith a través de *Teoría de los sentimientos morales*, libro que paradójicamente hoy

tiene una relevancia mayor que la de sus orígenes. ¡Su propuesta de «principio moral de la simpatía» aparece reflejada, con otras interpretaciones, en los trabajos mencionados!

En consecuencia, en la visión de Smith en sus dos magnas obras, según Roncaglia, concurren diversos elementos para garantizar la supervivencia y el desarrollo de las sociedades civilizadas: el comportamiento moral basado en el sentimiento de simpatía; la fuerza motriz de un interés personal; y un conjunto de normas jurídicas, costumbres e instituciones públicas diseñadas para garantizar justicia, igualdad y orden, es decir, el Estado. Estos elementos en su conjunto son los garantes de la confianza, las relaciones interpersonales, el acceso a bienes y servicios y, en definitiva, lo que definimos como *valor social.* Este concepto es esencial para romper la «trampa» que en palabras del PNUD (2021) caracteriza la brecha entre ricos y pobres y la vulnerabilidad de América Latina: concentración de poder, violencia y desigualdad.

A partir de dichos antecedentes conceptuales, la memoria, como función primordial del cerebro donde se generan nuestras conductas, es el epicentro de las inquietudes actuales de la inteligencia artificial, que aúna los avances de la nanotecnología, la biotecnología, la informática y la ciencia cognitiva (NBIC). Estas disciplinas en conjunto buscan desarrollar una teoría sobre la memoria y nuestros comportamientos. Se trata de convergencias disruptivas que buscan desentrañar uno de los desafíos más grandes de la humanidad: cómo funciona un cerebro conformado por más de cien mil millones de neuronas y con billones de interacciones o interconexiones, es decir, sinapsis, entre ellas.

Adam Smith en 1759 explicó con argumentos diferentes el comportamiento entre los miembros de una comunidad; hoy en día, con otros argumentos, apoyados en los avances impensados de la ciencia del *big data*, buscamos explicar lo mismo.

Nuestro cerebro y nuestra memoria ya no son una «caja negra», sino un universo neuronal por esclarecer. Ellos, tal como lo demostraron los trabajos pioneros del científico español Santiago Ramón y Cajal, Premio Nobel de Medicina en 1906 junto al italiano Camillo Golgi, son la base

de la neurociencia que busca comprender cómo nos comportamos, cómo reaccionamos ante estímulos eléctricos o químicos, cómo nos adaptamos al entorno, cómo nos excitamos o desarrollamos reflejos sensoriales, cómo procesamos información de manera diferenciada durante millones de años de desarrollo evolutivo de organismos unicelulares a multicelulares, con una complejidad creciente, y cómo y dónde habitan nuestros recuerdos o memorias que constituyen la base del *aprendizaje*[89].

Lo sorprendente de todo ello es que al mismo tiempo que acumulamos y retrotraemos recuerdos, nos proyectamos con visiones o escenarios que bien podrían asociarse a un proceso de planificación estratégica.

Las nuevas tecnologías han permitido mapear milimétricamente las áreas de especialización de las regiones cerebrales, tanto del hemisferio izquierdo como del derecho, con las funciones asociativas y sistémicas de memoria, experiencia y aprendizaje. Todo esto permitió acuñar, en la comunidad científica en la última década del siglo XX, el título de Década del Cerebro y consolidar a la neurociencia como un cuerpo de doctrina interdisciplinar donde no hay barreras metodológicas y todos los esfuerzos se centran en resolver los misterios de la mente y de las múltiples redes neuronales interconectadas (Sánchez, 2017, p. 116).

La neurociencia, o estudio de las relaciones entre el cerebro y las funciones de la mente, de la mano de las tecnologías NBIC, ha profundizado los campos de la neurofisiología con electroencefalogramas que registran la actividad cerebral desde múltiples puntos del cráneo y desde las ondas cerebrales para arrojar luces sobre enfermedades como el Alzheimer, párkinson, síndrome de Tourette, cáncer, esquizofrenias, psicosis, insomnio, envejecimiento prematuro, déficit de atención con hiperactividad, depresión, odio, cambios en el metabolismo, deficiencias inmunológicas y muchas más. Cabe mencionar los progresos en esta área de la tomogra-

89 Si bien la comprensión de la sinapsis o unión entre neuronas, que explica nuestros sistemas nerviosos, reacciones y comportamientos por medio de sustancias químicas que se llaman neurotransmisores, se debe al anatomista español Santiago Ramón y Cajal, sin embargo, fue el médico fisiólogo británico Charles Sherrington, Premio Nobel de Medicina 1932, por sus estudios sobre las funciones de la corteza cerebral, quien acuñó el término «sinapsis».

fía computarizada, la resonancia magnética y la optogenética, mediante la introducción de células que se activan al recibir un estímulo luminoso (Sánchez, 2017, p. 124).

El catedrático de Neurofisiología en la Universidad de La Laguna (España) Juan V. Sánchez habla de resultados revolucionarios en su libro *La memoria* (2017). Por ejemplo, Sánchez afirma que la optogenética y las interfaces neuronales, con el apoyo de la inteligencia artificial, son instrumentos que ponen en contacto el sistema nervioso con un dispositivo externo, generalmente un ordenador, lo cual permite registrar las señales que el nervio envía, como si estuviera intacto. Se trata de implantes cerebrales o prótesis que recuperan la visión y la sordera, y que terminan con parálisis, como la del lenguaje, y con lesiones de todo tipo. Nada de esto es ciencia ficción, sino opciones que ya están en ejercicio, aunque aún debamos esperar algunos años para que formen parte de nuestra vida diaria (Sánchez, 2017, pp. 135-137).

5.5.1¿Por qué presentar el tema de la memoria, la imaginación y el cerebro?

Los renombrados argentinos Facundo Manes y Mateo Niro, neurocientífico y lingüista, respectivamente, nos dan la respuesta a esta pregunta en su libro *El cerebro del futuro*:

> Una de las capacidades más fascinantes que tenemos los seres humanos es la de imaginar lo que puede llegar a suceder, planificar nuestras acciones, prever distintos escenarios. Es decir, *pensar el futuro* [...]. Nuestro cerebro no está aislado del mundo exterior; por el contrario, forma parte de un cuerpo que se desarrolla y madura en un contexto específico, interactuando con seres sociales y objetos inanimados (Manes, & Niro, 2018, p. 61).

Es decir, el contexto en que crece una persona, las condiciones socioeconómicas que la rodean, la cultura social que la envuelve y el ambiente que la circunda influyen drásticamente en el funcionamiento y conectividad de su cerebro, afectando su comportamiento y, en consecuencia, sus conductas y actuaciones. Nada está aislado. El cerebro responde a los ambientes en que se desarrolla, ya sean estos genéticos, alimentarios, climáti-

cos o sociales; y, sorprendentemente, responde también a las experiencias o aprendizajes en el uso de herramientas tecnológicas.

En paralelo, la conciencia, tal como se citó anteriormente, es el resultado emergente del trabajo coordinado de múltiples áreas cerebrales interconectadas, con lo cual contundentemente se demuestra que «el todo es mayor que la suma de las partes». Cada neurona dentro de los cien mil millones de ellas que posee el cerebro es necesaria, pero no suficiente, para generar conciencia. ¡Se requiere interconexión e interacción entre ellas! Algo parecido, aunque a una escala muchísimo menor, es lo que sucede con la «conciencia» de la colonia de hormigas o abejas para desarrollar su trabajo.

La memoria codifica, almacena y evoca. Esta última cualidad se refiere al maravilloso poder de recuperar la información que fue registrada y llevar de nuevo el recuerdo a la conciencia para ampliar nuestro conocimiento y los aprendizajes. Por algo la memoria es considerada como el Santo Grial de la neurociencia.

El cerebro, como veremos más adelante, es el órgano más complejo del ser humano, el que gestiona la actividad del sistema nervioso. No es un músculo, como se suele decir coloquialmente, sino un conjunto extraordinario de millones de neuronas interconectadas mediante axones y dendritas, que regulan todas sus funciones, lo mismo que las del cuerpo y la mente, desde respirar, hasta comer, pasando por la capacidad para razonar, proyectar ideas, enamorarnos o argumentar frente al otro.

5.5.2 El prodigioso sistema del cerebro: ¡mucho más que un sistema computacional!

Tanto avance tecnológico en tan corto tiempo con la inteligencia artificial, nos inclina a pensar que las capacidades de nuestro cerebro están próximas a ser sustituidas por nanorobots que estimulan las neuronas que procesan la información de los sentidos. Y pareciera ser que La Singularidad de Ray Kurzweil se fuera a cumplir en 2029, cuando el avance de la inteligencia artificial se supone que alcanzará el del cerebro humano; y luego en 2045, cuando

la singularidad tecnológica alcance su cúspide al interactuar los nanorobots con nuestras neuronas biológicas mediante lo que se conoce como *ingeniería inversa o retroingeniería* (Manes & Niro, 2018, pp. 67-68).

En los procedimientos convencionales de ingeniería, y también en otras ciencias, se parte de un problema, se analizan sus causas y sus efectos, se definen alternativas, se hace un diseño, se toma una decisión y se implementa para obtener un producto. Pero con el proceso de ingeniería inversa ocurre todo lo contrario: se obtiene información o el diseño a partir de un producto final. Es decir, conocido el producto, este se desmonta, se descompone, se conocen sus partes, interrelaciones y funcionamientos. Esto se aplica tanto para el *hardware* como para el *software*, a fin de analizar la tecnología de la competencia, desarrollar programas compatibles y analizar sus debilidades y fortalezas.

En el caso del cerebro, la *ingeniería inversa* se aplica para conocer sus componentes y cómo interactúan para modificarlos y mejorar su funcionamiento. Es como si en la guerra el enemigo se robara un avión, lo desarmara por completo para conocer su funcionamiento y produjera una copia mejorada obteniendo así una ventaja competitiva. Cuando se logre crear el programa que cumpla las funciones del cerebro, las máquinas podrán ser consideradas *humanas* y estaremos cerca de la profecía sobre La Singularidad de Ray Kurzweil (Manes & Niro, 2018, p. 68).

Sin embargo, el asunto no es tan simple. Retomando los argumentos de los autores arriba mencionados, y de otros como Juan V. Sánchez y Antonio Damasio, hay muchos interrogantes que cuestionan o ponen en duda la supremacía de la inteligencia artificial sobre la humana. Veamos algunos: la complejidad de la inteligencia humana posee habilidades motoras, emocionales, sociales y cognitivas que todo lo integran y asocian en el momento de tomar decisiones. La computadora más poderosa no es ni remotamente comparable a un ser humano en cualidades como la intuición, la perspicacia y el ingenio, mucho menos en su empatía, creatividad, capacidad de sentir, conciencia, autodeterminación, flexibilidad ante situaciones cambiantes, pensamiento propio y percepción temprana. Tampoco en las cualidades más complejas, como la toma de

decisiones, el razonamiento y la conducta moral y social (Manes & Niro, 2018, pp. 69-70).

> La inteligencia humana es mucho más que velocidad de procesamiento y análisis de datos. En principio, los cerebros son analógicos (procesan señales continuas), mientras que las computadoras son digitales (procesan información en unidades discretas que van entre 0 y 1). Y, junto al pensamiento abstracto, el cerebro humano posee metacognición, es decir, la habilidad para monitorear y controlar nuestra mente y nuestra conducta y es la única especie que se estudia a sí misma. Por lo tanto, las computadoras tienen que ser vistas como formidables instrumentos que ayudan y potencian a quienes las crearon: los seres humanos (Manes, & Niro, 2018, pp. 72-76).

El hecho de que tengamos órganos sensoriales o receptores sensoriales y receptores viscerales con capacidad para percibir, interpretar, traducir y codificar información generada por los estímulos que se originan en el medio externo e interno es una cualidad única de los seres humanos. Estos receptores o células altamente sofisticados convierten la luz, el sonido, las sustancias químicas, el calor y las sensaciones en señales nerviosas que se transmiten de manera prodigiosa al cerebro, el cual las interpreta como imágenes (visión), sonidos (audición), olores (olfato), gustos (gusto) y percepciones táctiles (tacto). Con ello, nos informan, nos dan respuesta y nos alertan sobre posibles daños.

En consecuencia, podemos afirmar que el mapeo de todas las conexiones del cerebro humano y sus miles de millones de interconexiones neuronales es un campo exploratorio de infinita riqueza. El cerebro es un órgano extremadamente *complejo* y enormemente superior a un supercomputador. Contiene en supremacía las cualidades de la teoría de la complejidad, con las cuales comenzamos este trabajo: interacción, interconectividad, interdependencia, sincronización, adaptación, coevolución, conducta emergente y muchas otras más que los neurocientíficos y filósofos de la mente tratan de dilucidar. Sobre lo que sí hay certeza es que tanto el cerebro como la memoria están lejos de ser órganos digitales.

Oliver Sacks (2019) analiza y comenta de manera espléndida la confirmación de Gerald M. Edelman en sus investigaciones: que a lo largo de millones de años se ha producido una selección de grupos neuronales para

conformar el cerebro de un individuo. Ha sido un proceso análogo al de la selección natural en la evolución de las especies, es decir, un «darwinismo neuronal o darwinismo de las sinapsis».

Se trató, de acuerdo a los resultados de Edelman, de la *interacción* dinámica de grupos neuronales en diferentes zonas del cerebro. Del millón de interacciones recíprocas entre los sistemas de memoria de las partes anteriores del cerebro y de la interacción de los sistemas de categorización perceptiva de las partes posteriores del cerebro es de donde surge la *conciencia*. Recordemos que una sola neurona cerebral puede tener hasta diez mil sinapsis (conexiones) y que el cerebro en su totalidad puede llegar hasta cien billones de ellas, de manera que la capacidad de modificación es prácticamente infinita. ¡Y, gracias a la conciencia, tenemos la sensación explícita del pasado y del futuro!

Todos esos avances fueron posibles gracias al esfuerzo interdisciplinario, durante muchas décadas, para eliminar abismos entre la psicología, la psicobiología, la neurofisiología, la biología y la medicina (Sacks, 2019, p. 167).

En cuanto a interdisciplinariedad, es importante agregar que en el estudio de la toma de decisiones, tanto individuales como colectivas, se habla hoy en día de «neuroeconomía», porque intervienen en ella activamente la economía pura, la economía conductual, la psicología experimental, las habilidades adquiridas y la neurociencia.

En 2014, el Premio Nobel de Fisiología y Medicina fue otorgado al científico norteamericano John O'Keefe y a los doctores y esposos May-Britt y Edward Moser, de Noruega, por dos descubrimientos revolucionarios respecto al cerebro. En 1971, O'Keefe encontró un tipo de neurona en un área del cerebro de las ratas denominada hipocampo que se activaba cuando una rata estaba en algún lugar de una habitación y otras neuronas que se activaban cuando ella se encontraba en otro lugar de la misma habitación. Esto le permitió concluir que estas «neuronas de lugar» forman un mapa de la habitación.

Por su parte, en 2005, May-Britt y Edward Moser descubrieron otro componente clave del sistema de posicionamiento del cerebro: identificaron otro tipo de neuronas, al cual denominaron «células de cuadrícula» o

«células grilla o red» (*grid cells*), las cuales generaban un sistema de coordenadas que dividían el espacio en longitudes y latitudes y permitían el posicionamiento preciso y la navegación para encontrar el rumbo en el mundo exterior y establecer estrategias de desplazamiento.

Estos ganadores del Premio Nobel afirman que la organización de dicho tipo especial de células del cerebro no está vinculada con los estímulos provenientes del exterior, sino con complejas tareas de asociación guiadas por principios de autoorganización intrínsecos del cerebro. «Las investigaciones subsiguientes mostraron cómo las neuronas de posición y de cuadrícula hacían posible determinar la posición y navegar», es decir, generar un «mapa cognitivo» (Aguilar Roblero, 2015).

El científico Raúl Aguilar Roblero, de la División Neurociencias del Instituto Fisiología Celular de la UNAM (México), se hace al respecto una pregunta crucial: ¿Por qué se dio el Premio Nobel a estos científicos? Con gran lucidez, la responde de la siguiente manera: «En el siglo pasado, los modelos empleados en experimentos con animales tenían un enfoque conductista, en el que la interpretación de los resultados se hacía con base en la relación estímulo-respuesta, donde no se aceptan elementos cognitivos o de 'caja negra'» (Aguilar Roblero, 2015, p. 53).

Para subrayar la importancia de dichos descubrimientos, en uno de los párrafos del comunicado de prensa del Comité Nobel del Instituto Carolino de Suecia que anunciaba a los galardonados, se decía:

> ¿Cómo sabemos dónde estamos? ¿Cómo podemos encontrar el camino de un lugar a otro? y ¿Cómo podemos almacenar esta información de tal forma que podamos encontrar inmediatamente el camino la siguiente vez que tracemos la misma ruta? Los laureados con el Nobel han descubierto un sistema de posicionamiento, un «GPS interno» en el cerebro que hace posible orientarnos en el espacio, demostrando las bases celulares de una función cognitiva superior (Aguilar Roblero, 2015, p. 53).

Para terminar de remarcar estos descubrimientos, el mismo Aguilar Roblero comenta que en la actividad neuronal de regiones específicas del cerebro se establece la existencia de redes neuronales en el hipocampo que indican el lugar que ocupa el individuo en el espacio (mapa egocéntrico),

así como la representación del espacio que rodea al sujeto en las redes neuronales de la corteza cerebral (mapa alocéntrico). Ambos mapas conforman lo que los científicos denominan «mapa cognitivo».

Gracias a estos maravillosos mapas, tenemos noción de distancia, dirección y ubicaciones previas, y reconocemos lo que nos rodea, recordamos los retornos y encontramos nuestro camino. Para alcanzar esta sorprendente cualidad, intervienen millones de células que establecen millones de interconexiones con otras células, conformando un prodigioso tablero de circuitos que envían información a otras partes del cerebro.

Esos mapas que genera el hipocampo, según O'Keefe, dan lugar a la memoria episódica, que involucra la capacidad de aprender, almacenar y recuperar la información sobre nuestras experiencias o recuerdos pasados que ocurrieron en espacios diferentes. La mente es un archivo prodigioso e incomparable de recuerdos, emociones e ideas. Por otro lado, la memoria espacial se encarga de codificar los espacios, los mapas y la orientación. ¡Son actividades mentales fascinantes que ninguna máquina puede reemplazar!

Así, también, el psiquiatra Eric Kandel recibió el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en el año 2000 por sus trabajos sobre los mecanismos neurofisiológicos de la memoria. Con sus investigaciones, Kandel ha conseguido demostrar que la pérdida de memoria relacionada con la edad difiere de forma significativa de la que aparece en la enfermedad de Alzheimer. En términos simples, el efecto de una hormona llamada osteocalcina en el hipocampo permite recuperar la pérdida de la memoria relacionada con la edad mediante estímulos como escuchar música y caminar diariamente.

Los estudios recientes mediante la técnica mencionada de la optogenética, un método que permite activar neuronas modificadas genéticamente en forma selectiva mediante destellos dirigidos de luz, han permito describir cómo el centro emocional del cerebro juega un rol clave en la alimentación y control de los estados de obesidad; cómo los algoritmos pueden ayudar en los diagnósticos médicos para tratar la esquizofrenia mediante la resonancia magnética funcional, que registra la actividad cerebral a través de los niveles de oxígeno en la sangre; cómo el tipo de música

triste, melancólica o alegre afecta nuestros comportamientos y ambientes cognitivos; cómo el internet cambia la forma en que pensamos; y cómo se genera la cognición social o rama de la psicología social que se centra en la forma en que las personas procesan, almacenan y aplican información sobre otras personas y sobre situaciones sociales.

Walter Isaacson, autor de las famosas biografías de Steve Jobs, Leonardo da Vinci y Albert Einstein y del prólogo sobre la vida y reflexiones de Jeff Bezos, titulada *Crea & Divaga* (2020), a comienzos de 2021 publicó el *Código de la vida*. Se trata de la historia de Jennifer A. Doudna, la bioquímica estadounidense que en 2020 ganó el Premio Nobel de Química junto a Emmanuelle Charpentier[90] por el nuevo impulso que dieron a las *clustered regularly interspaced short palindromic repeats* (CRISPR; «repeticiones palindrómicas cortas, agrupadas y regularmente interespaciadas»). Se trata de una técnica de edición genética que revolucionó la biología y permitió elaborar la primera vacuna de ARN contra el SARS-CoV-2. Las CRISPR son fragmentos de ADN repetitivos que las bacterias usan para defenderse de los virus invasores y funcionan como autovacunas.

Las científicas Doudna y Charpentier, junto al equipo de Feng Zhang —especializado en optogenética en el MIT y profesor de Cerebro y Ciencias Cognitivas del mismo instituto—, descubrieron la herramienta para modificar el genoma o código genético. Mediante esta técnica, explica Isaacson, se podrá decidir cómo serán los niños del futuro. Es decir, diseñar el mapa genético de nuestros hijos y contribuir a eliminar graves enfermedades hereditarias, pero también determinar la altura, el color de los ojos y la piel, la estructura muscular y la capacidad de llevar oxígeno a la sangre; además de realizar terapias genéticas, producir plantas transgénicas, desarrollar cultivos que resisten el moho, las plagas y la sequía, y alterar a los mosquitos transmisores de la malaria. A través de esto, se estaría rompiendo o traspasando la frontera de la selección natural, con grandes riesgos e incertidumbres de carácter ético.

90 Jennifer Doudna es la principal investigadora en los Institutos Gladstone y profesora en la Universidad de California en San Francisco; Emmanuelle Charpentier es directora del Instituto Max Plank de Biología de la Infección en Berlín.

El Premio Nobel de Medicina 2021 fue otorgado a David Julius, fisiólogo de la Universidad de California, San Francisco, y a Ardem Patapoutian, biólogo de origen armenio del Instituto de Investigación Scripps, quienes fueron reconocidos por su descubrimiento de los receptores de la temperatura y el tacto. Según destacó el Comité del Premio Nobel en un comunicado, las investigaciones de ambos científicos permitieron responder a la gran pregunta de cómo la temperatura, la fuerza mecánica o el sentir presión en la piel pueden iniciar los impulsos nerviosos que permiten percibir el mundo. Estos hallazgos tienen implicaciones médicas enormes, comentó el Comité desde el Instituto Karolinska de Estocolmo, que entrega el galardón. «El conocimiento de estos descubrimientos se está utilizando para desarrollar tratamientos para una amplia gama de enfermedades, incluido el dolor crónico».

Karen Castillo, investigadora del Centro Interdisciplinario de Neurociencia de la Universidad de Valparaíso y del Centro de Investigaciones de Estudios Avanzados de la Universidad Católica del Maule (Chile), quien ha colaborado con Patapoutian en investigaciones sobre el tema, comentó así la noticia: «Básicamente, las proteínas que Julius y Patapoutian descubrieron son los sensores de la vida, de cómo percibimos el mundo, y entre eso está el dolor, y lo clave es que, tras descubrirlos, ahora la ciencia puede buscar entender cómo funcionan y modularlos para producir alivio» (*El Mercurio*, 2021d).

Julius y Patapoutian centraron su trabajo en el campo de la somatosensación, la capacidad de los órganos —como ojos, orejas y piel— para ver, oír y sentir. «Esto resuelve de verdad, uno de los secretos de la naturaleza», dijo Thomas Perlman, secretario general del Comité del Premio Nobel (en *El Mercurio*, 2021c).

Otra grata sorpresa, de respaldo a nuestra discusión en curso, fue el otorgamiento del Premio Nobel de Física 2021, concedido tanto a dos expertos en la modelización física del cambio climático, el nipoestadounidense Syukuro Manabe y el alemán Klaus Hasselmann, como al teórico italiano Giorgio Parisi. Este Premio Nobel reconoce los nuevos métodos para describir sistemas complejos y predecir a largo plazo su comportamiento. Uno de ellos, de vital importancia para la humanidad, es el comportamiento del clima de la Tierra.

En su argumento para entregar este premio, la Academia Sueca de Ciencias señala que los sistemas complejos se caracterizan por la aleatoriedad y el desorden y son difíciles de entender, por lo que dicho premio reconoce nuevos métodos para describirlos y predecir su comportamiento a largo plazo.

Hace casi cuatro décadas, alrededor de 1980, Giorgio Parisi, ahora de 73 años, descubrió patrones ocultos en materiales complejos desordenados. Sus descubrimientos se encuentran entre las contribuciones más importantes a la teoría de sistemas complejos porque permiten comprender y describir muchos materiales y fenómenos que parecen ser totalmente aleatorios, no solo en la física sino también en otras áreas muy diferentes, como las matemáticas, la biología, la neurociencia y el aprendizaje automático. Por su parte, Klaus Hasselmann, de 89 años, creó un modelo que vincula el tiempo y el clima, respondiendo así a la pregunta de por qué los modelos climáticos pueden ser fiables a pesar de que el tiempo es cambiante y caótico. El tercer ganador del Premio Nobel que acabamos de mencionar, Syukuro Manabe, demostró cómo el aumento de los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera conduce a un incremento de las temperaturas en la superficie de la Tierra.

Todo lo anterior fue expuesto por Thors Hans Hansson, presidente del Comité Nobel de Física, en la rueda de prensa de presentación del galardón: «Los descubrimientos reconocidos este año demuestran que nuestros conocimientos sobre el clima se apoyan en una sólida base científica, basada en un riguroso análisis de las observaciones» (*El Tiempo*, 2021b).

Con hallazgos científicos de dicha naturaleza y con investigaciones tecnológicas tan vertiginosas, no cabe duda de que el futuro será completamente diferente al presente. Lo más preocupante de esto es su velocidad y capacidad de irrupción. Todo ello se avizora en sociedades donde la educación y la ciencia son pilares fundamentales, sin embargo, en América Latina son temas que aún constituyen discusiones precarias sin visión y sin compromiso. El lastre del bajo crecimiento y la desigualdad no son excusa para no cambiar de perspectiva, tampoco la falta de interdisciplinariedad, que agrava lo anterior.

La neurociencia es una disciplina relativamente nueva y son más las sorpresas que da cuando se trata de leer la mente o el cerebro que las respuestas que brinda. A través de esta disciplina científica entendemos mejor nuestras conductas individuales, nuestros comportamientos sociales, nuestras formas de relacionarnos y de actuar de acuerdo a nuestra genética, al ecosistema y la experiencia.

Nadie mejor para emitir un juicio sobre la mente y el funcionamiento del cerebro y su lenguaje para pensar y hablar que Daniel Kahneman, ganador del Premio Nobel de Economía en 2002 junto a Vernon Smith. Para Kahneman, en el cerebro existen el sistema 1 y el sistema 2. El primero produce pensamiento rápido y automático, representado por nuestras emociones e intuiciones; el segundo es un sistema lento, racional y deliberado. En uno hay operaciones automáticas; en el otro, operaciones controladas.

En el sistema 1 hay memoria asociativa con reacciones intuitivas y emotivas de infinita riqueza que explican gran parte de las decisiones que a diario tomamos. Es una *heurística* con sesgos que asigna probabilidades a eventos, pronostica eventos futuros, establece hipótesis, estima frecuencias y nos mueve a actuar y reaccionar ante cualquier tipo de imágenes o situaciones que recordemos o perciban nuestros sentidos. Es un sistema con una inteligencia flexible, individual, con características propias de cada ser humano, que toma *atajos*, y de la cual depende gran parte de nuestras decisiones diarias. Es algo muy diferente a las operaciones que ejecutan las máquinas (Kahneman, 2012). El sistema 1 de Kahneman, tiene que ver con la inteligencia emocional, el sistema antifragilidad y el pensamiento intuitivo, que desarrollan otros autores y describimos brevemente a continuación.

Por lo tanto, en el mundo cultural y tecnológico en que nos desenvolvemos, las habilidades de la inteligencia emocional, popularmente llamadas «blandas», son trascendentales para la adaptación cultural y tecnológica en la que nos desarrollamos. Estas habilidades son cruciales frente a situaciones complejas, adversas y desafiantes y no son sustituidas por la inteligencia artificial. El automanejo emocional y la resiliencia se desarrollan

y se fortalecen mediante el entrenamiento y el aprendizaje, especialmente durante la interacción social.

El concepto de sistema antifragilidad, acuñado por el profesor libanés Nassim Taleb, de la New York University, es aquel que, si es presionado, no solo recobra su forma al volver, sino que vuelve más fuerte, grande y mejor. Nuestro sistema es antifrágil y podemos fortalecernos frente a desafíos, dificultades y penas, pero el detonante mayor para la antifragilidad o resiliencia son las relaciones de apoyo y las redes de amistades.

Un importantísimo argumento a favor del pensamiento intuitivo, frente al lógico, en el cual se sustenta la inteligencia artificial, proviene del profesor italiano Giandomenico Majone, cuya obra *Evidencia, argumentación y persuasión en la formulación de las políticas públicas* (1997) constituye una contundente defensa del enfoque discursivo al privilegiar la racionalidad argumentativa o discursiva sobre la instrumental, por cuanto tiene que ver más con la probabilidad subjetiva que con la objetividad.

Para Majone, lo esencial no consiste en medir de manera objetiva los resultados de una política, sino en mejorar los métodos y condiciones del discurso político. El analista político no solo debe elaborar una política adecuada, sino también procurar que sea elegida e implantada, se vale entonces de la retórica y la dialéctica para formular un argumento convincente.

Majone explicita la habilidad superior de nuestro cerebro sobre los algoritmos de la inteligencia artificial de la siguiente manera:

> El analista deberá tener también —además de las habilidades analíticas de la modelación, la estadística bayesiana, la programación matemática, la simulación, el análisis de costo-beneficio y el análisis de decisiones— ciertas habilidades retóricas y dialécticas: las de definir un problema desde diversos puntos de vista, elaborar un argumento a partir de muchas fuentes diferentes, adaptar el argumento al auditorio y educar a la opinión pública (Majone, 1997, p. 10).

Tal como lo sintetiza Luis F. Aguilar, profesor de la Universidad de Guadalajara, en su estudio introductorio al libro de Majone:

> Entonces, para ser eficaz, la política incluye una doble dimensión y tarea: ser capaz de resolver los problemas tecnoeconómicos que le plantea la realización de sus objetivos y tener la capacidad de solucionar los problemas de comu-

> nicación que le plantea el público ciudadano; sigue así una doble lógica: la de racionalidad instrumental y la de la racionalidad comunicativa. (Aguilar, 1997, p. 25).

En consecuencia, casi con los mismos argumentos con los que comenzamos este capítulo, podemos concluir que en la era de la inteligencia artificial la racionalización, la intuición, la interacción entre las personas, la confianza, la cooperación y la flexibilidad cognitiva, como capacidades de adaptación de nuestra conducta a escenarios desafiantes, seguirán siendo esenciales para convivir con el *big data* y los algoritmos que desarrollen las máquinas.

Al respecto, Siri Hustvedt (2021) se cuestiona lo que creemos saber sobre nosotros mismos y lo que nos hace humanos con base en los asombrosos descubrimientos recientes sobre la relación entre cuerpo y mente, una relación insondable que interpela la certeza y pregona la duda. A partir de los avances de la ciencia, esto nos obliga a revisar nuestras creencias y preguntarnos de dónde vienen. Hustvedt, al igual que René Descartes, actualiza la duda como razón principal de todo conocimiento.

Se hablará y legislará sobre neuroderechos y sobre la integridad física y psíquica como adaptación a la nueva aventura tecnológica que enfrenta la humanidad. Pero continuará la incansable adaptación a una nueva era como evolución, después de todo, en los términos adaptativos que planteó Charles Darwin hace 212 años.

Con estas reflexiones, se ha intentado desenfundar prejuicios y temores y, contrariamente a estos, mirar con optimismo el ineludible futuro cargado de apasionantes sorpresas. Tal como dijo Pierre-Simon de Laplace, padre de la teoría moderna de probabilidades, antes de expirar en 1827: «¡Lo que conocemos es muy poco; lo que ignoramos es inmenso... El hombre solo persigue fantasmas!» (Madrid Casado, 2012, p. 7).

Curiosamente, un siglo antes y en el mismo mes en 1727, Isaac Newton antes de fallecer pronunció palabras similares: “Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano” (Madrid Casado, 2012, p.7).

Capítulo 6

Reflexiones y aprendizajes para la planificación y la prospectiva. ¿Cómo enfrentar la integralidad para salir del entrampamiento?

6.1. Breve recapitulación

En los capítulos anteriores hemos intentado seguir una ruta muy didáctica, bajo el convencimiento, por un lado, de que nos encontramos ante una revolución tecnológica de tal magnitud que pone en entredicho la manera cómo entendemos la realidad; pero también, por otro lado, de que el entrampamiento de nuestra estrategia de desarrollo tiene dos componentes históricos fundamentales: la elevada desigualdad y el bajo crecimiento.

Frente a esta doble evidencia, el primer capítulo parte con el análisis de los conceptos de desarrollo disyunto, lineal o fragmentado, que concibe a los ejercicios de planificación y política pública como relaciones mecánicas de medio-fin y de ejecución automática, con el agravante de que separa los saberes del mundo económico, social y ambiental. Esta fragmentación o visión parcializada de los problemas ha tenido un alto costo en términos de atraso y cohesión en nuestro patrón de desarrollo.

Expuesto el primer paso de la ruta, se plantearon a continuación los principales atributos de la teoría de la complejidad, entendida como articulación activa de procesos, en la que las interrelaciones entre los actores generan una dinámica intrínsecamente sistémica de la realidad social, económica y ambiental, que abandona la disyunción de sus elementos y enfatiza, por el contrario, sus vínculos, puentes, interconexiones y enlaces. De esta manera, de tal asociación surgen sinergias, conocimientos tácitos, rendimientos crecientes de los aprendizajes y evoluciones creativas de la novedad basadas en la cooperación. Los postulados de los sistemas complejos retan el enfoque de la planificación voluntarista de arriba hacia abajo y de los sistemas deterministas.

Las interrelaciones entre los elementos del sistema —llámese social, económico o ambiental— son de tal naturaleza que dicho sistema, como un todo, no puede ser comprendido en su totalidad simplemente analizando sus componentes. Los actores son interdependientes y de sus interrelaciones emergen los sistemas, los cuales son mucho más que la suma de sus partes.

Las ciencias de sistemas complejos estudian la forma en que grandes conjuntos de componentes, que interactúan localmente entre sí a pequeña escala, pueden espontáneamente autoorganizarse y presentar patrones y comportamientos no triviales a mayores escalas sin control central o determinación autoritaria. Todo esto requiere un cambio de cultura y nuevos métodos de intervención. Por extraño que parezca, las propiedades de los sistemas complejos en su conjunto son muy diferentes e inciertas, y a menudo más inesperadas que las propiedades de sus componentes individuales. ¡A diario nos encontramos con estas sorpresas!

En concordancia con la reflexión sobre las experiencias de la prospectiva y la planificación en América Latina y el Caribe, con todos sus problemas, luces y sombras, se ha revalorizado las ideas y los profundos mensajes de Fernando Fajnzylber y Albert O. Hirschman, dos gigantes intelectuales que adquieren una enorme vigencia en la actual coyuntura de la región.

Planteado lo anterior, el tercer paso consistió en resumir las características y categorías de la inteligencia artificial como el mayor punto de inflexión en la historia de la humanidad por su profundidad, escala, rapidez e impacto en todo orden de cosas. Además, frente a las otras tecnologías que transformaron el mundo, como la máquina de vapor, la electricidad, las computadoras y el internet, la inteligencia artificial es diferente porque una de sus características propias es que su infraestructura está casi completamente a nuestro alcance —en nuestros bolsillos— con los celulares inteligentes.

Junto al recuento de las diversas categorías de inteligencia artificial, como el aprendizaje de máquinas, el aprendizaje profundo y la automatización de procesos robóticos, se examinaron los impactos futuros de las llamadas tecnologías disruptivas convergentes como megatendencias. Sobre ellas, no podemos estar ajenos para evitar una mayor profundización del entrampamiento.

En paralelo y a la luz de experiencias concretas, se analizó desde una perspectiva crítica el desempeño de nuestros ejercicios de planificación y prospectiva, los cuales han dejado más frustración que metas cumplidas para generar desarrollo inclusivo y sustentable. Se considera que el atraso de nuestros sistemas educativos, el fracaso del llamado paradigma de Gobierno Abierto y la falta de visión para definir una estrategia consensuada de transformación por parte del sistema político han permitido que el entrampamiento sea más profundo.

Se remarcó que si el pasado es memoria, el presente es acción y el futuro es imaginación, voluntad y creatividad, el gran reto para la planificación prospectiva (largo plazo) y la planificación estratégica (corto y mediano plazo) consiste en superar obstáculos de índole fundamentalmente política para conciliar una «visión de país» con una respuesta en el presente, a fin de reducir desigualdades y consolidar el crecimiento, sin que el ciclo electoral constituya una fuente adicional de incertidumbre.

También, como complemento a lo expuesto sobre las categorías de la inteligencia artificial y sus rápidos avances, se nombraron los riesgos y desafíos de la Revolución 4.0, en particular para el mercado laboral en términos de habilidades y nuevos conocimientos.

Como cierre de los anteriores capítulos, se recogió la opinión de connotados autores sobre el cerebro y la mente para comprender la interfaz cerebro-máquina y el comportamiento social a partir de los grandes avances de la neurociencia en los últimos años.

Al llevar a cabo funciones de alta complejidad, el cerebro nos permite comprender aspectos cognitivos: procesar, retener y representar información; regular funciones vitales, como temperatura, presión, dormir o comer; elaborar juicios a través de la información que perciben nuestros sentidos; y desarrollar nuestras percepciones, emociones y conductas y construir escenarios.

Al ser el cerebro tangible y la mente intangible, la complejidad de esta, con sus millones de interconexiones, no deja de sorprender cada día a los científicos con descubrimientos y hallazgos asombrosos. Por extraño que parezca, todo esto subyace de manera consciente o inconsciente —tanto

desde el punto de vista intelectual, como desde el psicológico o emocional— en la concepción de nuestros ejercicios de planificación y prospectiva.

Con base en todo ello, nuestra tarea ahora es intentar extraer algunos mensajes que nos sirvan de puntos de reflexión para reorientar la forma de hacer política pública, planificación y prospectiva, es decir, que contribuyan a buscar un «norte». Este el propósito atrevido de las siguientes páginas.

6.2 Educación y transformación organizacional: habilidades y liderazgos de un nuevo gestor público de acuerdo con los desafíos de la era digital

La estrategia de habilidades o *skills strategy* de la OCDE define las competencias como el conjunto de conocimientos, habilidades y destrezas que pueden aprenderse, permiten a los individuos realizar una tarea de manera adecuada y sistemática y pueden adquirirse y ampliarse a través del aprendizaje. Esta definición incluye toda la gama de competencias cognitivas (por ejemplo, trabajo en equipo y comunicación). El conjunto de todas las competencias disponibles para la economía en un momento dado conforma el capital humano de un país (OCDE, 2017).

Dicha estrategia ha pasado de centrarse en el enfoque tradicional de las competencias —es decir, años de educación formal y capacitación, o certificaciones y diplomas conseguidos— a una perspectiva mucho más amplia, que incluye las competencias que las personas adquieren, utilizan, conservan e incluso pierden a lo largo de la vida. Las personas, dice la OCDE, necesitan competencias para tener éxito en el mercado laboral, así como para construir sociedades más igualitarias y tolerantes.

El desarrollo de las habilidades adecuadas puede ayudar a los países a mejorar la prosperidad económica y la cohesión social. Pero, ¿de qué manera? Contribuyendo a resultados sociales, como la salud y el compromiso social civil; apoyando la mejora de la productividad y el crecimiento y altos niveles de empleo en trabajos de buena calidad. ¿Cómo se logra esto? Diseñando e implementando una estrategia nacional de habilidades basada en evidencia; financiando habilidades a través de fuentes públicas y privadas; y diseñando incentivos efectivos para empleadores e individuos.

Así, al fortalecer un sistema de habilidades, estaremos contribuyendo a la prosperidad económica y a la cohesión social (OCDE, 2017).

Un punto esencial que se enfatiza en el documento *Skills strategy* es que todos los desafíos identificados están estrechamente interrelacionados. Y, si los esfuerzos se reducen a políticas sectorizadas, parcializadas o aisladas, se corre el riesgo de no tener impacto. Por el contrario, una acción coordinada dentro del gobierno, en comunicación y cooperación con los actores sociales relevantes, es necesaria para fortalecer la capacidad de la economía y de la sociedad y, por ende, sentar bases sólidas para un futuro próspero (OCDE, 2017).

Dada la trascendencia del tema de las habilidades, el WEF —conocido como Foro de Davos— publica anualmente su informe sobre el capital humano mundial, *The global human capital report*, donde se valora con puntajes de 0 a 100 a más de un centenar de países según sus inversiones pasadas y presentes en capital humano. Por su parte, el Banco Mundial publica el *Human capital index*, que ordena a los países de mayor a menor según la inversión en educación y salud para la infancia y los jóvenes. En el índice de 2020, entre 173 países, la gran mayoría de los de la región se ubicaron desde la parte media hacia abajo. Singapur fue el primero, con un puntaje de 0,88; Costa Rica estuvo en la posición 54, con 0,63; y México en la 61 con 0,61 (Banco Mundial, 2020).

De igual manera, la famosa revista médica *The Lancet* publicó en 2018 una nueva medida sobre capital humano esperado (*expected human capital*), definido como los años de esperanza de vida entre los 20 y los 64 años, ajustados por nivel de vida alcanzado, calidad del aprendizaje y estado de salud.

Otro documento sobre el tema es el famoso informe de Jacques Delors, creado por la Comisión Internacional para la Educación del Siglo XXI, a petición de la Unesco, y publicado en 1996 con tres partes: horizontes, principios y orientaciones. En su parte medular, establece que la educación a lo largo de la vida se basa en cuatro pilares:

- Uno, aprender a conocer, esto es, adquirir los instrumentos de la comprensión. Entender cómo entendemos —metacognición— es una destreza básica.

- Dos, aprender a hacer, para poder influir sobre el propio entorno.
- Tres, aprender a vivir juntos, para participar y cooperar con los demás en todas las actividades humanas.
- Cuatro, aprender a ser, proceso fundamental o progresión esencial que recoge elementos de los tres aprendizajes anteriores.

El informe Delors concluye diciendo:

> Mientras los sistemas educativos formales propenden a dar prioridad a la adquisición de conocimientos, en detrimento de otras formas de aprendizaje, importa concebir a la educación como un todo. En esa concepción deben buscar inspiración y orientación las reformas educativas en la elaboración de los programas y en la definición de nuevas políticas pedagógicas (Delors, 1996, p. 9).

Más recientemente, Michael Fullan, nos recuerda que, además de asimilar el contexto de condiciones y prioridades, el «marco general» y el contexto social en los que se sitúa la educación ante los desafíos del futuro inmediato demandan un «pacto por la educación». Este pacto debe incluir relaciones de poder o redistribuciones significativas dentro de la escuela entre: directores, administradores, profesores, alumnos, padres y financiadores. La innovación en estos asuntos tiene un gran rol que cumplir, dado que se trata de un problema complejo, específico, progresivo, reconstructivo y situacional. Todo esto debe hacerse en razón de que no se trata de una cuestión simplemente técnica o burocrática, y tampoco se alcanza de manera automática o a golpe de decretos, mucho menos sin incorporar a los agentes portadores del cambio desde la base, donde la innovación define el cambio como un proceso de aprendizaje personal y organizativo. «Si ha existido alguna vez una función social que tenga consecuencias globales para todo el género humano, esa es la educación» (Fullan, 2002, p. 286).

De la misma forma, la Cepal con base en los trabajos de Crosby y Bryson (2005), ha retomado y enfatizado la urgencia de nuevos liderazgos íntegros a partir de ocho habilidades o competencias complementarias: un liderazgo en *contexto* económico, social y político para comprender los problemas de la población en su conjunto; un liderazgo *personal*, como exploración personal para impulsar cambios y rupturas en el entorno; un

liderazgo *visionario* para interpretar la realidad y dar forma a visiones colectivas sobre el futuro; un liderazgo de *equipos*, para saber trabajar con otros y construir equipos multidisciplinarios; un liderazgo *organizacional*, para crear organizaciones efectivas atendiendo a su diseño y propósito; un liderazgo *político*, para tomar decisiones efectivas y formar coaliciones; un liderazgo ético, para sancionar conductas desviadas y luchar contra la corrupción; y un liderazgo de *gestión de políticas,* como capacidad para coordinar e impulsar el cambio y la transformación en el transcurso de un ciclo de cambio político (Cepal, 2021b, pp. 24-25).

Todas las anteriores referencias nos dan cuenta de la trascendencia de las habilidades, destrezas, aprendizajes, experiencias o formación como factores fundamentales de producción y productividad en una sociedad digital.

Ahora bien, respecto al tema que nos convoca, debemos partir del convencimiento de que la era digital, con amplio y progresivo predominio de la inteligencia artificial, requiere y exige nuevas habilidades y conocimientos para que el capital humano pueda adaptarse y hacer pleno uso de su potencial.

¿Cómo reformar la educación para generar las habilidades que demanda la era digital? ¿Cómo fijar planes y objetivos a mediano y largo plazo con base en las nuevas tecnologías? ¿Cómo construimos futuro? o ¿Cómo nos abrimos a la incerteza de un futuro emergente? Dados estos interrogantes, lo que sí sabemos es que estamos frente a un punto de inflexión histórico que conlleva una crisis de acción, cuyo sustrato es de índole fundamentalmente cultural. Para salir de este entrampamiento, lo que más se necesita es la adaptación que nos ofrece el aprendizaje continuo.

Respecto a las anteriores inquietudes, que tienen como trasfondo el «uso del futuro» como capacidad en la toma de decisiones de explorar el potencial del presente para darle un lugar al futuro mediante sistemas de anticipación y sistemas de aprendizaje transdisciplinarios, es inexcusable no destacar el programa de la Unesco *Teach the Future* y los trabajos del director de Foresight, Riel Miller, sobre alfabetización en futuros, como su texto «Futures literacy» (2011). Este programa contempla un marco teórico, bases metodológicas, codiseño del currículo escolar en clave de futuros, y pedagogías innovadoras de aprendizaje en la práctica.

La alfabetización en futuros, según Miller, tiene tres componentes interrelacionados: uno, capacidad narrativa con marcos e historias creíbles para los participantes y dirigida a los tomadores de decisión clave; dos, inteligencia colectiva, mediante la generación de evidencia a través de la investigación orientada a la acción con base en futuros imaginarios para crear mapas colaborativo; y tres, capacidad para reformular y cuestionar mediante «imaginación rigurosa» las teorías y prácticas que dominan el presente y repensar los supuestos que utilizamos para comprender la realidad actual. Así, al hablar de reformas al sistema educativo en América Latina y el Caribe, para utilizar el futuro más efectivamente en un mundo complejo este programa de la Unesco es un referente obligatorio (Miller, 2011).

Recordemos, además, que Riel Miller en sus anteriores trabajos sobre estudios de futuro llamaba la atención sobre los riesgos de

> [...] adoptar métodos y modelos de proyecciones que dependen demasiado de lo que sucedió en el pasado, como si se pudiera extrapolar el futuro; otro es que la preocupación con lo que es probable que suceda puede oscurecer la consideración de otros futuros que pueden ser menos probables pero aún posibles y potencialmente más deseables (Miller, 2006, p. 69).

Y, a partir de los escenarios «basados en tendencias» y los «basados en preferencias», con sus limitaciones que pueden desvirtuar la toma estratégica de decisiones, Miller propone el enfoque de «posibilidad-espacio» que abre un conjunto más amplio de posibilidades al explorar el futuro en forma más independiente con respecto a la probabilidad y a lo deseable. Los espacios de posibilidades facilitan ser imaginativo, sistemático y explícito en cuanto al hipotético «que pasa si...». Una vez que se han explorado con rigor las posibilidades, el modelado es una posible herramienta importante para profundizar el análisis de los factores que pueden influir en las tasas y direcciones de cambio, moviéndonos hacia la cuantificación de un escenario posibilidad-espacio para la sociedad del aprendizaje (Miller, 2006, p. 80).

A continuación, nos referimos a diversas características que debe tener la educación para lograr incorporar en nuestros países este aprendizaje continuo.

A. Adaptación educativa para superar el modelo instruccionista

Se ha reiterado en este ensayo la urgencia de salir tanto del paradigma reduccionista que nos impide comprender los fenómenos en su totalidad como del paradigma cognitivista que nos aferró a la idea de que información es conocimiento. Ahora, frente a las tecnologías disruptivas, nos vemos forzados a comprender la estructura del aprendizaje humano para ver cómo sucede y en base a ello tomar mejores decisiones estratégicas que generen mayor adaptabilidad organizacional dentro de las instituciones educativas.

Frente a los dos paradigmas mencionados, cabe agregar el del «instruccionismo», que impide la formación de sujetos capaces de tener historia propia y de manejar información con imaginación proclive a la creatividad y la innovación.

Adaptar y reformar los diseños organizativos y de gestión del conocimiento en escuelas, colegios, institutos, centros y universidades que forman a los gestores del futuro es una urgencia que corre contra el tiempo. Esto incluye, por lo tanto, una revisión profunda de las mallas curriculares, las formas de enseñanza basadas en la memorización, las metodologías de gestión y transmisión del conocimiento, el desarrollo de capacidades adaptativas de los equipos que trabajarán en la administración pública, la sistematización de aprendizajes y errores y el aprender-haciendo (*learning by doing*), como forma de anticipar y proyectar necesidades emergentes en entornos inestables y conflictivos.

En otras palabras, se debe poner énfasis en las carreras técnicas y su interacción con las empresas, adaptar las carreras profesionales para hacerlas más cortas y más balanceadas en cuanto a lo humanista y lo tecnológico, y asignar un mayor peso al aprendizaje continuo. Como dice el refrán popular: «gobernar es educar», y su mensaje, ante la velocidad del cambio tecnológico actual, es más apremiante ahora que en el pasado.

En dicha transformación adaptativa de las instituciones encargadas de la formación del recurso humano del Estado, adquiere enorme significado todo lo relacionado con la complementariedad activa entre las ciencias básicas y las técnicas aplicadas. ¡No hay mejor práctica que

una buena teoría! O, mejor, como afirmó el psicólogo Kurt Lewin: «¡No existe nada tan práctico como una buena teoría!» (en Lipsey, 2015, p. 140).

En correlación con lo anterior, Pedro Demo, académico brasileño de gran prestigio, insistía en la urgencia de adaptar y cambiar la tendencia instruccionista de la pedagogía, tendencia basada en

> [...] didácticas de mera enseñanza, y teniendo como fundamentos principales el aula y la prueba. Los resultados muy magros de aprovechamiento escolar de los alumnos indican que se trata de respuestas obsoletas. Extraña que siendo su función la de renovar permanentemente los procedimientos de aprendizaje, la pedagogía siga resistiéndose a introducir innovaciones profundas. Las instituciones educativas continúan siendo típicamente instruccionistas; pretenden que el alumno absorba conocimientos como una esponja, frente a un profesor que le ofrece conocimientos acabados, tan acabados que deben ser copiados y reproducidos en los exámenes (Demo, 2001, p. 267).

Estas son reflexiones de hace veinte años que aún las instituciones educativas de América Latina no incorporan.

Por lo tanto, partir con el recurso humano y su preparación para enfrentar un futuro disruptivo es casi una obligatoriedad. Esto debe comenzar desde la base, en la educación primaria, para ir progresando gradualmente hasta el nivel universitario con interdisciplinariedad. Países como Inglaterra, Finlandia, Singapur, Nueva Zelanda, Australia, Alemania, India, Estados Unidos, Corea del Sur e Israel tienen incorporada ya en su sistema escolar la rama de ciencias de la computación para dotar de habilidades y conocimientos a los y las jóvenes, no como simples programadores, sino para alcanzar sintonía con lo que sucede a su alrededor y estar adecuadamente preparados para ingresar al mercado laboral de la era digital. América Latina está rezagada respecto a esta reforma curricular.

B. Formación de habilidades blandas y capacidades de pensamiento de futuros

El nuevo diseño de las políticas públicas y su implementación en el contexto digital requieren de un liderazgo que comprenda cómo llevar ade-

lante un plan o estrategia basado en patrones de cooperación y trabajo en equipo, en honestidad y empatía, en procesos cognitivos y sociomotivacionales, en inteligencia emocional, intuitiva y de autorregulación. Ello debe permitir a todos los individuos cooperar unos con otros.

Dentro de dicho liderazgo, además de la capacidad y los conocimientos técnicos que seguirán siendo esenciales, las llamadas «competencias blandas» adquieren una gran trascendencia para el gestor público del futuro, que convivirá con la inteligencia artificial y en la interfaz cerebro-máquina, con lo cual se replanteará el concepto del trabajo en sí mismo. En particular, es importante fortalecer las capacidades de pensamiento de futuros para saber analizar cómo podrían evolucionar en el largo plazo las tendencias sociales, tecnológicas, económicas, ambientales y políticas.

C. Educación en pensamiento computacional

La implementación de la inteligencia artificial y la automatización de procesos robóticos plantean desarrollar y gestar una nueva forma de pensar conocida como *pensamiento computacional*, es decir, nuevas formas de pensar y criterio para seleccionar la información relevante y para entender y trabajar con las nuevas tecnologías.

Las ciencias de la computación se consideran como el cuerpo teórico que sustenta lo digital para promover pensamiento crítico y empoderamiento para el análisis de problemas, programas y algoritmos, para la robótica y el *big data*. Además, se plantea incorporar, mediante la educación, los nuevos lenguajes de programación a través de la computación con elementos dinámicos, como menús despegables, gráficos interactivos, videos y mapas mentales como representaciones del conocimiento que cada sujeto tiene acerca de un tema. Así, se enriquece la interacción en línea entre alumno y profesor, entre autor y lector, o entre la ciudadanía y el sector público.

Los nuevos gestores públicos necesitan formarse en la inteligencia de los datos, la información y las redes para dialogar y construir

narrativas sobre las propuestas del Estado, más de acuerdo con lo que lee la juventud y con sus interacciones, y también con las de los grupos sociales de diversa índole. Por ejemplo, educar desde las escuelas en programas como Jupyter Notebooks, Notebooks y Mathematica Notebooks, que son herramientas valiosas para la integración, especialmente de los jóvenes, con sustento de inteligencia artificial y sus aplicaciones. También, dentro de los lenguajes de computación, en los países avanzados desde muy temprana edad los niños y niñas están familiarizados con la programación visual por bloques o con la programación no visual mediante los lenguajes Scratch, Code.Org, Arduino y Python, y con algunas herramientas, como GitHub Copilot, que usan inteligencia artificial para ayudar a programar a los y las jóvenes con instrucciones bajo cierta lógica[91]. Urge, entonces, en América Latina, incorporar en nuestros sistemas educativos estas innovaciones.

Una experiencia sobresaliente es el Plan Ceibal de Uruguay, como política pública en la que cada niño dispone de un computador portátil de uso personal con acceso gratuito a internet en las escuelas para promover efectivamente la inclusión digital y la igualdad de oportunidades por parte de niños y adolescentes. Después del Covid-19, el gran desafío de las administraciones públicas es, mediante cultura digital, facilitar a la ciudadanía la realización de todo tipo de trámites y certificaciones de manera virtual, dado que la presencialidad es un hábito en retirada paulatina. Es decir, el desafío es lograr interconectividad.

D. Educación para el discernimiento crítico y la «metacognición»

El tipo de problemas que se plantean hacia el futuro más que nunca exigen resolución colaborativa y trabajo en equipo: saber escuchar a quienes opinan diferente; comprender realidades distintas a las nuestras; reconocer y valorar el conocimiento implícito de las comunidades; tener mayor sensibilidad sobre el impacto de las intervenciones en el medio ambiente, las especies y el territorio; poseer empatía con los

91 Ver: https://copilot.github.com

sentimientos e ideas de los demás; lograr destreza para saber comunicar las propuestas del Estado a la comunidad; y, con un pensamiento holístico, crear conciencia sobre la gestión del tiempo, por cuanto las estrategias con las nuevas tecnologías implican considerar horizontes más cortos y rutas más fluidas para solucionar problemas. Debemos tener en cuenta que, hoy, lo escaso no es la información, sino el tiempo y la atención que los decisores deben dedicar para encontrar la información relevante.

Así, la empatía, el buscar entendimiento y coherencia entre lo que se dice y se hace, es una habilidad que los nuevos líderes deben poseer en sus respectivas organizaciones y, por antonomasia, en los tres grandes componentes de la política pública y la planificación: el Estado como organización, el mercado como organización (empresas), y la sociedad civil como organización (partidos políticos, sindicatos y todo tipo de asociaciones no gubernamentales que interactúan y comparten recursos e ideas).

En dicho escenario de la educación del futuro, la «metacognición» como capacidad para autoevaluarnos y emitir juicios sobre nuestras propias ideas es un proceso de aprendizaje que nos hace más proclives a la tolerancia y conscientes de cómo pensamos. Incluso esta capacidad nos habilita para retrotraer una decisión o estrategia exitosa del pasado para aplicarla a un problema nuevo y reflexionar sobre nuestros procesos de pensamiento y la forma en que aprendemos (Manes, & Niro, 2021, p. 192).

E. Educación para la resiliencia

La resiliencia se define como aptitud para sobreponerse a la adversidad, superar obstáculos personales y colectivos, soportar situaciones negativas, hacer una apertura al cambio con flexibilidad y ver las nuevas tecnologías como oportunidades. A nivel institucional, «consiste en las capacidades para obtener y mejorar los resultados a lo largo del tiempo, de forma creíble, legítima y adaptable; también se relaciona con la capacidad de las instituciones para gestionar los choques y los cambios que enfrentan, sean estos externos o internos» (Cepal, 2021b, p. 48).

También incluye, como lo enfatizó Francisco Maturana, una sabia pregunta: «¿Cómo lograr esquivar la trampa de buscar soluciones fáciles a problemas complejos?» Esta pregunta conlleva un sentido de anticipación a amenazas potenciales y acontecimientos inesperados dentro de un proceso de aprendizaje continuo y proactivo (Maturana y Dávila, 2021, p. 49).

En otras palabras, la resiliencia es la disposición a una ruptura mental para crear nuevas actitudes y aptitudes frente al aprendizaje y convertir el conocimiento en acción. El aprendizaje del desarrollo de sistemas robustos para resistir los cambios del entorno es resiliencia individual y colectiva en la era digital, dada la disrupción y «destrucción creativa» de las nuevas tecnologías.

La robustez de los sistemas, en palabras de Nassim Taleb, es la ausencia de fragilidad, el mantener la funcionalidad cuando hay cambios (2016, pp. 98-103). Por el contrario, un sistema frágil pierde funcionalidad con los cambios. La mayor destreza en comunicación y gestión de información para la solución de problemas y la mayor fluidez para tomar decisiones en ambientes cada vez más digitales son formas de potenciar la adaptación al entorno, tanto en lo personal como en lo profesional.

F. Educación para la transformación organizacional

En clave con lo anterior, la educación es la vía para hacer la transformación organizacional mediante el cambio en el estilo de liderazgo, la motivación, la credibilidad, la confianza, la deliberación en la toma de decisiones, la forma como se utiliza el conocimiento y el modo de uso de los datos existentes. Si todo esto se practica desde la escuela y en la familia, y se consolida en la universidad y en el trabajo, será posible evitar errores y sortear decisiones que arrojan severos costos sociales, económicos y ambientales para toda la sociedad.

Al ser el cambio tecnológico algo que se determina social y económicamente en el contexto de la desigualdad, la formación de habilida-

des es el *driver* fundamental para incrementar la productividad y evitar los sesgos que se pueden generar en favor del capital con desmedro del trabajo, entre la agricultura y la industria, o entre la manufactura y los servicios. El hecho concreto es que la tecnología de la inteligencia artificial aumenta la productividad, pero la educación es la manera óptima de subsidiar el empleo, por cuanto hay muchas cuestiones —como el juicio crítico, la flexibilidad y la creatividad— en las que los humanos son mejores que las máquinas.

Desafortunadamente, como dice Daron Acemoglu en una reciente entrevista (2021), no empoderamos a la mano de obra y todo lo dejamos en manos de las plataformas digitales. Acemoglu conecta los puntos entre inteligencia artificial, productividad, salarios y desigualdad para contrabalancear los impactos de la automatización a través de la educación. Las consecuencias inequitativas, según él, dependerán de la forma como la tecnología incremente la productividad de la mano de obra o del capital, de la mano de obra calificada o de la mano de obra no calificada. Así, la educación tiene que ser vista como el factor más estratégico para el desarrollo, especialmente para superar el lastre del desempleo y el subempleo. Esto implica una ruptura con las prácticas de «con lo de siempre» (*business as usual*) o «más de lo mismo».

G. Educación para la percepción de las discrepancias

Las organizaciones modernas operan sobre condiciones de incertidumbre y complejidad, lo cual, según los expertos en gestión organizacional, es como contar con el mapa, pero no con el territorio. Para superar esta dificultad, se demanda un proceso de aprendizaje basado en cultura y ética ciudadana que permita reconocer las necesidades de grupos diferentes a los nuestros y las diferencias de los grupos que viven su propio encapsulamiento dentro de una ciudad, y, además, desconfiar de las burbujas artificiales de las redes sociales que ubican a las personas según algoritmos, generando ensimismamiento y mundos separados con consecuencias inmanejables.

Apelando a la literatura, la historia y las artes, vale la pena recordar que en 1797 Goethe compuso el poema «El aprendiz de brujo» —que sirvió de base para la película *Fantasía* de 1940—. En el poema, queriendo aliviar su trabajo, el aprendiz usa un hechizo que le permite descansar mientras una escoba acarrea el agua y hace por él el trabajo que le ha sido encomendado. Luego, para tratar de terminar con el hechizo, decide destruir la escoba con un hacha y la hace pedazos, pero cada parte toma vida propia, convirtiéndose en una pequeña escoba. Esta historia es un ejemplo de ciertos actos que superan a sus creadores al adquirir vida propia. Porque se necesita otro gesto mágico para romper con un hechizo. Con esta representación, queremos dar a entender o visualizar la importancia de dialogar, escuchar al otro, compartir las cargas, considerar otros puntos de vista y aceptar las discrepancias como parte del proceso de aprendizaje y convivencia social. Esto, en el fondo, es más educación.

H. Educación para comprometernos con la naturaleza de manera sostenible

Comprender que todos estamos inmersos e incrustados en la naturaleza y que no somos externos o independientes a ella es algo esencial. Tal como lo remarcó el documento *La economía de la biodiversidad. Informe Dasgupta* (2021), comentado anteriormente, es fundamental introducir el mundo de la naturaleza y el medio ambiente en la política educativa. La educación ambiental ya no puede ser una opción, sino un imperativo ético, moral, social y económico. La sostenibilidad ambiental como garantía con el medio ambiente y compromiso con los ecosistemas es la mejor herencia que podemos dejar a nuestros descendientes. Una forma de lograrlo es mediante la contribución y empatía de todos los actores con métodos productivos que no contravengan la preservación de los recursos naturales.

Al respecto, el *Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, IPCC, de las Naciones Unidas (2021) es

un contundente y lapidario testimonio sobre la responsabilidad del ser humano respecto al calentamiento global y el cuidado del planeta. Muestra de ello, tal como allí se destaca, es el ritmo del calentamiento que se acelera a mayor velocidad desde 1970 que en cualquier otro período de 50 años en los últimos dos milenios. La conclusión central es que, de no reducirse las emisiones de gases de efecto invernadero, el objetivo global de limitar el calentamiento a 1,5 grados centígrados —respecto a su nivel en la época preindustrial— será inalcanzable.

Dicho informe nos recuerda el término «antropoceno», acuñado por el Premio Nobel de Química en 1995, el neerlandés Paul Crutzen, para referirse a la era actual, en la cual la actividad humana se ha convertido en la mayor fuerza geológica debido al impacto del hombre sobre la Tierra, dado que ha provocado un cambio ambiental sin precedentes en los últimos 4,5 mil millones de años y, en particular, a partir de los dos últimos siglos. Esto se debe a la revolución agrícola, la revolución industrial, el consumo de masas, la urbanización desarticulada, la deforestación y el dióxido de carbono en la atmósfera por el uso de combustibles fósiles.

En síntesis, la educación es el vehículo transformador hacia la cultura ambiental. Ello nos permitirá transitar en medio de la desigualdad, el desempleo y el bajo crecimiento con posibilidades de reencontrar un escenario inclusivo y sostenible, con respeto al medio ambiente.

6.3 Flexibilidad y adaptabilidad en los ejercicios de planificación y política pública: la fuerza de la interacción y la asociatividad para lograr los ODS

La política pública se define como un sistema de medidas regulatorias, leyes, orientaciones, prioridades e intervenciones promulgadas por el Estado o por grupos de personas para el cambio, mantenimiento o mejora de las condiciones de vida que conducen al bienestar humano. Estas intervenciones buscan modificaciones deseables para la sociedad, aunque no siempre los resultados coinciden con lo que ellas estipulan. Las políticas exitosas

son aquellas que, además del cumplimiento de sus metas, logran una comprensión completa de la conducta humana y de las instituciones mediante la interacción y la asociatividad.

¿Qué motiva o incentiva a las personas a participar? ¿Cómo perciben los ciudadanos las decisiones que adopta el gobierno? ¿Cómo piensan los individuos acerca de las decisiones tomadas por otros en su nombre? ¿Cómo reaccionan las administraciones públicas cuando no ven reflejadas sus prioridades? Estas cuestiones, cuando se plantea el éxito de una política pública, chocan fuertemente al observarse la forma tradicional de ejercer la planificación a través de los planes nacionales de desarrollo, que se plasman en proyectos y programas basados en diagnósticos tecnocráticos desarticulados, alejados de la realidad y con poca o nula atención a la interinstitucionalidad e intersectorialidad.

Dicha falta de articulación va en contra de los fundamentos de la interacción y la interconectividad que postula la teoría de la complejidad. Sin interacción entre instituciones y sectores es improbable que surja la fuerza de la sinergia y de los valores de innovación y emprendimiento tecnológico, es decir, el conocimiento, la cooperación y la apertura al cambio.

Por el contrario, mediante la fortaleza de las interacciones e interdependencias es como mejor se desenvuelve el tejido social y la conducta del sistema; y no con la simple descripción de las acciones aisladas de sus componentes —llámense ministerios—, tal como suele plasmarse en la mayoría de los planes de desarrollo y ejercicios de prospectiva.

El fundamento de las decisiones colectivas radica en la interacción entre seres de la misma especie. Y los seres humanos somos por excelencia los únicos que tomamos decisiones colectivas.

En el caso de los ODS establecidos en la *Agenda 2030* (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015), la aproximación desde la complejidad significaría conocer, ministerio por ministerio, el número de interrelaciones entre los 17 ODS y las 169 metas, y sus respectivas instancias de coordinación, para medir la fuerza y nivel de compromiso de cada uno de ellos, por un lado; por otro, fundamentalmente supondría llegar a saber el número de conexiones de cada meta respecto a las demás.

Para alcanzar dicha articulación, las comisiones, consejos de ministros y secretarías deberían tener como misión supervisar y monitorear la integración intersectorial con ejercicios de pilotaje en el marco de los 17 objetivos con sus 231 indicadores. Los ODS deberían ser el propósito, enfoque o misión de todas las administraciones, al estilo de lo que propone Mariana Mazzucato en *Misión económica* (2021).

Lo anterior es un imperativo, máxime cuando, según el último informe de los ODS (FAO, FIDA, Unicef, PMA, & OMS, 2021), presentado en la sede de las Naciones Unidas en Nueva York, además de los cuatro millones de muertes por coronavirus, también por la pandemia entre 119 y 124 millones de personas volvieron a la pobreza y al hambre crónica, y se perdió el equivalente a 255 millones de empleos a tiempo completo en el mundo.

David Le Blanc, en su trabajo *Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets*, establece:

> The proposed goals and targets can be seen as a network, in which links among goals exist through targets that explicitly refer to multiple goals. The objective is to show where links between goals were made by the political process that created the SDGs. The resulting network and mapping, which reflect the results of negotiations in an intergovernmental context, can be thought of as a «political mapping» of the sustainable development universe, as opposed to, for example, a mapping purely based on natural and social science insights about how system works (Le Blanc, 2015, p. 1).[92]

En relación con lo anterior, el programa Citibeats, desarrollado por las Naciones Unidas con el propósito de que los ciudadanos debatan sobre los ODS, es una ejemplar utilización del *big data* como observatorio que refleja las opiniones y preocupaciones de los ciudadanos. En Citibeats la información es sintetizada, analizada e interpretada para que los tomadores

92 «Las metas y los objetivos propuestos se pueden ver como una red en la que los enlaces entre los objetivos existen a través de metas que explícitamente se refieren a objetivos múltiples. El fin es mostrar dónde se establecieron los vínculos entre los objetivos mediante el proceso político que creó los ODS. La red resultante y el mapeo que reflejan los resultados de las negociaciones en un contexto intergubernamental pueden considerarse como un 'mapeo político' del universo del desarrollo sostenible, en oposición a, por ejemplo, un mapeo puramente basado en las ciencias naturales y sociales sobre cómo funciona el sistema.»

de decisión tengan indicaciones precisas de manera oportuna; ella también puede ser vista como una forma de adaptar los ODS a las realidades locales mediante la participación. En la misma dirección se sitúan todas las recientes experiencias de *smart cities*, mediante las cuales la tecnología de la información canaliza la voz y percepción de los ciudadanos sobre los servicios públicos, generando nuevas posibilidades de creación de valor público[93].

De la misma forma, es altamente probable que la interconectividad y la interacción mediante las TIC surjan con mayor fuerza dentro de una estrategia *bottom-up*, frente a una *top-down,* por cuanto los agentes en la base conocen mejor su entorno y poseen un conocimiento tácito acumulado durante varias generaciones. Aprovechando este conocimiento a través de la tecnología y mediante la cooperación y el trabajo comunitario local, se posibilita la transición desde las microinteracciones hacia las macroestructuras multicomponentes como expresión de la adaptación y la transformación.

Por otra parte, como efecto de las nuevas tecnologías, la confluencia de intereses y la interdependencia entre actores se convierten en fuente de un diálogo más auténtico en términos de reciprocidad, aprendizaje, asociatividad y creatividad. Este diálogo más interactivo permite compartir identidades y significados, encontrar nuevas heurísticas y, por ende, lograr una mayor adaptación de los planes de desarrollo a las percepciones ciudadanas y ayudar a crear una cultura que favorezca el emprendimiento tecnológico. Todo esto ocurre gracias a los atributos de interdependencia, efectos de red, rendimientos crecientes a escala, bajos costos y multiconexión que ofrecen las plataformas digitales y la inteligencia artificial.

Sin embargo, para que todo ello sea posible durante el diseño de la estrategia, esta no puede ser concebida como un ejercicio estilo cascada, con una secuencia lineal de pasos desde el planteamiento del problema hasta su solución, pasando por el desarrollo de hipótesis, selección de alternativas, implementación y evaluación de resultados. La secuencia real es más entrelazada, más fluida, más interconectada, más multivariada y llena de imprevistos, asemejándose a la metáfora del crecimiento urbano llamada

93 Ver: https://citibeats.net/

stepping stones, es decir, avanzar saltando piedras u obstáculos para atravesar un río sin interrumpir el avance del mismo, que corre impetuoso.

Frente a ello, nada más oportuno que retomar el enfoque de los diálogos multiactor, el enfoque de *Misión económica* a lo Mazzucato (2021) y los procesos colaborativos locales en el abordaje de las políticas públicas, y utilizar las TIC para hacerlo, dado que con ellas es más viable territorializar la planificación, haciendo más evidente la idea de eventos emergentes.

6.4 Nuevo estilo de planificación interdisciplinaria con base en los principios de la complejidad y las oportunidades de la inteligencia artificial

Durante las últimas siete décadas, los países de América Latina y el Caribe han experimentado todos los estilos de planificación posibles: normativa, situacional, indicativa, estratégica, participativa, prospectiva, descentralizada, deliberativa, bajo presión —es decir, el enfoque de escogencia estratégica de Friend y Hickling, 2002)[94]— y, más recientemente, la planificación por resultados. En la mayoría de los casos, ha sido sorprendente tanto el entusiasmo desenfrenado con que las autoridades recibieron los nuevos estilos cuando estos fueron adoptados, como la rapidez y facilidad con que fueron olvidados al poco tiempo de andar. Este proceso, sometido a los ciclos de elección de nuevos gobernantes, se convierte en una rutina que tiene como impronta, cada cierto tiempo, la elaboración de un nuevo plan.

94 El libro *Planificando bajo presión. El enfoque de escogencia estratégica*, de John Friend y Allen Hickling (2002), fue traducido al español por el Instituto Venezolano de Planificación (Iveplan) bajo el patrocinio de Jorge Giordani y Francisco Madrid. La visión de la realidad bajo este estilo de planificación considera tres categorías generales de incertidumbre: sobre el ambiente relacionado con el tema de estudio; sobre los valores o políticas que sirven de guía; y sobre las decisiones relacionadas al tema. Bajo este enfoque, la metáfora de la nube tipifica a la planificación con contornos dinámicos, bordes borrosos, movimientos difusos a través del cielo y cambios de forma al pasar el tiempo; ellos se disuelven, se mezclan, se dividen y, de esta manera, toman nuevas y a veces impredecibles formas. «Por esta razón, en la escogencia estratégica muchos procesos de decisión en la práctica fallan al tratar de seguir el orden de los modelos secuenciales» (Friend & Hickling, 2002, p. 19).

Así, a partir de los diagnósticos elaborados con dichas modalidades, el planificador decide las formas adecuadas de alcanzar las metas y objetivos que se cree más convenientes para la población. Sin embargo, a la luz de los desafíos más urgentes de la región, como son el bajo crecimiento, el desempleo, el subempleo y la desigualdad, el balance es insatisfactorio. Los planes en su mayoría nacen desfinanciados y al poco andar el cumplimiento de las metas se vuelve ilusorio. Existe, adicionalmente, una alta debilidad institucional para liderar su implementación y, dada la desarticulación interagencial, ambas situaciones se confabulan para que el plan pierda fuerza como ruta de cambio.

Además, debido al carácter esencialmente técnico de las funciones que se asignan a la planificación, el respaldo político y financiero es débil durante todo el ciclo de implementación de los planes y las visiones regionales muchas veces se contraponen con las que se estipulan a nivel nacional. No puede dejar de mencionarse, asimismo, el alto costo que conllevan la corrupción y el clientelismo para lograr el cumplimiento de las metas.

Todos estos son factores estructurales que han afectado seriamente el desempeño de la planificación y se reflejan en la pérdida de su misión, el desvío de recursos y el atraso de proyectos y programas, lo que genera altos sobrecostos o, en muchos casos, baja ejecución presupuestal como resultado del «inmovilismo» ante el temor a la corrupción.

Con dichas señales de alarma, que se extienden a otros ámbitos, como el ambiental y el institucional, se requiere con urgencia un cambio en la forma de hacer planificación para enfrentar el desafío de la *Agenda 2030* con los 17 ODS y las 169 metas de las Naciones Unidas.

La experiencia del Covid-19, así como la de muchas otras calamidades, es una oportunidad para la discusión de nuevas prácticas y nuevas formas de hacer las cosas con mayor intersectorialidad, interinstitucionalidad, interdisciplinariedad e integralidad, y con menos pensamiento dicotómico. Este pensamiento plantea oposiciones entre lo bueno o lo malo, lo blanco o lo negro, como un «efecto halo» en el que lo que fue bueno para una persona en una determinada circunstancia lo es también para otras, o lo que funciona en una determinada región o país funciona para otra, sin consideración de sus especificidades. Lo dicotómico inhibe ver las complementariedades y los nexos.

En otras palabras, urge proyectar una planificación con interdependencias positivas entre sectores e instituciones en el ámbito económico, social y ambiental. Es tiempo de reflejar en los planes nacionales de desarrollo el uso de nuevos enfoques, como el de la complejidad, y de nuevas técnicas, como las que plantea la transformación digital.

Para profundizar el proceso de transformación que se requiere en todo orden de cosas, lo fundamental es saber cómo en la práctica podemos utilizar la inteligencia artificial en beneficio de la toma de decisiones y prioritariamente para el cumplimiento de la *Agenda 2030*.

A partir del *Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe* de la Cepal (2018b) y del informe del BID *La inteligencia artificial al servicio del bien social en América Latina y el Caribe* (2020), es posible destacar que en todos los ODS hay aportes significativos y que estos tienen una rápida y creciente contribución en la generación de valor social. Esto, claro está, sin descuidar los riesgos, efectos negativos o sesgos en grupos desfavorecidos o más vulnerables, máxime cuando aún no existen guías de buenas prácticas que promuevan una adopción responsable de la inteligencia artificial y bajo el entendimiento de que la nueva tecnología debe ser diseñada para complementar lo humano y mejorar sus capacidades, pero nunca para sustituirlo.

Además, hay que tener en cuenta que, según la Universidad de Stanford (2019), las referencias a la inteligencia artificial en publicaciones periódicas de carácter científico en la región se originaron tan solo en el 2 % de publicaciones sobre estos temas, siendo una de las regiones del mundo menos prolífica al respecto. Asia Oriental y Pacífico tienen una proporción de publicaciones de 32 %, Europa y Asia Central de 31 %, y América del Norte de 27 %.

Vivir en una sociedad que delega casi todas sus decisiones en materia de distribución de energía, tres cuartas partes de sus decisiones sobre distribución de recursos y un tercio de sus decisiones sobre procreación a las máquinas muestra lo dependiente que es la economía y la sociedad de la inteligencia artificial en la actualidad (Cepal, 2018a, p. 169).

6.5 Menos planificación voluntarista de arriba hacia abajo y más inteligencia colectiva organizada de abajo hacia arriba

La planificación tradicional supone que planificar introduce *per se* un cierto grado de racionalidad en la acción política y que los objetivos se materializan de la manera como fueron estipulados. En la práctica, esta racionalidad no existe. De una parte, hay que basarse en el hecho fundamental de que el plan es un proyecto político y una decisión política; y, de otra, se debe saber que el dirigismo desde la cúspide suele desconocer el enorme potencial de la base para autoorganizarse como un sistema abierto que intercambia todo tipo de energía, información y capitales para mantener su estructura.

Comprender dicha realidad política y el conocimiento implícito de la base puede dar lugar a una planificación mucho más eficaz y sostenible, fundamentada en el acceso a la información y en la capacidad local de organización, lo que se traduce en capacidad para trabajar en equipo, organizarse de manera autónoma y movilizar recursos para resolver problemas de interés común.

El conocimiento es contextual y está vinculado a la realidad local y territorial, que es de donde surge y en donde se aplica; es fruto de un trabajo colectivo de personas e instituciones interconectadas en la base; y es descentralizado por naturaleza. Estas tres características han sido el derrotero histórico del conocimiento y no son resultado de orientaciones rígidas e inflexibles desde la cúspide.

El empoderamiento que brinda el conocimiento tiene que ser recuperado por la nueva planificación para corregir su orientación voluntarista y vertical. Para ello, el sistema debe ser visto como formado por capas de integración donde cada subsistema de planificación es parte de un sistema mayor, y este, a su vez, lo es de otro mayor, sin que exista para ello una jerarquía de control de arriba hacia abajo.

Por el contrario, el conjunto tiene que ser visto como un sistema de capas emergentes de integración de subsistemas de planificación, que se impulsan desde abajo hacia arriba con la fuerza de la autoorganización. De lo contrario, debemos aceptar que estamos bajo la metáfora de *stepping stones,*

donde con el plan recorremos un río impetuoso saltando sobre piedras de diversas formas y tamaños para llegar a la otra orilla.

6.6 La fuerza de los nexos entre complejidad y nueva gobernanza: planificación interdisciplinaria y gobernanza intersectorial

En *La gobernanza europea: un libro blanco,* la Comisión Europea se refiere al concepto de gobernanza como el contenido que se asocia a un conjunto sistémico de «reglas, procesos y comportamientos, con énfasis en la responsabilidad, la legibilidad, la transparencia, la coherencia, la eficacia y la eficiencia que influyen en el ejercicio de los poderes» (2001, p. 125). Con el tiempo, la transición de este concepto-herramienta a una expresión-síntesis se ha logrado con tres elementos fusionados en una aleación única: buena gestión del poder, reglas claras y estables para los agentes del mercado y libre juego democrático.

Michel Crozier, Samuel Huntington y Joji Watanuki escribieron, en 1975, *The crisis of democracy: Report on the gobernability of democracies to the Trilateral Commission* (*La crisis de la democracia: reporte sobre la gobernabilidad de las democracias a la Comisión Trilateral*), documento en el cual dejaron entrever las disfunciones de las democracias que se manifestaban en la desligitimización de la autoridad, la sobrecarga de tareas y la proliferación de intereses contrapuestos que debilitan los propósitos comunes. Con esto, mostraban también que la crisis de la democracia se encuentra en el gobierno y no en el Estado ni en el mercado. La gobernabilidad dependería, por lo tanto, de la capacidad de gobernar y de administrar la gestión pública dentro de prácticas costo-eficientes (Crozier *et al.*, 1975, p. 161).

Casi dos décadas después, el neerlandés Jan Kooiman (1993) acuñó el término gobernanza, mediante el cual enfatizó, más que la ineficiencia en la provisión de bienes, servicios y recursos para atender demandas de la población, la insuficiencia del Estado por sí solo para alcanzar determinadas metas sin colaboración, interacción, participación y asociación con otros actores de toda la sociedad local, regional, nacional e internacional. Así,

gobernanza es un concepto mucho más amplio, que abarca nuevas formas de poder, intervención, participación y eficiencia de las instituciones, con flujos de información e interacción de todo tipo de actores de abajo para arriba y de arriba para abajo.

Con dichas contribuciones, se comprende que la gestión de la administración transita desde una cultura burocrática y jerarquizada hacia otra de carácter gerencial, donde la toma de decisiones es más horizontal y desde la cual se arriba a una cultura de gobernanza en la cual interacción y autogestión son sus rasgos predominantes.

Para el profesor Luis F. Aguilar Villanueva, el concepto de gobernanza debe ser colocado en términos de *interdependencia.* Es decir, incluye tanto la acción del gobierno como la de ciudadanos, empresas, organizaciones de la sociedad civil, academia e institutos de información y conocimiento. Así, según él, gobernanza «es el proceso de gobierno o de dirección de la sociedad con legitimidad y legalidad» (Aguilar, 2006, p. 100).

En el fondo, esas acciones entrelazadas entre el Estado, el mercado y la sociedad civil son la más fiel expresión de las interrelaciones como fundamento y núcleo de la complejidad. En otras palabras, podríamos decir que, a mayor interrelación entre estos tres tipos de organización, mayor será la capacidad de la gobernanza para enfrentar escenarios complejos, versátiles y diversos. Así, estaríamos hablando de gobernanza o gobiernos en red, con capacidad para fortalecer todo tipo de cooperaciones, asociaciones, participaciones y deliberaciones colectivas en el marco de la ley y la democracia.

Un punto aparte es la distinción entre gobernabilidad y gobernanza. La gobernabilidad se asocia con eficacia y eficiencia, con capacidad para alcanzar los objetivos al menor costo posible. Ella sobrelleva la idea de legitimidad como capacidad para administrar justicia, y también la de estabilidad como capacidad para adaptarse a la realidad y sus desafíos.

La gobernanza, por su parte, es una nueva economía política o una nueva ecuación —como hemos dicho— entre Estado, mercado y sociedad civil, además de que considera nuevas formas de cooperación internacional para enfrentar los bienes públicos mundiales y los bienes sociales universales, como el medio ambiente o los ODS. Ambos conceptos son com-

plementarios y están integrados, por cuanto lo que afecta a uno también afecta al otro.

Con base en dichas acotaciones, la era digital plantea un reto al concepto de gobernanza, dado que el uso de datos mediante algoritmos cada vez más poderosos, flexibles y generalizados impacta a los tres actores protagónicos mencionados:

- Al Estado, por cuanto sus formas de relación y de acción no pueden mantenerse sin una acogida más proactiva a la inteligencia artificial, que irrumpe para modificar las reglas de funcionamiento y los modelos de intervención.
- Al sector privado, dado que los efectos tanto directos como indirectos de las plataformas digitales modifican los procesos de producción, la competencia y la generación de valor.
- A la sociedad civil, debido a que las redes sociales son una clara expresión del poder de los datos al alcance de los ciudadanos y los consumidores para expresar sus preferencias y revelar sus inquietudes. Las organizaciones de la sociedad civil participan en la producción y protección de bienes públicos tanto como el mercado o el Estado. Es así gracias a que hoy en día se cuenta con una sociedad civil más organizada y participativa.

A las tres organizaciones que conforman la gobernanza, el reto digital les plantea nuevas formas de articulación con nuevos marcos regulatorios para velar por la transparencia, la privacidad, la seguridad y la equidad. Se trata de una gobernanza anticipatoria con nuevas formas de asociación.

Adicionalmente, la era digital propone un reto al concepto y a la estructura tradicional de gobernanza en razón de que mediante la inteligencia artificial se ha desarrollado un amplio abanico de plataformas que se caracterizan por reunir a diversos actores y grupos de interés. Por ejemplo, plataformas de mercados que conectan compradores y vendedores de bienes y servicios; plataformas de medios sociales y contenidos que permiten compartir información, comunicarse y expresarse en línea; plataformas de publicidad digital, encargadas de publicar contenidos en internet; platafor-

mas de financiamiento que conectan a inversionistas con emprendedores o empresas que dan fuerza a las *startups* e incubadoras; plataformas de gestión de talento que relacionan a empleadores con potenciales trabajadores; plataformas industriales que entrelazan cadenas de valor horizontales y verticales; y plataformas de participación y servicios que habilitan la participación de los ciudadanos y las empresas.

Dichas plataformas tienen sus propios atributos —interdependencia, efectos de red, economías de escala, confluencia de tecnologías, multiconexión, control y gestión de riesgo— y se construyen sobre infraestructura compartida e interoperable. Asimismo, son intensivas en el uso de datos y en ellas existe un alto nivel de intercambio e interacción entre los diferentes usuarios, lo cual las hace diferentes a lo que previamente se conocía (Cepal, 2018a, pp. 71-88).

Finalmente, se debe tener en cuenta, como lo remarca Daniel Innerarity (2020), que la principal amenaza a la democracia y la gobernanza no es la violencia ni la corrupción o la ineficiencia, sino la simplicidad.

6.7 Marco fiscal de mediano plazo y marco presupuestario de mediano plazo: las bases para construir futuro y el financiamiento estable de prioridades

Para cumplir con las metas de la *Agenda 2030* o con los ODS, que son el gran desafío colectivo para combatir la pobreza, garantizar prosperidad para todos y proteger el planeta como parte de una agenda de desarrollo sostenible, es fundamental el compromiso político. El cumplimiento de esta agenda pasa primordialmente por el apoyo del sistema político. Antes del Covid-19, ya se reconocían los atrasos y las alertas sobre el posible incumplimiento de alguna de las metas de los ODS. Y, tal como ya se mencionó, en el último informe sobre los ODS, publicado conjuntamente por FAO, FIDA, Unicef, PMA y OMS (2021), los datos de incumplimiento y agravamiento en términos de pobreza y empleo empeoraron. Este estudio considera que en 2020 alrededor de 118 millones de personas más que en 2019 se enfrentaban al hambre y, entre ellos, cerca de 59 millones se

encontraban en Latinoamérica. Con dichas cifras, las instituciones plantean un escenario en el que difícilmente se cumplirá con el objetivo 2 de los ODS: que en el año 2030 no haya personas pasando hambre o con desnutrición.

Dicho desafío va más allá de los retos tecnológicos, por cuanto conlleva asuntos regulatorios y conductuales que parten desde la esfera política y permean el compromiso cívico. La *Agenda 2030* tiene que ser revaluada como una estrategia política para la convergencia y la acción en torno al futuro de los ODS con el objetivo de recuperar la década perdida.

Sin embargo, para ser realista esta agenda necesita financiamiento con una perspectiva de mediano plazo. Es decir, requiere un espacio fiscal multianual que genere incentivos y oriente el presupuesto hacia prioridades nacionales. Programar solo para un año es ineficiente, por cuanto en un año no se planifica ni se alcanzan los objetivos propuestos por las rigideces y compromisos inflexibles. Esto implica salir del cortoplacismo y brindar a los ODS el adecuado financiamiento multianual.

El marco fiscal de mediano plazo (MFMP) determina las proyecciones agregadas de ingresos, gastos, inversiones y endeudamiento. A su vez, el marco presupuestario de mediano plazo (MPMP) fija las proyecciones de asignaciones y los límites de gasto o techos por programas, unidades administrativas y proyecciones de ingresos agregados. Estos dos marcos se encuadran dentro del marco macroeconómico multianual (MMM), que analiza las tendencias de las principales variables nacionales e internacionales que sustentan las estimaciones del presupuesto, como la tasa de crecimiento del PIB, la inflación, el tipo de cambio y el precio de las materias primas. Es importante remarcar que el MFMP establece objetivos y compromisos de la política fiscal para varios años y es un documento de consenso político o, como suele llamarse, un pacto fiscal.

Desde otra mirada, ambos marcos constituyen, por una parte, la base del balance estructural que consiste en estimar los ingresos del Gobierno central ajustándolos por el ciclo económico, el precio de los principales productos de exportación y el PIB en su nivel de tendencia. Por otra parte, también constituyen el balance fiscal efectivo, el cual se refiere, en un

año dado, a las cuentas fiscales y el balance entre lo que ingresa y lo que se gasta. La diferencia entre ambos balances consiste en el balance estructural, que mide en el largo plazo lo mismo que el balance fiscal para un año específico.

Los compromisos fiscales de mediano plazo deben estar acompañados por una mayor eficiencia en el gasto a fin de recortar o reasignar todo aquello que no sea prioritario. Esto implica un presupuesto cero, a la luz de las prioridades de los ODS, para eliminar todo aquello que, por «compromiso» o por inercia, se acumula sin mayor análisis o evaluación de sus resultados. También supone fortalecer los procesos de monitoreo y evaluación de desempeño de programas gubernamentales a fin de mejorar la oferta de acciones del Estado para resolver problemas y, a través de ello, mejorar la calidad del gasto.

Se trata de algo imperativo post-Covid-19, avizorando el ajuste fiscal que será necesario implementar a fin de recuperar la sostenibilidad fiscal agravada por el aumento de la deuda, la acumulación de pasivos públicos contingentes por pagos de pensiones, las garantías estatales y los compromisos adquiridos durante la pandemia.

También los marcos fiscales y presupuestarios, con foco en los resultados, incluyen: eliminar exenciones que no se justifican y rentas presuntas inequitativas; combatir la evasión y la elusión; y avanzar con impuestos a las externalidades negativas, como respecto al medio ambiente y los alimentos no saludables, por ejemplo, el azúcar y el alcohol. Todo esto es una cuestión de *real politik*, basada en asuntos prácticos y acciones concretas para alcanzar resultados. Es decir, evaluar las políticas regularmente y enfrentar el mantra pragmático de «hacer más de lo que funciona y menos de lo que no funciona».

Al respecto, Mariana Mazzucato enfatiza en *Misión económica* que en «una economía basada en resultados, las finanzas sirven a la economía en lugar de la economía a las finanzas», y comenta que los jesuitas acertaron cuando decidieron que la caja donde guardaban el dinero para las misiones —como en nuestro caso para los ODS— solo pudiera abrirse con dos llaves: una guardada por el *rettore* («el visionario») y la otra por el *procuratore*

(«el contable»). Es decir, la visión y el financiamiento adecuado tienen que ir de la mano (Mazzucato, 2021, p. 186). ¡Quizás no haberlo hecho así explique el fracaso de muchos de nuestros planes!

6.8 Acción policéntrica para aprovechar la productividad de las nuevas tecnologías

De la forma como se distribuya el aumento de la productividad ocasionada por la disrupción de las nuevas tecnologías dependerá el impacto que estas tengan en la desigualdad. Como una red, lo policéntrico surge y se ramifica en diferentes direcciones, tiene múltiples nodos o conexiones de entrada y salida, y su densidad depende de la cantidad de interrelaciones, donde varios órganos interactúan de manera descentralizada en un área específica.

En el caso de las tecnologías, su impacto está fuertemente correlacionado con el acceso a internet —o conectividad— que pueda tener la población, con un enfoque intersectorial. Sin conectividad, el conocimiento se distribuirá de manera desigual y algunos quedarán fuera o en desventaja respecto a quienes sí tienen acceso a ella.

Esto puede ocurrir especialmente cuando el aprendizaje es un proceso activo que conecta nodos o fuentes de información dispersos. Para la acción y el pensamiento policéntrico, todo esto presupone una habilidad para ver las conexiones e interrelaciones, saber intractuar, buscar las ideas, reconocer a los actores distribuidos en el territorio, respetar las diferencias y enfrentar las encrucijadas. Todo ello es una habilidad que consiste en ver más allá del centro encasillado en la sede del poder central y reconocer que existen muchos más centros y muchos más caminos.

Lo policéntrico incluye lo global, lo nacional, lo regional y lo local. En este hilvanado de niveles, el presente se proyecta como un futuro hiperconectado, donde las miradas son por naturaleza policéntricas y sistémicas. Es decir, están distribuidas, y saberlas conectar es una habilidad a la cual no estamos acostumbrados debido al centralismo y la concentración de poder.

Por lo tanto, con el apoyo de las redes, la acción policéntrica contempla romper la certidumbre de creer saber que solo existe un centro sin

tener la aptitud para saber comprender dónde existen otros conocimientos u otras prácticas que sumadas permiten un resultado diferente. Un plan no territorializado, o que no sea el reflejo de las realidades regionales, corre el riesgo de perder empoderamiento por parte de los actores alejados del centro y validez por cuanto nada es independiente. Los espacios son relacionales y las coherencias se entrelazan para lograr un resultado con retroalimentaciones en varias direcciones.

6.9 El arte y la ciencia de la implementación: tan importante como el diseño

En la literatura sobre teoría de la implementación, se destacan tres aproximaciones o escenarios:

- Una, que expone la superioridad del enfoque *top-down,* o de arriba hacia abajo. En este escenario de *forward mapping* («mapeo hacia adelante»), existe una cadena de implementación que comienza con el mensaje o mandato de las esferas superiores y se despliega en una cadena de ejecución hasta los niveles más bajos, bajo un sistema autoritario y jerárquico de mandato. Jeffrey L. Pressman y Aaron Wildavsky (1984) exploraron las relaciones entre la evaluación de programas y su implementación, y demostraron cómo las grandes expectativas respecto a ciertos programas fracasan justamente por su pésima implementación cuando estos descienden desde el nivel central al local. Ellos figuran esto con la siguiente frase: «How great expectations in Washington are dashed in Oakland»[95].
- Dos, la aproximación que hace hincapié en el enfoque *bottom-up*, o de abajo hacia arriba, donde las organizaciones de base y las redes locales, con su conocimiento tácito y sus prácticas culturales, juegan un rol fundamental. Mediante esta opción, el Estado delega, descentraliza o descongestiona la ejecución en los niveles subnacionales. Al considerar un escenario de este tipo, de la base a la cúspide, se mapean los actores

95 «Cómo las grandes expectativas en Washington se desvanecen en Oakland».

ejecutores desde el último eslabón hasta lo más alto de los diseñadores de los programas, dentro de lo que Richard Elmore (1979) denomina *backward mapping* («mapeo hacia atrás»). También dentro de este enfoque cabe destacar a Michael Lipsky (2010) con su concepto de *street-level bureaucracy* («burocracia al nivel de la calle»).

- Tres, una aproximación híbrida, que combina y complementa a las dos anteriores posiciones, dentro de un proceso de aprendizaje y adaptación a las circunstancias propias de cada política o intervención que tiene en consideración sus éxitos y fracasos. Helen Ingram y los trabajos conjuntos de Paul Sabatier y Daniel Mazmanian dan cuenta de lo que puede darse en esta aproximación: fallas de seguimiento al problema social (trazabilidad); lo negativo y positivo de la construcción social de grupos objetivo (*target groups*) al motivar o desmotivar la participación política; y la habilidad del estatuto, mandato u orden ejecutiva para apoyar las estructuras de implementación y el peso de las variables no estatutarias que afectan la implementación, como las condiciones socioculturales, la atención de los medios masivos de comunicación al problema y el liderazgo, junto a las capacidades de la burocracia para llevar a cabo las decisiones de política (Schneider, Ingram, & Deleon, 2014, pp. 105-149).

Richard Matland, por su parte, enfatiza que hay tres tipos de implementación: administrativa, donde el principio central establece que los resultados de los programas están determinaos en gran medida por la disponibilidad oportuna de los recursos necesarios; política, donde el principio dice que los resultados están determinados por el poder y el compromiso político; y experimental, donde el principio afirma que las condiciones contextuales de diversa magnitud son las que dominan el proceso. En estos tres escenarios hay ambigüedad en cuanto a los objetivos de la política y el conflicto latente entre actores, con lo cual rara vez las políticas y programas se ejecutan como fueron diseñados y aprobados (Matland, 2013, p. 340).

Con base en las anteriores tres tipologías, es importante destacar que en la implementación de todo plan o política existen influencias oficiales

(políticos, ciudadanía, burócratas, normas y estatutos) e influencias no oficiales (grupos de presión, *lobbies*, medios) que, en función de sus intereses y del juego político, terminan con productos intencionados y no intencionados y, a la larga, con un perfil de política poco, mucho o nada parecido al de su diseño original o, peor aún, con serias diferencias en cuanto a costos, cantidades, calidad y cronogramas establecidos (es decir, las llamadas 4C).

La implementación de las políticas y los planes ha alcanzado tal trascendencia en la construcción de futuro que algunas instituciones, como el Banco Mundial, se refieren al tema como *the science of delivery* («la ciencia de la entrega»). A partir de la experiencia acumulada por el Banco Mundial, María González de Asís y Michael Woolcock (2015) han identificado algunas lecciones y principios. Dentro de las primeras destacan:

- Toda implementación es compleja: no es lineal, ni mecánica, ni replicable automáticamente.
- Implementar no es una cuestión puramente técnica, ni de recursos ni de leyes: es coordinar y cooperar.
- Aunque el diseño y la evaluación sean perfectos, la implementación puede fracasar: «el camino está lleno de piedras».
- Los incentivos, la participación y el monitoreo en tiempo real son fundamentales en la implementación.
- Los indicadores cuantitativos de desempeño son insuficientes para medir procesos de implementación que de por sí son cualitativos.
- La estabilidad presupuestaria y la flexibilidad en la ejecución son requisitos primordiales.
- La coordinación de actores e instituciones es clave en toda implementación, es decir, se debe «remar para el mismo lado».
- La capacidad de adaptación a situaciones locales y regionales, aprovechando el conocimiento tácito de las comunidades, determina una buena implementación.

Asimismo, dentro de los principios, González de Asís y Woolcock resaltan:

- La implacable búsqueda de resultados en la gente durante toda la fase de implementación.
- El liderazgo comunitario efectivo mediante todo tipo de incentivos.
- La respuesta multidimensional, multisectorial y multiactores.
- Y, claro está, tal como dice el lema que se incluye en el portal de Coneval de México: «Lo que se mide, se puede mejorar» (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, Coneval, s. f.).

En síntesis, siempre existirá un compromiso dual entre los resultados de corto y largo plazo, pero no hay excusa para que no se obtengan resultados en ambos momentos. Sin embargo, la urgente conquista de resultados en el corto plazo no puede sacrificar los de mediano o largo plazo. No se trata de ganar la batalla (corto plazo) y perder la guerra (largo plazo), o de pretender ganar la guerra sin lograr avances con las batallas.

De todas formas, cuando existen acciones correctivas oportunas con el monitoreo y la evaluación, los problemas serán menores si tales acciones se efectúan más temprano que tarde. Los resultados a corto plazo tienen por lo demás la virtud de generar confianza para inversiones o escenarios de largo plazo. Es decir, la estrategia de largo plazo requiere resultados a corto plazo. De lo contrario, el respaldo y la credibilidad en las «visiones» de futuro se verán seriamente afectados.

6.10 Planificación y prospectiva con innovación social: la fuerza de la sociedad civil y la subsidiariedad

Desde el Estado y el mercado se habla mucho de innovación, pero poco de la que se origina desde la sociedad civil. Aún más, el concepto de innovación tiene un sesgo empresarial como fuente del cambio tecnológico. Frente a esto, la innovación social constituye el tercer vértice de lo que Philippe Aghion, Céline Antonin y Simón Bunel en su libro *The power of creative destruction* (2021) denominan el «triángulo mágico». El crecimiento y la equidad dependen fundamentalmente de la forma como se refuercen y complementen cada una de las tres partes de ese triángulo Estado-mercado-sociedad civil.

Por su parte, Sanders, Mulgan, Rushanara y Tucker definen la innovación social como «los cambios sociales que se producen en tres áreas complementarias: el territorio, la calidad de vida de sus habitantes, junto a las condiciones de trabajo y empleo. Son nuevas ideas que funcionan» (2007, p. 8). Dichos cambios son, en el fondo, soluciones innovadoras a problemas sociales y ambientales, prácticas que posibilitan la respuesta a necesidades no satisfechas de la sociedad mediante novedosos procesos de integración, nuevas competencias, nuevos trabajos y nuevas formas de participación que contribuyen a mejorar la posición de las personas en la fuerza laboral.

La literatura al respecto reconoce en la innovación social un proceso que articula secuencialmente las fases de diagnóstico del problema y de relevamiento de las preguntas clave: propuestas e ideas; testeo de las ideas en la práctica; financiamiento, crecimiento y difusión; y, finalmente, cambio sistémico mediante la interacción de muchos elementos, incluidas las nuevas formas de pensar y hacer las cosas.

Las prácticas sobre innovación social cubren un amplio abanico: talleres, trabajos de campo, modelos de asociación, participación comunitaria, P2P o redes de pares en procura de un objetivo común, coalición de actores, modelos de aprendizaje cognitivo, modelos de aprendizaje conductual, y reconocimiento y reforzamiento de los valores culturales de la comunidad. Sin estas prácticas es imposible hablar de cambios en el tejido social para aumentar su bienestar. Ellas, para generar valor social, presuponen el aumento de las relaciones sociales, las sinergias y los encadenamientos entre los tres elementos del mencionado triángulo.

La innovación social trabaja como puente hacia un cambio adaptativo no exento de retos, por cuanto debemos reconocer que la solución está más allá de nuestro actual repertorio de conocimientos. El trabajo adaptativo requiere un aprendizaje difícil, por cuanto las personas que tienen un problema son a la vez el problema y su solución: el trabajo adaptativo genera desequilibrio y evasión, y toma tiempo para dar resultado en forma efectiva (Fullan, 2006, p. 22).

En consecuencia, la innovación no debe asociarse únicamente con la tecnología porque la mayoría de prácticas de innovación social son de naturaleza organizacional, cívica, social, comunitaria, cultural y de socia-

lización sobre la forma en que interpretamos nuestra vida cotidiana y nos proyectamos como comunidad y como país.

Por dichas razones, la innovación social se suele enmarcar en la llamada economía social, que articula cuatro componentes: el Estado, el mercado, las familias y *the grant economy* o economía del financiamiento, las donaciones y las subvenciones a las ideas y proyectos desde el mundo sin fines de lucro, donde se combinan relaciones informales con provisiones formales replicables y escalables.

La innovación social en dichos términos se relaciona con el principio de subsidiariedad en su doble significado: las entidades superiores deben dejar actuar o delegar acción a las entidades inferiores (individuos y comunidades locales) que tienen la fuerza, la voluntad y los medios. Pero, también, las entidades superiores deben ayudar a las entidades inferiores cuando estas no se bastan o no pueden protegerse a sí mismas: dejar actuar, pero también ayudar. Es aquí donde entra en juego la articulación entre el triángulo mágico y la subsidiariedad para lograr el equilibrio y la autonomía de la acción desde la base (Delsol, 2021a).

A partir de las enormes posibilidades que ofrece la sociedad civil para brindar soluciones innovadoras a problemas concretos de la comunidad, el reto para la planificación y la prospectiva es cómo incorporarla en sus planes de manera efectiva como «círculos de apoyo» con subsidiariedad, círculos que conectan gente o mueven la acción colectiva para materializar los objetivos propuestos. Esta parte del triángulo ha estado ausente en la estrategia y no se le dado todo el peso que merece. Se le ha dejado desarticulada, a pesar de que en la construcción de futuro su contribución es fundamental. Por lo tanto, modificar esta vieja práctica con mayor innovación social es crucial, por cuanto a mayor innovación social mayores posibilidades de innovación tecnológica y viceversa.

6.11 La toma de decisiones: el rol más importante del planificador y el *homo prospectus* en la Revolución 4.0

Tomar decisiones —y decisiones ojalá acertadas— es una de las cuestiones más difíciles para el ser humano. Es difícil en el nivel individual, pero

igual sucede en el plano colectivo, con consecuencias aún mayores porque involucran a toda la sociedad. ¿Qué quiero? ¿Cuál camino tomar? ¿Cómo puedo cambiar las cosas? ¿Cómo anticipo el futuro? Estas cuatro, entre muchas otras preguntas, están en el centro de las preocupaciones de las personas, de los planificadores y de los responsables de la prospectiva. Las respuestas no son fáciles y no hay un recetario común. Cada persona y cada país tienen que aprender y vivir su propia experiencia de resultados, satisfacciones, éxitos y fracasos. ¡No hay otro camino!

Se dice que los estadunidenses tienden a un enfoque de prueba y error: hacen, fracasan, aprenden de sus errores, desarrollan teorías y vuelven a comenzar. Por el contrario, los europeos suelen empezar adquiriendo teorías y luego hacen; si fracasan, analizan, mejoran y repiten. Este parece ser el enfoque de Alemania y los países nórdicos.

En lo personal, la gente ignora las cosas que influyen en sus acciones, aunque raramente se siente ignorante. El tomador de decisiones sobre asuntos públicos suele actuar de esa manera. Y todos somos muy hábiles para inhibir acciones, lo cual complica la toma de decisiones.

Nuestras decisiones, lo enfatiza la teoría de la complejidad, son producto de la *interacción* dinámica entre la mente y el contexto. La psicología y la neurociencia aportan nuevas explicaciones, donde intervienen la intuición, el sentido común, los sentimientos, los sentidos, las normas sociales, los mapas conceptuales, los modelos mentales y, claro está, dependiendo del tipo de toma de decisión, las técnicas analíticas tipo costo-beneficio, multicriterio y de optimización, como la programación lineal para reducir costos o maximizar ganancias.

«El pasado es pasado», dice el refrán, con lo cual damos a entender que, una vez acaecido, iniciamos un nuevo ciclo para el cual hemos acumulado poco aprendizaje, lo que abre la posibilidad de cometer los mismos errores o repetir prácticas sin hacer el cambio, el giro, la transformación. Simplemente, nos conformamos con corretear por la pista como un avión sin hacer el *take off* o despegue, a lo sumo llegamos a un vuelo bajo, lejos de la altura de los más avanzados.

La energía que se necesita no la inyectamos en la toma de decisiones para lograr los propósitos anunciados. Una prueba de ello es la larga lista

de planes de desarrollo y planes prospectivos durante los últimos setenta años en América Latina que cada país ha elaborado y se quedaron a mitad de camino de lo prometido, o fueron rápidamente abandonados al poco tiempo de nacer.

¿La razón? Hay muchas. Pero el bajo sistema político y la escasa institucionalidad están entre las primeras, también la indecisión. Tal como dijo Friedrich Nietzsche: «Solo cuando construimos el futuro tenemos derecho a juzgar el pasado».

El recorrido que hemos hecho desde la disyunción o fragmentación y, por la complejidad y los diferentes esquemas de valores para enfrentar problemas, como los criterios de Steven Johnson para la toma de decisiones con visión de futuro, hasta llegar a la inteligencia y el *big data*, han sido una forma de aproximarnos a esta cuestión desde diversos ángulos.

Los ambientes con incerteza, incertidumbre, riesgo y sesgos hacen aún mucho más complicada la toma de decisiones. Apenas estamos conociendo nuestro cerebro y sus infinitas redes neuronales, y los avances en cuanto a la complementariedad entre cerebro y máquina son un mundo fascinante que va más allá de escoger una opción entre varias posibles. Lo único nuevo, como decía William Starbuck, es que «decisión implica el fin de la deliberación y el comienzo de la acción». Y aquí, la comprensión de lo estratégico, lo táctico y lo operativo mantiene todo su valor y preponderancia al enfatizar la coordinación y relevancia de lo prioritario.

Los métodos en las decisiones programadas (cuando hacen frente a problemas bien definidos y rutinarios) y en las decisiones no programadas (cuando enfrentan sucesos inesperados e inusualmente importantes), así como la distinción entre problemas estructurados, semiestructurados y no estructurados, son referentes valiosos para una acertada toma de decisiones.

Sea cual fuere la forma de hacerlo, siempre en la toma de decisiones debemos tener en cuenta la energía de la intuición, la imaginación, la creatividad, el criterio personal del decisor y el buen discernimiento sobre el uso del *big data*. Antes de esta Cuarta Revolución, el problema de la información se anteponía como dificultad para cerrar el ciclo de información-decisión-acción. Hoy en día, no es excusa y es un elemento a favor de

la toma de decisiones, aunque no exento de nuevos retos en términos de nuevas habilidades. Claro está, sin olvidar que las decisiones efectivas que contribuyen a un mayor bienestar de las personas se sustentan en diagnósticos acertados.

Alessandro Baricco, el gran novelista italiano, en su libro *The game* (2019), al analizar la mutación que sufre nuestra sociedad con el impacto de las nuevas tecnologías, considera que la toma de decisiones es un nuevo juego al cual debemos adaptarnos con las mejores herramientas disponibles, pero con mayor creatividad e innovación. Los *homo hackers* forman parte de los nuevos innovadores: son individuos proactivos porque están ampliando las posibilidades del futuro al profundizar la dimensión del «conocimiento abierto».

La insurrección digital, para Baricco, ha sido «un movimiento casi instintivo, casi una brusca torsión mental». Y se hizo construyendo instrumentos y herramientas nuevas, pero con algunas disfunciones, como las habilidades nuevas para el *game*, la concentración de poder y el esfuerzo del humanismo para alcanzarlo.

6.12 El plan como símbolo: perspectiva epistemológica para construir el «norte»

El cartesianismo originó el triunfo del signo (conocimiento) sobre el símbolo (representación mental de una realidad) y del concepto sobre la imaginación, ya que se consideraba a estos dos últimos —símbolo e imaginación— inductores de errores. Como se analizó desde un principio, en el *Discurso del método,* Descartes señaló la importancia de distinguir entre lo verdadero y lo falso, y al referirse a las opiniones manifestó al final de la primera parte, en «Consideraciones sobre las ciencias», la necesidad de tener «casi por falso todo lo que no fuera más que verosímil» (1999, p. 36). Es decir, todo lo que fuera razonamiento lógico carecía de verosimilitud. Él descartaba que las certidumbres humanas pudieran construirse a partir de nuestros sentimientos y vivencias subjetivas. De un tajo separó mente y cuerpo. Así, ensalzó el concepto y postergó la imagen (Sola-Morales, 2014).

Esa forma de pensar, que se hereda hasta nuestros días, separa el concepto de la imagen, cuando en el fondo son dos elementos o facetas del símbolo, como el rasgo más propio del intelecto humano que es por excelencia la *función de simbolización.* Tal como lo enfatiza Sola-Morales, el símbolo es antropológica y ontológicamente el fundamento mismo del pensamiento humano.

Según esta autora, «pensamos *en* y mediante símbolos, utilizamos imágenes y palabras que nos permiten evocar ideas, expresar sentimientos, comunicarnos e interactuar con *otros* y comprender el entorno circundante» (Sola-Morales, 2014). Así, todo acceso a la realidad humana está mediado por algo, sea el lenguaje, una imagen o un símbolo. Hay una hermenéutica simbólica. Por ello, para algunos autores, como para el sociólogo alemán Jürgen Habermas, el habla significa acción comunicativa, espejo y construcción social de la realidad.

En clave con lo anterior, el plan de desarrollo o el plan prospectivo, como símbolos, son un medio o mediaciones para conectar o poner en sintonía personas y la realidad psicosocial en que se encuentra inmerso. El ser humano necesita estas mediaciones, palabras, textos, imágenes o símbolos para comprender el mundo que habita y comunicarse con él. El plan es un artefacto semiótico, y como herramienta simbólica podemos aproximarnos a través de él a fenómenos de gran complejidad o a la cotidianidad de los problemas.

A la urgente construcción del futuro le corresponde abandonar el enfrentamiento de los dualismos imaginación-razón y subjetividad-objetividad. El pensamiento y la realidad humana no pueden ser reducidos al pensamiento logocentrista (que enfatiza el *logos* o el concepto), pero tampoco a la imaginación (que otorgaría una mayor importancia al símbolo o a la imagen). Ambas facetas se complementan y deben ser integradas con un enfoque dialéctico de lo humano (Sola-Morales, 2014).

El plan de futuro debe ser un portador de símbolos y no un simple elemento de señalización, descripción o sensibilización. Debe ser, por el contrario, portador compartido de pensamientos de cambio y de transformación que trascienda, como en las obras arquitectónicas, una o varias

administraciones; en lo ideal, una o varias generaciones. Es la estrategia lo que prima como símbolo explícito fundamental de todo plan.

El carácter multiplánico del símbolo —relación entre significante y significado, entre objeto e intérprete— tiene un riesgo. Como decía Umberto Eco: «Nunca te enamores de tu propio zepelín». Al pretender la exploración del futuro, el plan se encadena a las circunstancias de su tiempo con sus ideas y conceptos dominantes.

El símbolo del plan, al igual que el signo de la arquitectura, como proceso cultural y comunicacional y como análisis semiótico que transmite inspiración, movilización, respeto, valores y rutas, es un camino o una guía que aglutina a la sociedad en un constante devenir.

Sin embargo, y lamentablemente, por la forma de su elaboración el símbolo del plan no es documento portador de significados culturales y políticos heterogéneos. Ha perdido la fuerza para brindar soporte al cambio y también la cualidad de estar más allá de su propia existencia física como documento de corta vida.

Si se coincide con los signos del diagnóstico y contamos con los signos de las herramientas para encarar los problemas, la solución está en nosotros. Estos signos han estado ausentes o disociados.

El signo del plan pierde la función relacionada con la epistemología como base de una teoría del conocimiento. Es imposible lograrlo reinventando cada cuatro años planes sin continuidad, donde hay una función burocrática práctica y utilitaria que prima sobre la función de aprendizaje continuo.

Así, la función social se subyuga a la función lógica, y una de carácter transformador de carácter filosófico general a la de práctica rutinaria. Integrar el pensamiento lógico con el simbólico permite a la planificación comprender mejor la realidad y la humanidad del hombre en el marco específico de una cultura.

En consecuencia, repensar y construir el futuro recuperando el profundo contenido de los planes como *símbolo* y como *concepto* es nuestra última reflexión.

Conclusión y reflexión final

La teoría de la complejidad con sus profundos mensajes nos invita a repensar y complementar nuestras tradicionales aproximaciones para la resolución de problemas y la toma de decisiones. Sus principios nos ayudan a comprender y ver, desde otro ángulo, la incertidumbre. No se trata de colocar la racionalidad por encima de la realidad, como pregonaba Descartes, sino de aprender a convivir con futuros inciertos. Tampoco se trata de sustituciones, sino de complementariedades; mucho menos se busca simular y convertir todo en un algoritmo. La fuerza de las ideas de la complejidad se sustenta en la interacción y en la integración de las partes. Con esto en mente, sus fundamentos pueden ser muy útiles en el momento de hacer política pública y planificación.

La hipótesis de estudio de este ensayo ha sido que, si el objeto de las políticas públicas son sistemas complejos, entonces su comprensión y análisis se benefician ostensiblemente cuando conocemos y aplicamos los conceptos y métodos de trabajo de la teoría de la complejidad.

Todas las políticas públicas son por excelencia sistemas complejos, por cuanto en ellas: interactúan múltiples agentes heterogéneos; hay diversas maneras de interconexiones; existen diferentes escalas y niveles de agregación; prevalece la incertidumbre y el azar; está presente la subjetividad y un entorno no determinista; se dan causalidades circulares difíciles de precisar; y se experimentan retroalimentaciones positivas y negativas entre sus involucrados, haciendo que en conjunto evolucionen, se adapten y presenten conductas emergentes sin que existan para ello leyes fundamentales generales.

En consecuencia, en los capítulos 1 a 4 se han rescatado como grandes mensajes de la complejidad los siguientes: las ideas de la interacción sinergética para lograr que *el todo sea mayor que la suma de las partes*; la importancia de mirar el desarrollo como una serie de múltiples escalas o niveles que necesitan ser integrados para potenciar sus capitales; el apremio por explorar con una planificación menos rígida, menos lineal y más desde abajo hacia arriba;

la necesidad de propiciar el rol de los actores con interacciones para que el resultado sea más efectivo; y, además, la ventaja que significa para la planificación un trabajo más en red y menos en directrices y mandatos.

En otras palabras, la complejidad señala que la anhelada y frustrada autoorganización de nuestras comunidades locales no surge del *blueprint* y tampoco es designada. La complejidad surge de la forma como se articulen los actores y como se integren las instituciones, pero, fundamentalmente, de la cohesión con la cual trabajen los sectores. Es decir, el mensaje final es: mayor intersectorialidad, mayor interinstitucionalidad, mayor interdisciplinariedad, mayor interdependencia y mayor interconectividad.

De los planteamientos de la complejidad aprendemos que los ejercicios de planificación y las políticas públicas deben reconocer y promover, a través de mejores diseños, la capacidad de autodirección de agentes y organizaciones, superando la tradicional práctica de predefinir desde la cúspide y desde el centro metas predeterminadas a través de rutas predefinidas, con abandono de los incentivos.

No menos trascendental es reconocer en toda intervención las características del entorno y utilizar la diversidad o heterogeneidad de los actores como un activo, en razón de que brindan robustez al sistema, permiten una mejor adaptación y promueven la innovación y la creatividad. En definitiva, de la forma como interactúen y se integren los actores y las instituciones en su respectivo entorno, dependerá el valor público de cualquier intervención sobre nuestro sistema social, económico y ambiental.

Dado lo anterior, el capítulo 5, en el contexto de la particular forma de hacer planificación y prospectiva en América Latina y el Caribe, trata de sintetizar las ideas centrales, los fundamentos y las categorías de la inteligencia artificial como el mayor punto de inflexión en la historia de la humanidad.

Así como hubo una era de tecnologías de transformación de materiales —como piedra, bronce y hierro— en herramientas de progreso, una era de transformación de energía —del agua, el vapor, la electricidad y la combustión— en máquinas y vehículos que revolucionaron el mundo, y una era corta de los datos y la comunicación con profundos avances en las formas de interrelación, hoy en día nos envuelve y transforma una era de

innovación, tecnologías disruptivas y algoritmos con un impacto y rapidez nunca antes vistos.

Esta última era, a la que se ha llamado Cuarta Revolución Industrial está constituida por la fuerza irruptora de la inteligencia artificial, que involucra mucho más que las ciencias de la computación y las matemáticas. Una de sus particularidades ha sido la contribución a su desarrollo de muchos otros saberes, como la psicología, la filosofía, la economía, la neurociencia, la lingüística, la ingeniería, la física y, claro está, los sorprendentes avances de la computación con el *big data,* la robotización y las aplicaciones de los algoritmos en casi todos los ámbitos del quehacer humano.

Otra singular diferencia de la inteligencia artificial con las anteriores tres revoluciones tecnológicas es que su penetración y acceso están en nuestras manos con los celulares inteligentes y sus múltiples aplicaciones, que llegan a conocernos mejor que nosotros mismos —*phono sapiens*— y donde las variables distancia y tiempo cambiaron la forma de concebir los fenómenos.

De la manera más didáctica posible, en el texto se han analizado los sistemas expertos para solucionar problemas específicos y las categorías *machine learning* y *deep learning* como oportunidades para aumentar productividad y competitividad y como retos en términos de habilidades para minimizar sus efectos sobre el empleo.

En el recuento histórico, se analizaron dos grandes enfoques del desarrollo de la inteligencia artificial: el conexionismo, sustentado en las redes neuronales, en el intento de «aprender» patrones y comprender eventos emergentes; y los sistemas formales que simulan o esquematizan el razonamiento humano a partir de reglas formales del tipo «Si..., entonces».

Un espacio especial ocupa el compendio de connotados pensadores sobre los riesgos y las relaciones entre la inteligencia artificial, la mente, el cerebro humano y los sentimientos morales. La irremplazable característica del desarrollo mental del *homo sapiens* es la cadena de interacciones con su entorno, su cuerpo, el sistema perceptivo y el sistema motor. Esta cadena es la gran ventaja y la diferencia del ser humano con las máquinas.

Así, la imaginación, la ficción, la metáfora, la alegoría, el sentido común y el peso significativo de las emociones en la toma de decisiones son

aspectos insustituibles que juegan en favor de los seres humanos. Tal como dicen Mikael Krogerus y Roman Tschäppeler, «en el futuro lo normal será convencer a la gente con imágenes y emociones más que con argumentos» (2008, p. 116).

Al final, brevemente se ha recogido, a manera de reflexiones o aprendizajes, más que de mensajes, un conjunto de ideas que se consideran fundamentales para disminuir rezagos, corregir brechas y enfrentar la perversa «trampa» de la alta desigualdad y el bajo crecimiento que caracteriza a América Latina y el Caribe. Educación y habilidades se identifican como las vías prioritarias para salir del entrampamiento y alcanzar los factores más estratégicos para el desarrollo.

Bibliografía

Acemoglu, D. (2021). *Forward thinking on technology and political economy.* [Podcast]. McKinsey Global Institute's Forward Thinking.

Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2018). The race between man and machine. Implications of technology for growth, factors shares, and employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488-1542.

Acemoglu, D. y Robinson, J. A. (2012). *Por qué fracasan los países. Los orígenes del poder, la prosperidad y la pobreza*. Barcelona: Deusto.

Acosta, M., Zapata, M., López, P., Moreno, M. V. y Moscovich, L. (2022). *Explorando futuros. Guía para impulsar el cambio, anticipándose a tendencias.* Buenos Aires: Co_Lab, Laboratorio de Aceleración, PNUD Argentina.

Adelman, J. (2013). *Worldly philosopher: The odyssey of Albert O. Hirschman.* Nueva Jersey: Princeton University Press.

Aghion, P., Antonin, C. y Bunel, S, (2021). *The power of creative destruction.* Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University Press.

Aguilar Roblero, R. (2015). El sistema de posicionamiento cerebral: Premio Nobel en Fisiología y Medicina 2014. *Revista de la Facultad de Medicina*, 58(3).

Aguilar Villanueva, Luis F. (ed.) (1992). La hechura de las políticas. En *Antologías de política pública* (pp. 13-34). México: Fondo de Cultura Económica.

Aguilar Villanueva, L. F. (2005). Estudio introductorio. En Giandomenico Majone, *Evidencia, argumentación y persuasión en la formulación de políticas* (pp. 13-34). Trad. E. Suárez. México: Fondo de Cultura Económica.

Aguilar Villanueva, Luis F. (2006). *Gobernanza y gestión pública*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

Akerloff, G. A. y Shiller, R, J. (2009). *Animal spirits. Cómo influye la psicología humana en la economía*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.

Albi, E., González-Páramo, J. M. y López, G. (1997). *Gestión pública: fundamentos, técnicas y casos*. Barcelona: Ariel Economía.

Alonso-Concheiro, A. (2007). *La prospectiva en Iberoamérica*. En *Encuentro Internacional de Prospectivistas Iberoamericanos «Desafíos futuros de Iberoamérica»*, Ciudad del Carmen, Federación Mundial de Estudios de los Futuros, Red Escenarios y Estrategias en América Latina, Universidad Autónoma del Carmen, México, del 5 a 7 de noviembre.

Americas Society, Council of the Americas y Control Risks (2021). *Informe. El índice de capacidad para combatir la corrupción (CCC). Evaluando la capacidad de América Latina para detectar, castigar y prevenir la corrupción.* Washington D. C.

Anderson, Philip W. Arrow, Kenneth J. y Pines, David (1988). *The economy as an evolving complex system*. Santa Fe, New México: West View Press.

Arendt, Hannah (2019). ¿Qué es la política? Buenos Aires: Ariel.

Argyris, C. y Schön, D. (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*. Nueva York: Reading, Addison-Wesley.

Arrighi, G. (1994). *The long twentieth century*. Londres: Verso.

Arrow, K. (1962). The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, *29*, 155-173.

Arroyo Pérez, Eduardo (2012). *Boltzmann. La termodinámica y la entropía*. Navarra: Editec.

Arthur, Bryan, Durlauf, Steven N. y Lane, David A. (1997). Introduction: Process and emergence in the economy. En *The economy as an evolving complex system II*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.

Asamblea General de las Naciones Unidas (2015). *Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. Nueva York: Naciones Unidas.

Atria, R. y Siles, M. (eds.) (2003). *Capital social y reducción de la pobreza en América Latina y el Caribe: en busca de un nuevo paradigma*. Santiago de Chile: Cepal y MSU.

Axelrod, R. y Cohen, M. D. (2000). *Harnessing complexity. Organizational implications of a scientific frontier*. Nueva York: Perseus Books Group.

Axtell, R. L. y Epstein, J. M. (1996). *Growing artificial societies: Social science from the bottom up*. Washington, D. C.: Brookings Institution Press.

Azqueta Oyarzún, Diego (2007). *Introducción a la economía ambiental* (2.ª ed.). Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Azqueta Oyarzún, Diego (2021). *Los servicios de los ecosistemas en América Latina: ¿motor de desarrollo?* Madrid: Universidad de Alcalá-Instituto Universitario de Investigación.

Bamberger, Michael, Vaessen, Jos y Raimondo, Estelle (eds.) (2016). *Dealing with complexity in development evaluation. A practical approach*. California: Sage.

Banco Mundial (2008). *Informe sobre el desarrollo mundial. Agricultura para el desarrollo*. *Panorama general*. Washington D. C.: Banco Mundial.

Bárcena, A.(2009). Competitividad: visión de organismos regionales. En *Foro de Competitividad de las Américas III*. Cepal. Santiago de Chile, 28 de septiembre.

Barico, A.(2019). *The game.* Barcelona: Editorial Anagrama.

Bar-Yam, Y. (1997). *Dynamics of complex systems*. Oxford: Westview. Recuperado de http://necsi.org/publications/dcs/index.html

Baumgartner, Frank R. y Jones, Bryan D. (1993). *Agendas and instability in American politics*. Chicago: The University of Chicago Press.

Baumgartner, Frank R. y Jones, Bryan D. (2013). Agendas and instability. En Theodoulou, Stella Z. y Cahn, Matthew, *Public policy. The essential reading* (2.ª ed.) (pp. 151-157). Jersey: Pearson Education.

Beckett, S. (1952/1940). *Esperando a Godot*. París: Éditions de Minuit.

Beinhocker, E. D. (2006). *The origin of wealth. Evolution, complexity and the radical remaking of economics*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.

Benjamins, R. y Salazar, I.(2020). *El mito del algoritmo. Cuentos y cuentas de la inteligencia artificial.* Madrid: Ediciones Anaya Multimedia.

Berger, Gaston (1957). Sciences humaines et prévisión. *Reveu des Deux Mondes*, (3).

Berger, Gaston (1964). L'attitude prospective. En *Prospective. Phénomenologie du temps et prospective*. París: PUF.

Bezos, Jeff (2021). *Crea & Divagas. Vida y reflexiones de Jeff Bezos*. Prólogo de Walter Isaacson. Santiago de Chile: Paidós.

Biblia (1994). *La Biblia de estudio. Dios habla hoy*. Sociedades Bíblicas Unidas y Celam.

BID (2020). *La inteligencia artificial al servicio del bien social en América Latina y el Caribe. Panorámica regional e instantáneas de doce países*. Washington: BID.

BID, IICA y Microsoft (2021a). *Conectividad rural en América Latina y el Caribe: un puente al desarrollo sostenible en tiempos de pandemia*. San José, Costa Rica: Gerencia de Comunicación Institucional.

BID, IICA y Microsoft (2021b). *Habilidades digitales en la ruralidad: un imperativo para reducir brechas en América Latina y el Caribe*. San José, Costa Rica: Gerencia de Comunicación Institucional.

Blondel, Maurice (1893). *L'action. Essay d'une critique de la vie et d'une science de la practique*. París: Bibliothéque de Philosophie Contemporaine y Alcan.

Boisier, Sergio (1998a). *Desarrollo territorial descentralizado*. Santiago de Chile: Ilpes.

Boisier, S. (1998b). *Post-scriptum sobre desarrollo regional: modelos reales y modelos mentales.* Santiago de Chile: Ilpes.

Boisier, S. (2003). *Sociedad del conocimiento, conocimiento social y gestión territorial*. Documento de trabajo 5. Sevilla: Instituto de Desarrollo Regional y Fundación Universitaria.

Borges, Jorge Luis (1978). *Borges oral. Emanuel Swedenborg*. Conferencia en Universidad de Belgrano, 9 de junio. Buenos Aires: Emecé y Editorial de Belgrano.

Boulton, J. G. y Allen, P. (2007). The complex face of god. En K. A. Richardson y P. Cilliers (eds.). *Explorations in complexity thinking. Pre-proceedings of the 3rd International Workshop on Complexity and Philosophy* (pp. 262-278). Manfield: ISCE Publishing.

Boulton, J. G., Allen, P. M. y Bowman, C. (2015). *Embracing complexity*. *Strategic perspectives for an age of turbulence*. Oxford University Press.

Bovair, T. y Kenny, R. (2015). Managing complex adaptive systems to improve public outcome in Birmingham, UK. En R. Geyer, & P. Cairney (Eds.). *Handbook on complexity and public policy* (pp. 261-283). Cheltenham, UK, y Northhampton, MA: Elgar Publishing Limited.

Brossi, Thomas, Dodds, Tomas y Passeron, Ezequiel (eds.) (2019). *Inteligencia artificial y bienestar de las juventudes en América Latina.* Santiago de Chile: Lom Ediciones.

Byrne, D. & Callaghan, G. (2014). *Complexity theory and the social sciences*. *The state of the arts*. Nueva York: Routledge.

Byung-Chul Han (2021). *No-cosas. Quiebras del mundo de hoy*. Santiago de Chile: Penguin Random House y Grupo Editorial Taurus.

Caballero Argáez, Carlos (27 de febrero de 2019). Los 15 planes de desarrollo que marcaron la hoja de ruta de la economía nacional. *La República*. Bogotá.

Cabrillo, Francisco (2006). *Economistas extravagantes. Retratos al aguafuerte*. Madrid: Libertad Digital.

Cárdenas, J. P., Olivares, G., Cabrera, F., Alfaro, R, Goya, D., Samaniego, H., Gilbert, J. y Palacios, A. G. (2014). Redes complejas: un caso de estudio sobre colaboración científica. En *Las rutas de la complejidad* (pp. 177-210). Valparaíso: Instituto de Sistemas Complejos de Valparaíso.

Carderera Soler, Fernando (2011). *Política científica y tecnológica de Finlandia: nuevas tecnologías y sociedad de la información en Finlandia*. Cataluña: Cuadernos CAC.

Carroll, Sean B. (2018). *Las leyes del Serengeti. Cómo funciona la vida y por qué es importante saberlo*. Barcelona: Debate.

Case, Anne y Deaton, Angus (2020). *Muertes por desesperación y el futuro del capitalismo*. Bilbao: Deusto.

Castells, M. y Himanen, P. (2001). *The Finnish model of the information society*. Helsinki: Sitra.

Cavalcanti, C. (2018). De la economía convencional a la economía ecológica: el significado de Nicholas Georgescu-Roegen y la Encíclica *Laudato* Sí' del papa Francisco. *Gestión y Ambiente*, (21, supl. 1), 49-56.

Cecchini, S. y Madariaga, A. (2011). *Programas de transferencias condicionadas. Balance de la experiencia reciente en América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile: Cepal-Naciones Unidas.

Cecchini, S., Villatoro S. y Pablo-Mancero, X. (2021). El impacto de las transferencias monetarias no contributivas sobre la pobreza en América Latina. *Revista Cepal*, (134), 7-32

Cimoli, Mario y Porcile, Gabriel (2015). Productividad y cambio estructural: el estructuralismo y su diálogo con otras corrientes heterodoxas. En *Neoestructuralismo y corrientes heterodoxas en América Latina y el Caribe a inicios del siglo XXI*. Santiago de Chile: Cepal.

Cimoli, M., Dosi, G. y Stiglitz J. (2008). *The Political Econonomy of Capabilities Accumulation: the Past and Future of Policies for Industrial Development. Laboratory of Economics and Management.* Sant´Anna School of Advances Studies (LEM). Working Paper Series July 2008/15. Pisa: Italy

Cimoli, M., Dosi, G. y Stiglitz, J. (Eds.) (2009). *Industrial Policy and Development. The Political Economy of Capabilities Accumulation.* Oxford: Oxford University Press

Cobin, J. M. (1999). *Ensayos sobre temas modernos de la economía de mercado*. Santiago de Chile: Universidad Finis Terrae.

Colander, D. y Kupers, R. (2014). *Complexity and the art of public policy. Solving society's problems from the buttom up*. Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Cepal (2000). *Símbolos de América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile: Cepal.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Cepal (2012). Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada del desarrollo. En *34 Período de Sesiones*. San Salvador, 27-31 de agosto.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Cepal (2016). Horizontes 2030. La igualdad en el centro del desarrollo sostenible. En *36 Periodo de Sesiones*. Ciudad de México: Cepal.

Comisión Económica Para América Latina y el Caribe, Cepal (2018a). *Datos, algoritmos y políticas*. Santiago de Chile: Cepal.

Comisión Económica Para América Latina y el Caribe, Cepal (2018b). *Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Cepal.

Comisión Económica Para América Latina y el Caribe, Cepal (2018c). La ineficiencia de la desigualdad. En *37 Periodo de Sesiones* (pp. 169-184). La Habana: Cepal.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Cepal (2020). *Panorama social de América Latina*. Santiago de Chile: Cepal.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Cepal (2021a). Facilitación, comercio y logística en América Latina y el Caribe. *Boletín 387. Oportunidades y desafíos para la implementación de blockchain en el ámbito logístico de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Cepal.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Cepal (2021b). Instituciones resilientes para una recuperación transformadora pospandemia en América Latina y el Caribe. Aportes para la discusión. En *XVIII Reunión del Consejo Regional de Planificación del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social* (Ilpes). Santiago de Chile: Cepal.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Cepal (2022). *Repercusiones en América Latina y el Caribe de la guerra en Ucrania: ¿Cómo enfrentar esta nueva crisis?* Santiago de Chile: Cepal.

Comisión Europea (2001). *La gobernanza europea: un libro blanco*. Bruselas: Comisión Europea.

Comisión Europea (2020). *Libro blanco de la inteligencia artificial*. Bruselas: Comisión Europea.

Comisión Europea. Dirección General de Redes, Contenidos y Tecnología de Comunicaciones (2020). *Towards a European strategy on business-to-governmentt data sharing for the public interest*. Expert Group on B2G Data Sharing Comisión Europea. Recuperado de https://bit.ly/3UtCU5j

Concheiro, A. A. y Medina Vásquez, J. (2013). *Eleonora Barbieri Masini. Alma de los estudios de los futuros*. México: Fundación Javier Barros Sierra.

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, Unctad (2021). *Informe sobre tecnología e innovación*. Ginebra: Unctad.

Conferencia Episcopal de Chile (2015). *Laudato si'. Carta encíclica de S. S. Francisco sobre el cuidado de la casa común*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, Coneval (s. f.). Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Recuperado de http://www.coneval.org.mx/paginas/principal.aspx

Consejo Nacional de Inteligencia (2008). *Global trends 2025. A transformed world*. Washington, D. C.

Contreras, E. y Diez, C. (2015). *Diseño y evaluación de proyectos. Un enfoque integrado*. Santiago de Chile: JC Sáez Editor.

Cordeiro, José Luis (ed., coord.) (2016). *La prospectiva en Iberoamérica: pasado, presente y futuro.* Cali: Milennium Project, Red Iberoamericana de Prospectiva, Riber y Universidad del Valle.

Crespo, M. y Kauer, G. (2019). *Filter bubble* y juicio crítico de jóvenes: consideraciones acerca de algoritmos y bienestar. En Lionel Brossi, Tomás Dodds y Ezequiel Passeron (eds.), *Inteligencia artificial y bienestar de las juventudes en América Latina* (pp. 203-208). Santiago de Chile: Lom Ediciones.

Crosby, B y Bryson, J. (2005). *Leadership for the common good. Talking public problems in a shared-power world*. San Francisco: Jossey-Bass.

Cross, R. y Parker, A. (2004). *The hidden power of social networks*. Boston: Harvard Business Review.

Crozier, M., Huntington, S. y Watanuki, J. (1975). *The crisis of democracy: Report on the gobernability of democracies to the Trilateral Commission*. Nueva York: University Press.

Daly, H.E. y Farley, J. (2011). *Ecological economics. Principles and applications*. Washington D. C.: Island Press.

Damasio, A. (2019). *El extraño orden de las cosas: la vida, los sentimientos y la creación de las culturas*. Santiago de Chile: Ariel.

Dasgupta, P. (2021). *La economía de la biodiversidad. Informe Dasgupta. Mensajes fundamentales*. Londres: HM Treasury Wilton Park. Recuperado de www.gov.uk/official-documents

De Jouvenel, B. 2004). *Invitación a la prospectiva. Futuribles: innovación y prospectiva*. Lima: Concytec y Ministerio Francés de Asuntos Exteriores.

Delong, B., Boushey, H. y Steinbaum, M. (2018). El capital en el siglo XXI. En *Debatiendo con Piketty. La agenda para la economía y la desigualdad*. Barcelona: Deusto.

Delors, J. (1996). Los cuatro pilares de la educación. En *La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI* (pp. 91-103). Madrid: Santillana y Unesco.

Delsol, C.(2021a). *El Estado subsidiario*. Prólogo de Pablo Ortúzar. Madrid y Santiago de Chile: IES.

Delsol, C. (5 de septiembre de 2021b). El Estado subsidiario [entrevista]. *El Mercurio*, p. D11.

Demo, P. (2001). Educación y desarrollo: una relación casi siempre fantasiosa. En Rolando Franco (coord.). *Sociología del desarrollo, políticas sociales y democracia* (pp. 258-269). Santiago de Chile: Cepal y Siglo XXI Editores.

Dente, B. y Subirats, J. (2014). *Decisiones públicas. Análisis y estudio de los procesos de decisión en políticas públicas*. Barcelona: Ariel.

Descartes, R. (1939). *Discurso del método*. Madrid: Espasa-Calpe.

Descartes, R. (1999). *Discurso del método*. Introducción y traducción de Manuel de la Revilla. Madrid: Edición Íntegra.

Descartes, R. (2004). *Discurso del método*. Prólogo de Paul Valéry. Introducción de Francisco Romero. Buenos Aires: Editorial Losada.

Diamandis, P. y Kotler, S. (2013). *Abundancia. El futuro es mejor de lo que piensas*. Barcelona: Antoni Bosch.

Diamandis, P. y Kotler, S.(2015). *Bold: How to go big, create wealth and impact the world*. Nueva York: Simon & Schuster.

Diamandis, P. y Kotler, S.(2020). *The future is faster than you think*. Nueva York: Simon & Schuster.

Diario de Hoy. El Salvador (20 de junio de 2021). Economista Steve Hanke sobre Ley Bitcoin: «Fuerzas ocultas han puesto los ojos en El Salvador». Entrevista. *Diario de Hoy*, p. 1.

Diario Oficial El Salvador (9 de junio de 2021). Ley Bitcoin. *Diario Oficial de El Salvador*.

Diccionario de Oxford (2017). Palabra del año. *Fake news* (noticias falsas). Oxford.

Digicomist (2018). Bitcoin energy consumption index. Digicomist. Recuperado de https://digicomist.net/bitcoin-energy-consumption

Digicomist (22 de noviembre de 2021). How Bitcoin mining disproportionally impacts vulnerable communities. Blog digital. Recuperado de https://digicomist.net

Earls, J. (2011). *Introducción a la teoría de sistemas complejos*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Echeverría, R. (2016). *Ontología del lenguaje vs biología del amor. Sobre la concepción de Humberto Maturana.* Santiago de Chile: JC Sáez Editor SpA.

Eco, U.(1990). *Cómo se hace una tesis*. Barcelona: Gedisa.

Eco, U. (2000). Nunca te enamores de tu propio zeppelín. En Sian Griffiths (ed.). *Predicciones.* Madrid: Taurus.

Eco, Umberto (2021). *La memoria vegetal*. Barcelona: Lumen.

El Mercurio (27 de mayo de 2019). Robots reemplazarían a 20 millones de trabajadores para el 2030. *El Mercurio*, p. B4.

El Mercurio (19 de febrero de 2021a). El futuro del arte creado por inteligencia artificial. *Artes y Letras. El Mercurio*, p. 8.

El Mercurio (22 de febrero de 2021b). Bitcoin, la moneda digital que gana terreno en el financiamiento político. *El Mercurio*, p. A4.

El Mercurio (20 de junio de 2021c). *Wall Street Journal*. La realidad aumentada finalmente comienza a tener un tirón. *El Mercurio*, p. 1a.

El Mercurio (7 de octubre de 2021d). Investigadoras UCM celebran el Premio Nobel de Medicina 2021. *El Mercurio*, p. C2.

El Mercurio (21 de agosto de 2022). 2032: ¿Cómo será el Chile del futuro? *El Mercurio* p.B10).

El Tiempo (4 de octubre de 2021a). Elon Musk da unas nuevas predicciones que podrían «cambiar el mundo». *El Tiempo*, p. 14.

El Tiempo (5 de octubre de 2021b). Premio Nobel de Física 2021. *El Tiempo*.

Elmore, R.(1979). Backward mapping. *Political Science Quarterly*, (94), 601-616.

Elmore, R. (1985). Forward and backward mapping. En K. Hanf y T. Toonen (eds.). *Policy implementation in federal and unitary systems*. Dordrecht: Martinus Nijhoff.

Expert Group B2G (2020). *Towards a European strategy on business-to-government data sharing for the public interest*. Bruselas: European Comission. Recuperado de htts://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm..doc_id=6954

Eyzaguirre, N. (2016). Perú: prospectiva en educación, claves para el desarrollo. En *Prospectiva en América Latina y el Caribe. Instituciones, enfoques y ejercicios*. Santiago de Chile: Cepal.

Fajnzylber, F. (1990). *Industrialización en América Latina: de la «caja negra» al «casillero vacío»*. Cuadernos de la Cepal 60. Santiago de Chile: Cepal y Naciones Unidas.

Fajnzylber, F. (2006). *Una visión renovadora del desarrollo en América Latina.* Miguel Torres, comp. Santiago de Chile: Cepal, BID e Intal.

FAO, FIDA, Unicef, PMA, OMS y OPS (2021). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2021*. Santiago de Chile.

FAO, FIDA, Unicef, PMA y OMS (2021). Informe digital. El Estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Transformación de los sistemas alimentarios en aras de la seguridad alimentaria, una nutrición mejorada y dietas asequibles y saludables para todos. Roma: FAO. Recuperado de https://doi.org/10.4060/cb4474es

Fernández, T. y Tamaro, E. (2004). Biografía de Gastón Berger. En *Biografías y vidas. La enciclopedia biográfica en línea*. Barcelona. Recuperado de https://bit.ly/3DJBlKA

Ferguson, Niall (2021). *Desastre. Historia y política de las catástrofes.* Barcelona: Penguin Random House. Debate.

Figueroa, Eugenio B. (ed.) (2009). *La teoría de la evolución y las ciencias económicas y sociales: a doscientos años del natalicio de Charles Darwin*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Foucault, M. (1987). *El orden del discurso*. Barcelona: Tusquets Editores.

Freeman, C. (1995). The national system of innovation in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, *19*(1).

Friedman, M. (1953). The methodology of positive economics. En *Essays in positive economics*. Chicago: University of Chicago Press.

Friend, J. y Hickling, A. (2002). *Planificando bajo presión. El enfoque de escogencia estratégica*. Caracas: Instituto Venezolano de Planificación.

Fry, H. (2019). *Hola mundo. Cómo seguir siendo humanos en la era de los algoritmos.* Barcelona: Blackies Books.

Fullan, M.(2002). *Las fuerzas del cambio. Explorando las profundidades de la reforma educativa*. Madrid: Akal.

Fullan, M. (2006). Pensamiento de sistemas, pensadores de sistemas y sostenibilidad. En *Imaginar escenarios, repensar la educación*. París: OCDE.

Fundación País Digital (17 de julio de 2021). Un país digital. Cinco pilares. *El Mercurio*, p. B7.

Fürth, Leon S. y Faber, E. M. H. (2012). *Anticipatory governance.* Recuperado de https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a585519.pdf

García Mourelo, S.(2016). Maurice Blondel y la filosofía de la acción. *Facies Domini,* (8), 139-159.

García Aller, M. (2017). *El fin del mundo tal y como lo conocemos. Las grandes innovaciones que van a cambiar tu vida*. Bogotá: Planeta.

Garrido, L. (2016). Uruguay. En *La prospectiva en Iberoamérica: pasado, presente y futuro* (pp. 251-262). Cali: Milennium Project, Red Iberoamericana de Prospectiva, Riber y Universidad del Valle.

Georgescu-Roegen, N. (1966). *Analytical economics: Issues and problems*. Harvard University Press.

Georgescu-Roegen, N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Georgieva, K. (9 de julio de 2021). *El FMI dice a El Salvador que el bitcoin no debería ser moneda de curso lega*l. Washington, D. C.: FMI.

Geyer, R. y Cairney, P. (eds.) (2015). *Handbook on complexity and public policy*. Northhampton, Mass.: Edward Elgar Publishing Limited.

Geyer, Robert y Rihani, S. (2010). *Complexity and public policy*. Nueva York: Routledge.

Gilardi, F. y Radaelli, C. M. (2012). Governance and learning. En David Levi-Faur (ed.). *The Oxford handbook of governance*. Nueva York: Oxford University Press.

Gladwell, M.(2000). *Tipping point*. Boston: Little Brown.

Gladwell, M. (2018). *Inteligencia intuitiva. ¿Por qué sabemos la verdad en dos segundos?* Santiago de Chile: Penguin Random House y Taurus Pensamiento.

Gneezy, U. yList, J. A. (2013). *The why axis. Hidden motives and the underdiscovered economics of everyday life*. Nueva York: Perseus Book Group.

Godet, M. (19 94). *De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva estratégica*. Barcelona: Editorial Marcombo.

Godet, M.(2001/1997). *Manuel de prospective stratégique. t. 1, Une indiscipline intellectuelle; t. 2, L'art et la méthode*. París: Dunod.

González de Asís, M. y Woolcock, M. (2015). *Operationalizing the science of delivery agenda to enhance development results*. Washington D.C.: World Bank Group.

Gould, S. J. (1987). *Time's arrow, time's cycle. Myth and metaphor in the discovery of geological time*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Guba, E. G. (Ed.) (1990). *The paradigm dialog*. Londres: Sage.

Gulbenkian Commission (1996). *Open social sciences. Report of the Gulbenkian Commission on the Reestructuring of the Social Sciences*. Immanuel Wallerstein, ed. Mestizo Spaces.

Habermas, J. (1990). *La lógica de las ciencias sociales.* Madrid: Tecnos.

Hacking, I. (2013/1962). Ensayo preliminar. En T. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*. (pp. 9-15). México: Fondo de Cultura Económica.

Han, Byung-Chul (2021). *No-cosas. Quiebras del mundo de hoy*. Santiago de Chile: Penguin Random House y Taurus.

Harari, Y. N.(2014). *De animales a dioses.* Santiago de Chile: Penguin Random House.

Harari, Y. N. (2016). *Homo deus. Breve historia del mañana.* Santiago de Chile: Penguin Random House.

Hegel, Georg F. (1968). *Filosofía del derecho*. Buenos Aires: Editorial Claridad.

Hernández, L. N. y Amaya V., J, R. (2019). Lectura online para la promoción de capacidades y habilidades digitales en el ambiente virtual y automatizado. En Lionel Brossi, Tomás Dodds y Ezequiel Passeron (eds.). *Inteligencia artificial y bienestar de las juventudes en América Latina* (pp. 165-175). Santiago de Chile: Lom Ediciones.

Hidalgo, C.(2014). El valor de los enlaces. En *Las rutas de la complejidad* (pp. 25-45). Valparaíso: Instituto de Sistemas Complejos de Valparaíso.

Hilbert, M. (17 de agosto de 2019). Conferencia magistral. ¿Quiénes lo saben todo? Algoritmos mentes brillantes. *El Mercurio*.

Hilbert, M. y López, P. (2011). The world's technology capacity to store, communicate, and compute information. *Science, 332*(6025). Recuperado de https://doi.org/10.1126/science.1200970

Hirschman, A. O. (1958). *La estrategia del desarrollo económico.* New Haven: Yale University Press.

Hirschman, A. O. (1970). *Exit, voice and loyalty: Responses to decline in firms, organizations and States*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Hirschman, A. O. (1981). *Essays in trespassing*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.

Hirschman, A. O. (1991). The futility thesis. En *The retoric of reaction* (pp. 43-69). Cambridge: Harvard University Press.

Hirschman, A. O. (1999). *A través de las fronteras. Los lugares y las ideas en el transcurso de una vida*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Hirschman, A. O. (2014a/1977). *Las pasiones y los intereses. Argumentos políticos en favor del capitalismo previos a su triunfo*. Epílogo de Jeremy Adelman. Madrid: Capitán Swing Libros.

Hirschman, A.O. (2014b). *Más allá de la economía. Antología de ensayos*. Compilación de José Woldenberg. México: Fondo de Cultura Económica.

Hirschman, A.O. (2014c). *Development projects observed*. Washington, D. C.: Brookings Institution Press.

Holland, J. H. (2004). *El orden oculto. De cómo la adaptación crea la complejidad*. México D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Hustvedt, S. (2021). *Los espejismos de la certeza*. Santiago de Chile: Seix Barral.

Huxley, J. y Kettlewel, H. D. B. (1985). *Darwin, Charles*. Barcelona: Salvat.

Innerarity, Daniel (2020). *Una teoría de la democracia compleja*. Barcelona: Galaxia Gutenberg.

Innes, J. E. y Booher, D. E. (2018). *Planning with complexity*. *An introduction to collaborative rationality for public policy*. Nueva York: Routledge.

Institute for European Environmental Policy (2009). *Environmentally harmful subsidies (EHS).* Londres.

Isaacson, W. (2020). *Crea & divaga*. Barcelona: Planeta y Paidós.

Isaacson, W. (2021). *Código de la vida*. Barcelona: Planeta y Paidós.

Ivarola, L. (2014). Realismo de los supuestos en economía: un análisis bajo la lógica de los procesos socioeconómicos. *Hybris Revista de Filosofía 5*(2), 7-26.

Johnson, N.(2009). *Simply complexity. A clear guide to complexity theory*. Londres: Oneworld Publications.

Johnson, S. (2001). *Emergence*. Nueva York: Scribner.

Johnson, S. (2018). *Visión de futuro. Cómo tomamos las decisiones que más importan*. Málaga: Editorial Sirio.

Jouvenel, Bertrand de (2004). El arte de la conjetura. En *Invitación a la prospectiva*. Lima: Concytec Ministerio Francés de Asuntos Exteriores.

Jurado del Nobel de Economía (2017). Declaración. Estocolmo: Academia Sueca de las Ciencias.

Kadushin, C. (2012). *Understanding social networks. Theories, concepts and findings.* Oxford University Press.

Kahneman, D.(2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Barcelona: Random House Mondadori y Debate.

Keynes, J. M. (1946). *Newton, the man*. University of St. Andrews.

Kingdon, J. (2003). *Agendas, alternatives, and public policies* (2.ª ed.). Nueva York: Addison-Wesley,

Kingdon, J. (2013). Why some issues rise and others are negated. En Stella Z. Theodoulou y Mathew A. Cahn. *Public policy. The essential readings* (pp. 157-163). Nueva Jersey: Pearson.

Klein, G. A. (1999). *Sources of power: How people make decisions*. Massachusetts: MIT Press.

Kooiman, J. (1993). *Modern governance: New government-society interactions*. Londres: Sage Publications.

Krakauer, D. C. (Ed.) (2019). *Worlds hidden in plain sight. The evolving idea of complexity at the Santa Fe Institute (1984-2019)*. Santa Fe: The Santa Fe Institute Press.

Krogerus, M. y Tschäppeler, Roman (2008). *El pequeño libro de las grandes decisiones.* Barcelona: Alienta Editorial y Grupo Planeta.

Kuhn, T. S. (1962/2013). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Labatut, B. (2021). *Un verdor terrible*. Barcelona: Anagrama.

Laclau, E. y Mouffe, C.(1987). *Hegemonía y estrategia socialista. Hacia una radicalización de la democracia* (2.ª ed.). Siglo XXI.

Lakoff, G. (2007). *No pienses en un elefante: lenguaje y debate político*. Madrid: Editorial Complutense.

Larraín, F. (2011). *Macroeconomía para todos*. Santiago de Chile: Pearson.

Latinobarómetro (2019). Índice latinoamericano de transparencia legislativa 2019. Recuperado de https://www.transparencialegislativa.org/indice/

Latinobarómetro (2021a). Índice latinoamericano de transparencia legislativa. Adiós a Macondo. Santiago de Chile. Recuperado de https://latinobarometro.org

Latinobarómetro (2021b). *La democracia en América Latina*. Santiago de Chile. Recuperado de https://latinobarometro.org

Le Blanc, D. (2015). *Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets*. Documento de trabajo 141, DESA.

Levasseur, P. (2021). ¿Por qué los programas de transferencias condicionadas no consiguen llegar a las personas más pobres? *Revista de la Cepal*, (133), 212-225.

Lévy, P. (2004). Inteligencia colectiva: por una antropología del ciberespacio. Biblioteca Virtual em Saúde. Recuperado de https://bit.ly/3BCfSAz

Lévy, P. (2007). *Cibercultura: la cultura en la sociedad digital*. Barcelona: Anthropos Editorial.

Lévy, P. (2011). *Cibercultura. Informe al Consejo de Europa*. Barcelona: Anthropos Editorial.

Lindblom, C. (1959). The science of muddling through. En *Public Administration Review*, *19*(2), 79-88.

Lindblom, C. (1979). Still muddling, Not yet through. En *Public Administration Review*, *19*, 517-526.

Lipsey, M. W., (2015). ¿Qué se puede construir con miles de ladrillos? Reflexiones sobre la acumulación de conocimientos en la evaluación de programas. En Claudia Maldonado y Gabriela Pérez (comps.). *Antología sobre la evaluación* (pp. 113-141). México, D. F.: CIDE.

Lipsky, M. (2010). *Street-level bureaucracy. Dilemmas of the individual in public service* (ed. ampliada). Nueva York: The Russell Sage Foundation.

Lira, L. (2006). *Revalorización de la planificación del desarrollo*. Santiago de Chile: Ilpes-Cepal.

López de Mántaras Badia, R. y Meseguer González, P. (2017). ¿Qué sabemos de inteligencia artificial? Madrid: Catarata.

Lovato, A. e Irigaray, F. (2019). ¿Narrativas algorítmicas? Retos y oportunidades para (humanos y) proyectos transmedia en tiempos de *machine learning* e inteligencia artificial. En Lionel Brossi, Tomás Dodds y Ezequiel Passeron (eds.). *Inteligencia artificial y bienestar de las juventudes en América Latina* (pp. 221-222). Santiago de Chile: Lom Ediciones.

Luengo González, E. (2018). *Las vertientes de la complejidad*. Guadalajara: Iteso y Universidad Jesuita de Guadalajara.

Lugones, G.E., Gutti, P., Le Clech, N. (2007). Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina. *Serie Estudios y Perspectivas* N.° 89. México, D. F.: Comisión Económica para América Latina (Cepal) y Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (Cida).

Lundvall, B. A. (1988). *Innnovation as an interactive process: From user-producer interaction to the national system of innovation.* En G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg y L. Soete (eds.), *Technical change and economic theory* (pp. 349-369). Londres y Nueva York: Pinter Publisher.

Luque Rodríguez, J. (2010). Palabras del rector de la Universidad de Sevilla. *Investidura de Umberto Eco como Doctor Honoris Causa*. Iniciativa Sevilla Abierta. Recuperado de https://bit.ly/3xKAJRa

MacTutor (s. f.). Archivo MacTutor de Historia de las matemáticas. MacTutor. Recuperado de https://mathshistory.st-andrews.ac.uk

Madrid Casado, C. M. (2012). *Laplace. La mecánica celeste*. Navarra: Editec.

Majone, D. (1997). *Evidencia, argumentación y persuasión en la formulación de las políticas públicas.* México: Fondo de Cultura Económica.

Maldonado, C. E. (2011). *Termodinámica y complejidad. Una introducción para las ciencias sociales y humanas*. Bogotá: Ediciones Desde Abajo.

Manes, F. y Niro, M. (2018). *El cerebro del futuro. ¿Cambiará la vida moderna nuestra esencia?* Buenos Aires: Planeta.

Manes, F. y Niro, M. (2021). *Ser humanos. De dónde venimos. Quiénes somos. Hacia dónde vamos*. Buenos Aires: Planeta.

Mansilla, P. (28 de octubre de 2021). Informalidad en el mercado laboral en América Latina, Clapes. *El Mercurio*, p. B2.

Marqués Perales, I. (2008). *Génesis de la teoría social de Pierre Bourdieu*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

Massimo Manfredi, V. (1999a). *Alexandros. El hijo del sueño*. Barcelona: Grijalbo.

Massimo Manfredi, V. (1999b). *Alexandros. Las arenas de Amón*. Barcelona: Grijalbo.

Matland, R. E. (2013). Synthesizing the implementation literature. En Stella Z. Theodoulo y Cahn, Mathew (pp. 325-340), *Public policy. The essential reading* (2ª ed.). Jersey: Pearson Education.

Maturana, H. y Dávila, X. (2021). *La revolución reflexiva. Una invitación a crear un futuro de colaboración*. Santiago de Chile: Paidós.

Maturana, H. y Varela, F. (1984). *El árbol del conocimiento.* Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Mazzucato, M.(2021). *Misión económica. Una carrera espacial para cambiar el capitalismo*. Santiago de Chile: Penguin Random House y Taurus.

Mballa, Louis Valentín (2017). *Políticas públicas y complejidad. En búsqueda de soluciones a problemas públicos*. San Luis de Potosí: Universidad Autónoma. Miguel y Ángel Porrúa Editor.

McCloskey, Donald (1990). *La narrativa de los expertos en economía*. Madrid: Alianza Economía.

McCulloch, G. (2019). *Because internet: Understanding the new rules.* Nueva York: Riverheads Books.

Medina, J. (2020). *Abriendo caminos en la prospectiva de América Latina y el Caribe*. Cali (Colombia): Programa Editorial de la Universidad del Valle

Medina, J. yOrtegón, E.(2006). *Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Cepal-Ilpes.

Metcalfe, J. S. (2001). *Institutions and progress. Industrial and corporate change.* Oxford University Press.

Micali, S. (2021). *Con Bitcoin solo se puede hacer especulación*. Buenos Aires: Télam-Agencia Nacional de Noticias.

Microsoft (s. f.). Microsoft HoloLens 2. Microsoft. Recuperado de https://www.microsoft.com/es-es/hololens

Miller, J. H. (2015). *A crude look at the whole*. Nueva York: Basic Books.

Miller, R. (2006). *Estudios sobre futuros, escenarios y el enfoque «posibilidad-espacio».* Bogotá: Mayol Ediciones y CERI.

Miller, R. (2011). Futures literacy: Embracing complexity and using the future. *Ethos*, (10), 23-28.

Mintzberg, H., Ahlstrand, B. y Lampel, J. (2008). *Safari a la estrategia. Una visita guiada por la jungla del management estratégico.* Santiago de Chile: Ediciones Granica.

Mintzberg, H. y Jorgensen, J. (1995). Una estrategia emergente para la política pública. *Gestión y Política Pública*, *IV*(1).

Mitchell, M. (2009). *Complexity. A guided tour*. Oxford: Oxford University Press.

Mitchell, M. (2019). *Artificial intelligence. A guide for thinking humans*. Nueva York: Farrar, Strauss and Giroux.

Mojica, F. J.(2006). Concepto y aplicación de la prospectiva estratégica. *Revista Med*, *14*(1), 122-131.

Mojica, F. J.(2016). No es necesario padecer el futuro. ¡Podemos construirlo! En: Miklos, T. y Arroyo, M. (Coord.). *El futuro a debate. Respuestas prospectivas y estratégicas ante la incertidumbre global.* México: Limusa / Noriega Editores

Moore, M. H. (1995). *Creating public value. Strategic management in government*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Morcöl, G.(2012). *A complexity theory for public policy*. Nueva York: Routledge.

Morín, Edgar (1983). 2 *El* método. La vida de la vida. Madrid: Cátedra Teorema.

Morín, E. (1988). 3 *El* método. El conocimiento del conocimiento. Madrid: Cátedra Teorema.

Mouffe, C. (2007). *En torno a lo político*. México: Fondo de Cultura Económica.

Msuya, J. (24 de noviembre de 2019). ¿Por qué debemos cambiar nuestro sistema alimentario? Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *El Mercurio*, p. 2A.

Murray, E. (2013). Constructing the political spectacle. En Theodoulou, Stella Z. y Cahn, Matthew, *Public policy. The essential reading* (2.nd ed.) (pp. 106-111). Jersey: Pearson Education.

Musk, E. (2021). Las cinco nuevas predicciones futuristas. En *Code Conference 2021*, Infobae. San Francisco.

Naciones Unidas (2015). Objetivos del desarrollo sostenible. Naciones Unidas. Recuperado de https://bit.ly/2I1hKbF

Naciones Unidas (2021). Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Nueva York: Naciones Unidas

Nelson, Joan M. (1991). Organized labor, politics, and labor market flexibility in developing countries. *World Bank Research Observer*, *6*(1).

Nevado Santano, C. 2020). Ciberseguridad e inteligencia artificial. En Benjamins Richard y Idoia Salazar. *El mito del algoritmo* (pp. 98-107).

Nilsson, F. (2007). Towards a dialectic complexity framework: Philosophical reflections. En Kurt A. Richardson y Paul Cilliers (eds.). *Explorations in Complexity Thinking. Pre-Procedings of the 3rd International Workshop on Complexity and Philosophy* (pp. 236-249). Mansfield, MA: ISCE Publishing.

North, D. (1993). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. México: Fondo de Cultura Económica.

Notten, P. van (2005). Desarrollo de escenarios: tipología de enfoques. En *La escuela del mañana. Imaginar escenarios, repensar la educación* (pp. 48). París: OCDE y CERI.

Ocampo, J. A. (2008). Las concepciones de la política social: universalismo versus focalización. *Revista Nueva Sociedad*, (215), 36-61.

Oppenheimer, A. (1 de marzo de 2021). Un plan para la crisis educativa de América Latina. *El Mercurio*.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE (2017). *Skills strategy. Diagnostic report*. París: OCDE.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE (2019). *Skills outlook 2019. Thriving in a digital world*. París: OCDE. Recuperado de https://doi.org/10.1787/df80bc12-en

Ortegón, E. (2018). *Planificación, política pública y valor público.* Lima: Universidad Continental.

Ortegón, E. y Machicao, J. C. (2019). *Complejidad, inteligencia artificial y evolución en la gestión pública*. Lima: Universidad Continental.

Ortegón, E., Pacheco, F. y Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos*. Santiago de Chile: Cepal-Ilpes.

Orwell, G. (2014/1949). *1984*. Barcelona: Penguin Random House y Debolsillo.

Page, S. E. (2018). *The model thinker. What you need to know to make data work for you.* Nueva York: Basic Books

Pariser, E. (2011). *The filter bubble: What the internet is hidding from you*. Nueva York: Penguin Press.

Peborgh, E. van (2017). *Homo hacker. Gestionando la complejidad para enfrentar los desafíos planetarios*. Buenos Aires: Paidós.

Peirano, M. y Gómez-Tejedor, S. (Eds). (2018). *El rival de Prometeo. Vidas de autómatas ilustres*. Madrid: Editorial Impedimenta.

Pérez Caldentey, E. (2015). Una coyuntura propicia para reflexionar sobre los espacios para el debate y el diálogo entre el (neo) estructuralismo y las corrientes heterodoxas. En Alicia Bárcenas y Antonio Prado (eds.). *Neoestructuralismo y corrientes heterodoxas en América Latina y el Caribe a inicios del siglo XXI* (pp. 33-79). Santiago de Chile: Cepal y Naciones Unidas.

Perona, E. (2005). *Ciencias de la complejidad.* ¿La economía del siglo XXI? Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.

Picciotto, R. (2020). Evaluation and the big data challenge. *American Journal of Evaluation*, *4*(2), 166-181.

Plucino, A., Biondo, A. y Rapisarda, A. (2018). *Talent vs. luck: The role of randomness in success and failure*. Sicilia: University of Catania.

Prebisch, R. (1982/1949). *El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. La obra de Prebisch en la Cepal.* Adolfo Gurrieri, México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Prebisch, R. (1998/1949). El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. En *Cincuenta años de pensamiento en la Cepal. Textos seleccionados* (pp. 64-129). Santiago de Chile: Cepal.

Presch, A. (12 de septiembre de 2021). Transparencia legislativa. Una materia pendiente para Latinoamérica. *El Mercurio*, p. A4.

Pressman, J. y Wildavsky, A. (1998/1973). *Implementación. Cómo grandes expectativas concebidas en Washington se frustran en Oakland*. México: Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración Pública y Fondo de Cultura Económica.

Prigogine, I. (1993). ¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden. Barcelona: Tusquets.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2021). *Atrapados: alta desigualdad y bajo crecimiento en América Latina y el Caribe*. *Informe regional de desarrollo humano 2021.* Nueva York: PNUD.

Proyecto del Milenio (1999). *1999 state of the future: Challenges we face at the millenium*. Nueva York: Naciones Unidas.

Puello-Socarrás, J. F. (1997). *Política: mito, filosofía y ciencia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Putnam, R. (1993). *Making democracy work: Civil traditions in modern Italy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Putnam, R. (1995a). Bowling alone: America's declining social capital. *Journal of Democracy*, *6*(1).

Putnam, R. (1995b). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Nueva York: Simon and Schuster.

Ramió, C. (2019*). Inteligencia artificial y administración pública*. Madrid: Catarata.

Ramírez-Alujas, Á. y Dassen, N. (2016). *Vientos de cambio II: avances y desafíos de las políticas de gobierno abierto en América Latina y el Caribe*. Washington D. C.: BID.

Ramírez de la Cruz, Edgar E. (ed.) (2016). *Análisis de redes sociales para el estudio de la gobernanza y las políticas públicas*. Ciudad de México: CIDE.

Repetto, A. (24 de noviembre de 2019). Gini: ¿Estado o mercado? *El Mercurio*, *Economía y Negocios*, p. B7

Reyes, S. (2021). El lado oscuro de la luz azul. En *De Mente. Dos cabezas piensan más que una* (pp. 165-168).

Reynoso, C. (2006). *Complejidad y caos. Una exploración antropológica*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Roberts, R. (2015). *¿Cómo Smith puede cambiar tu vida?* Barcelona: Antoni Bosch.

Robinson, L. J., Siles, M. E. y Schmid, A. (2003). El capital social y la reducción de la pobreza: hacia un paradigma maduro. En R. Atria y M. Siles

(eds.). *Capital social y reducción de la pobreza en América Latina y el Caribe: en busca de un nuevo paradigma* (pp. 51-113). Santiago de Chile: Cepal y Michigan State University.

Rodrik, D. (5 de agosto de 2018). The WTO has become dysfunctional. *Financial Times*. Recuperado de https://on.ft.com/2OKntnq

Roncaglia, A. (2006). *La riqueza de las ideas. Una historia del pensamiento económico*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Phychological Review, 65*(6), 386-408.

Rosenstein-Rodan, P. (1943). Problems of industrialization of Eastern and South-Eastern Europe. *The Economic Journal, 53*(210-211).

Rossi, M. S. y Levi, L. (2017). *Qué es (y qué no es) la evolución. El círculo de Darwin*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Rostow, W. W. (1960). *The stages of economic growth*. Londres: Cambridge University Press.

Roth Deubel, André-Noel (2014), *Políticas públicas. Formulación, implementación y evaluación* (10.ª ed.). Bogotá: Ediciones Aurora.

Rueda López, N. (2015). *Análisis económico de la eficiencia pública*. Madrid: Instituto de Estudios Económicos de España.

Ruiz, R. y Ayala, F. J. (1998). *El método en las ciencias. Epistemología y darwinismo*. México: Fondo de Cultura Económica.

Ruse, M. (2008). *Charles Darwin*. Oxford: Blackwell Publishing.

Russ, R. (2015). *Cómo Adam Smith puede cambiar tu vida*. Barcelona: Antoni Bosch Editor.

Russel, S. y Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence. A modern approach* (3ª ed.). Boston: Pearson.

Rydin, Y., Bleahu, A., Davies, M. yDávila, J. D. (2012). Shaping cities for health: Complexity and the planning of urban environments in the 21st Century. *The Lancet, 2*(379), 2079-2108.

Sabatier, P.A. y Mazmanian, D. (1980). The implementation of public policy: A framework for analysis. *Policy Studies Journal*, (8), 538-560.

Sacks, O. (2019). *El río de la conciencia*. Barcelona: Editorial Anagrama.

Samuelson, P. (1975). *Curso de economía moderna* (trad. de 9ª ed.). Madrid: Biblioteca de Ciencias Sociales y Aguilar.

Samuelson, P. A. y Nordhaus, W. D. (1993). *Economía*. Madrid: McGraw-Hill.

Sánchez, J. V. (2017). *La memoria. Las conexiones neuronales que encierran nuestro pasado*. Barcelona: RBA Libros.

Sánchez Vera, F. (2014). Educación, cibercultura e inteligencia colectiva. *Gazeta de Antropología*, *30*(1). Recuperado de http://hdl.handle.net/10481/30313

Sandel, Michael, J. (2013). *Lo que el dinero no puede comprar*. Barcelona: Penguin Random House y Debate

Sandel, Michael, J. (2020). *La tiranía del mérito. ¿Qué ha sido del bien común?* Barcelona: Penguin Random House. Debate

Sanders, B., Mulgan, G., Rushanara, A. y Tucker, S. (2007). *Social innovation. What it is, why it matters and how it can be accelerated*. Oxford: Said Business School.

Santoy, Marcus du (2019). *Programados para crear: Cómo está aprendiendo a escribir, pintar y pensar la inteligencia artificial*. Barcelona: Acantilado

Schartz, P. (1996). *The art of the long view. Planning for the future in uncertain world*. Nueva York: Currency Doubleday Editors.

Schein, E. H. (1997). *Strategic pragmatism. The culture of Singapore's economic development board*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Schneider, A., Ingram, H. y DeLeon, P. (2014). Democratic policy design: Social construction of target population. En Paul A. Sabatier, & Christopher M. Weible (eds.), *Theories of the policy process* (3ª ed.) (pp. 105-149). Boulder: Westview Press.

Searle, J. R. (1980). Minds, brains and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, *3*(3), 417-424.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2014). *Plan Nacional de Desarrollo K'atun Nuestra Guatemala 2032*. Recuperado de www.segeplan.gob.gt

Senge, P. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of learning*. Nueva York: Doubleday.

Senor, D. y Singer, S. (2009). *Start-up nation. The story of Israel's economic miracl*e. Nueva York: Hachette Book Group.

Serra, Alfredo (2019). *La trágica e injusta muerte de Lavoisier, padre de la química moderna, guillotinado por venganza*. Buenos Aires: Infobae.

Shafir, E. (2013). *The behavioral foundations of public policy.* Princeton: Princeton University Press.

Silvestrini, V. (1998). *¿Qué es entropía?* Bogotá: Norma.

Simon, H. (1955). A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, *69*(1), 94-98.

Simon, H. (1959). Theories of decision-making in economics and behavioral science. *American Economic Review*, *49*(3), 245-283.

Slaughter, R. y Hines, A. (Eds). (2020). *The knowlwdge base of future studies 2020*. Washington, D. C.: Association of Professional Futurist y Foresight International.

Smith, S. y Ashby, M. (2020). *How to future: Leading and sense-making in an age of hyperchange.* Londres: Kogan Page.

Sola-Morales, S. (2014). Hacia una epistemología del concepto de símbolo. *Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, (49), 11-21.

Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, *106*(2), 65-94.

Stone, D. (2012). *Policy paradox. The art of political decision making* (3.ª ed.). Nueva York: W. W. Norton & Company.

Taleb, Nassim N. (2013). *El cisne negro*. Buenos Aires: Paidós.

Taleb, Nassim N. (2016). *The bed of Procrustes. Philosophical and practical aphorisms*. Nueva York: Random House.

Taulli, T. (2019). *Artificial intelligence basics. A non-technical introduction*. Monrovia, CA: Apress.

Télam. Agencia de Noticias Argentina (12 de diciembre de 2021). *Entrevista con Silvio Macali*. Buenos Aires: Forbes Argentina.

Thaler, R. H. (2016). *Todo lo que he aprendido con la psicología económica*. Barcelona: Deusto.

Thaler, R. H. y Sunstein, C. (2009). *Nutge.* Nueva York: Penguin Books.

The Lancet (2018). *Global Health. Database*. Londres. Recuperado de https://www.thelancet.com

Theoudoulou, S. Z. (2013). In search of a framework to understand the policy process. En *Public policy. The essential readings* (pp. 123-138) (2.ª ed.). Nueva Jersey: Pearson.

Tirole, J.(2017). *La economía del bien común.* Barcelona: Penguin Random House y Grupo Editorial SAU.

Torres, M. (comp.) (2006). *Fernando Fajnzylber. Una visión renovadora del desarrollo en América Latina*. Santiago de Chile: Cepal y BID.

Transparencia Internacional (2020). Índice de percepción de la corrupción. Santiago de Chile.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, *59*(236), 433-460.
Tzu, Sun (1974/400-320 a. C.). *El arte de la guerra*. Traducido por Fernando Montes de Santiago. Madrid: Editorial Fundamentos.
Unesco (2019). *Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación*. París: Unesco.
Unesco (2021). *Inteligencia artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas*. París: Unesco.
Unión Europea (2018). *Directrices éticas para una IA fiable*. Recuperado de shorturl.at/do025
Vallejo, I. (2021). *El infinito en un junco. La invención de los libros en el mundo antiguo*. Buenos Aires: Penguin Random House.
Véliz, C. (2009). *Los dos mundos del nuevo mundo. Cultura y economía en Angloamérica e Hispanoamérica*. Santiago de Chile: Tajamar Editores.
Vertova, G. (2014). *The state and national systems of innovation: A sympathetic critique*. Bérgamo: University of Bérgamo-Levy Economics Institute.
Virilio, P. (2009). *El accidente original.* Buenos Aires: Amorrortu Editores.
Waldrop, M. M. (1992). *Complexity. Emerging science at the edge of chaos*. Nueva York: Simon & Schuster Paperbacks.
Weaver, W. (2001/1948). Science and complexity. En Johnson Steven, *Emergence* (pp. 46-57). Nueva York: Scribner.
WEF (2020). *The global risks report*. Ginebra: World Economic Forum.
Wiener, R. (2001). Dios & Golem, S. A. México D. F.: Siglo Veintiuno Editores
Wikipedia (s. f.a). Comisión Gulbenkian. Wikipedia. Recuperado de https://en.wikipedia.org/wiki/Gulbenkian_Commission
Wikipedia (s. f. b). Eliza. Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/ELIZA
Wikipedia (s. f. c). HoloLens 2. Wikipedia. Recuperado de https://en.wikipedia.org/wiki/HoloLens_2
Wikipedia (s. f. d). Inteligencia artificial. Wikipedia. Recuperado de https://bit.ly/3So3Em2
Wikipedia (s. f. e). Ley de Moore. Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Moore
Wikipedia (s. f. f). Pensamiento ilusorio. Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Pensamiento_ilusorio
Zahariadis, N. (2014). Ambiguity and multiple streams. En Paul A. Sabatier, y

Christopher M. Weible (Eds.). *Theories of policy process* (2nd ed.) (pp. 25-58). Colorado: Westview Press.

Bases de datos

Americas Society y Council of The Americas (AS/COA) y Control Risk 2021. https://www.as-coa.org/articles/2021-capacity-combat-corruption-index

Indicador de Control de la Corrupción (CdC). https://databank.bancomundial.org/Governance-Indicators/id/2abb48da

Índice de la Percepción de la Corrupción 2020 (CPI). Ranking de Transparencia Internacional. http://www.transparency.org/research/cpi

Latinobarómetro 2021. https://www.latinobarometro.org/

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2021). *Informe Regional para América Latina y el Caribe 2021. Atrapados: alta desigualdad y bajo crecimiento en América Latina y el Caribe.* shorturl.at/xBMNX

Policy Agendas Project. www.policyagenda.org

QS World University Rankings (2022)

Worldwide Governance Indicators (2021). www.govindicators.org

Selección de manuales y recursos sobre el estudio de escenarios futuros y prospectiva estratégica, según el Laboratorio de Aceleración del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Argentina (Acosta et al., 2022)

Alternative Futures at the Manoa School, Universidad de Hawái

Anticipatory Innnovation Governance, Observatorio de Innovación del Sector Público

Foresight: a Glossary, Centro para Futuros Estratégicos y Colegio del Servicio Civil de Singapur

Foresight Manual, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Future Work Skills 2020, Instituto para el Futuro

Futures Thinking in Asia and the Pacific, Banco Asiático de Desarrollo

Learning from the Future, Harvard Business Review

Our World in Data, University of Oxford

Playbook for Strategic Foresight and Innovation,Tamara Carleton y colaboradores

Strategic Foresight Primer, Centro Europeo de Estrategia Política

Strategic Reframing: The Oxford Scenario Planning Approach, Universidad de Oxford

The Futures Toolkit, Gobierno del Reino Unido

The Future Today Institute, New York City and Washington, D. C.

Otras publicaciones del Fondo Editorial de la Universidad Continental

Paredes, C. (2022). *Resilientes pero no indolentes. Reflexiones sobre la crisis peruana.* Huancayo Fondo Editorial de la Universidad Continental; 203 pp.

Corrales A. (Ed.) (2022). *Pautas para la reforma del Estado en el Perú.* Por un Estado eficiente al servicio de la gente. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental; 58 pp.

Corrales A. (2021). *Desafíos para el Congreso en el Bicentenario.* Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental; 96 pp.

Gonzalo P. (2021). *La gestión del gasto público en obras.* 2.ª ed. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental; 106 pp.

Paredes, C. (2020). *La tragedia de las empresas sin dueño. El caso Petroperú.* Huancayo Fondo Editorial de la Universidad Continental; 298 pp.

Ortegón, E. (2020). *Una aproximación a la teoría de la complejidad: Planificación, política pública y valor público.* 2.ª ed. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental; 297 pp.

Ortegón, E. y Machicao, J. C. (2019). *Complejidad, inteligencia artificial y evolución en la gestión pública.* Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental; 202 pp.

Ortegón, E. (2019). *Políticas públicas: métodos conceptuales y métodos de evaluación.* 2.ª ed. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental; 338 pp.

Shack, N. y Rivera, R. (2017). *Seis años de la Gestión para Resultados en el Perú* (2007-2013). Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental; 82 pp.

Proulx, D. (2016). *Diagnóstico y cambio organizacional: Elementos claves.* 2.ª ed. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental; 120 pp.

D'Medina, E. (2016). *El mito de las cuerdas separadas. Cómo y por qué del entramado económico-político de la gobernabilidad.* Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental y Unión Editorial; 430 pp.

Escanea el Código QR o ingresa al siguiente enlace:
https://fondoeditorial.continental.edu.pe/

La inteligencia artificial es el mayor punto de inflexión en la historia de la humanidad por su profundidad, escala, rapidez e impacto. Dada esta revolución, América Latina y el Caribe transita hacia el futuro en medio de una "trampa" caracterizada por la alta desigualdad y el bajo crecimiento.
Frente a ello, el libro esboza como hipótesis que dicha "trampa" no puede ser abordada desde un enfoque disyunto y lineal sino de manera multi, inter y transdiciplinar, porque las distintas ciencias están obligadas a trabajar juntas para resolver problemas complejos.

¿Cómo conciliar la planificación estratégica de corto y mediano plazo con la planificación prospectiva de largo plazo? ¿Cómo atender las necesidades del presente sin descuidar una "visión" de largo plazo? Estas son algunas de las preguntas que en el libro se plantean a la luz de experiencias concretas.

Se revalorizan las ideas de dos grandes intelectuales que adquieren una enorme vigencia en la actual coyuntura de la región: Albert Hirschman y Fernando Fajnzylber. El primero, por enfatizar la importancia del concepto de "estrategia" en todas sus dimensiones y el segundo, por el profundo concepto de "transformación", donde la educación, la ciencia y la tecnología son ejes fundamentales. En clave con estas posturas se enfatiza, de la mano de la prospectiva y la planificación, la complementariedad entre cerebro y máquina para mejorar la realidad y la sociedad que la compone.

La ausencia de "estrategia" para superar el burocrático ejercicio de periódicos planes nacionales o sectoriales de desarrollo, según el ciclo electoral, con el afán de refundar periódicamente el Estado, son algunos de los antecedentes que se analizan, y que permiten concluir con algunas reflexiones. Se trata, en el fondo, de una invitación al debate abierto y propositivo porque el problema a todos nos concierne. Y, las capacidades de implementación, como establecía Hirschman, son un "voyage of discovery" en los más variados campos, desde los tecnológicos hasta los políticos.

ISBN: 978-612-4443-52-7
9786124443527