

Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción

Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción

WENCESLAO J. GONZÁLEZ (EDITOR)

netbiblo
www.netbiblo.com

General Editor

Wenceslao J. González

LAS CIENCIAS DE DISEÑO: RACIONALIDAD LIMITADA, PREDICCIÓN Y PRESCRIPCIÓN

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

netbiblo

www.netbiblo.com

DERECHOS RESERVADOS 2007, respecto a la primera edición en español, por

© Netbiblo, S. L.

Copyright © by Wenceslao J. Gonzalez

NETBIBLO, S. L.

C/. Rafael Alberti, 6 bajo izq.

Sta. Cristina 15172 Oleiros (La Coruña) – Spain

Tlf: +34 981 91 55 00 • Fax: +34 981 91 55 11

editorial@netbiblo.com

ISBN: 978-84-9745-212-0

Depósito Legal: C-3677-2007

Directora Editorial: Cristina Seco López

Editora: Paola Paz Otero

Producción Editorial: Gesbiblo, S. L.

Impreso en España – Printed in Spain

ÍNDICE GENERAL

Contexto

Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción <i>Wenceslao J. González</i>	3
---	---

PARTE I: LAS CIENCIAS DE DISEÑO EN EL MARCO DE LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL

1. Las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial

Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada <i>Wenceslao J. González</i>	41
La Ciencia busca sobriedad, no simplicidad: La búsqueda de pautas en los fenómenos <i>Herbert A. Simon</i>	71

2. De las Ciencias de lo Artificial a la Tecnología

Las Ciencias de Diseño como eje de la relación entre las Ciencias de lo Artificial y la Tecnología: Incidencia de la predicción y la prescripción <i>Juana M. Martínez</i>	109
Caracterización de las Ciencias de la Comunicación como Ciencias de Diseño: De la racionalidad científica a la racionalidad de los agentes <i>María José Arrojo</i>	123

PARTE II: MODELOS DE RACIONALIDAD LIMITADA PARA LAS CIENCIAS DE DISEÑO

3. La racionalidad limitada como moduladora de las Ciencias de Diseño

Formación de problemas, detección de problemas y solución de problemas en Diseño <i>Herbert A. Simon</i>	149
--	-----

4. *Bounded rationality* y la Economía como Ciencia de Diseño

Análisis de la Economía como Ciencia de Diseño: El enfoque de la <i>bounded rationality</i> en la toma de decisiones <i>María G. Bonome</i>	161
---	-----

PARTE III: TAREA DE LA PREDICCIÓN
EN LAS CIENCIAS DE DISEÑO

5. Predicción y diseño científico

La contribución de la predicción al diseño en las Ciencias de lo Artificial <i>Wenceslao J. González</i>	183
De la predicción científico-social a la predicción en Ciencias de lo Artificial: Paralelismos y diferencias <i>Francisco J. Castro</i>	203

**6. La predicción en Ciencias de la Documentación
como Ciencias de Diseño**

Caracteres de la predicción en las Ciencias de la Documentación: De la <i>Information Science</i> al Análisis Documental <i>Antonio Bereijo</i>	217
---	-----

PARTE IV: COMETIDO DE LA PRESCRIPCIÓN
EN LAS CIENCIAS DE DISEÑO

7. De la predicción a la prescripción en Ciencias de Diseño

Cometido de la predicción y la prescripción ante la toma de decisiones en las Ciencias de lo Artificial <i>María G. Bonome</i>	239
--	-----

8. Variaciones en la prescripción en las Ciencias de Diseño

La articulación de la prescripción en las Ciencias de la Documentación <i>Antonio Bereijo</i>	267
--	-----

Índice de nombres.....	287
------------------------	-----

Contexto

ANÁLISIS DE LAS CIENCIAS DE DISEÑO DESDE LA RACIONALIDAD LIMITADA, LA PREDICCIÓN Y LA PRESCRIPCIÓN

Wenceslao J. González

1. LAS CIENCIAS DE DISEÑO

Cada vez es más frecuente la expresión “Ciencias de Diseño”, que designa conocimientos específicos que son elaborados para resolver, de manera articulada, problemas concretos que surgen en el entorno humano. Con esa expresión no sólo se identifica un campo nuevo del saber —de carácter artificial—, sino que se abarca también un conjunto de prácticas científicas propias, que son diferentes de las utilizadas en otras Ciencias empíricas. De este modo, las Ciencias de Diseño comportan un ámbito temático novedoso, que dilata la actividad científica en cuanto que —al hacer diseños— está encaminada a metas relacionadas con lo hecho por los humanos (*human-made*).

Planteado así, hay diferencias filosófico-metodológicas con respecto a las Ciencias empíricas más difundidas. Por un lado, las Ciencias de Diseño se distinguen de las Ciencias de la Naturaleza, puesto que versan sobre un mundo construido y, además, lo intentan ampliar mediante predicciones (anticipación del futuro) y prescripciones (pautas de actuación para resolver problemas). Y, por otro lado, las Ciencias de Diseño son distintas de las Ciencias Sociales, en la medida en que los diseños añaden nuevos factores —que son propios de lo contingente o lo “superfluo”— a aquellos elementos que, en principio, son necesarios o constitutivos de la vida humana en sociedad (como se aprecia en la Economía, que tiene una vertiente de Ciencia de Diseño además de la dimensión de Ciencia Social).

Sin embargo, no siempre se entiende lo mismo cuando se usa la denominación de “Ciencias de Diseño”¹. Más aún, con frecuencia cambia su sentido y su referencia, pudiendo ser interpretada de diversas maneras. En primer lugar, porque “diseño” presenta al menos tres direcciones distintas desde el punto de vista del *contenido*: a) en relación con el Arte; b) en conexión con las Ciencias de la Naturaleza; y c) en vinculación con las Ciencias Sociales. En segundo término, en cuanto que el diseño, además de ser un elemento específico de una actividad científica, puede ser una faceta de una *práctica* profesional y es, asimismo, un componente clave de la Tecnología². Y, en tercera instancia, cuando se plantean los caracteres de “diseño”, aparece que es una palabra *bipolar*, puesto que se utiliza para los dos polos en liza: el punto de partida y el puesto de llegada. En efecto, el diseño puede ser tanto lo que se tiene en la mente antes de ser llevado a cabo (el diseño como “plan”, p. ej., al concebir una nueva ciudad) como aquello que resulta del quehacer humano (el diseño como “producto”).

¹ Cfr. MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995.

² El diseño, en cuanto componente de la Tecnología atañe, en primer lugar, al plano del conocimiento, donde el saber científico (*know that*) se articula con el específico saber tecnológico (*know how*); en segundo término, incide en el quehacer tecnológico; y, en tercera instancia, repercute en el producto o artefacto. Sobre los caracteres de la “Tecnología” y su diferencia con la Ciencia, además de lo señalado en páginas posteriores, puede verse GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49; en especial, pp. 9-13.

1.1. Rasgos centrales

Como aquí se busca analizar las “Ciencias de Diseño” desde una perspectiva filosófico-metodológica, se ha de partir de un significado riguroso, de modo que se acote el ámbito de estas disciplinas. Por eso, se comienza con varios *rasgos centrales*, para que contribuyan a aclarar el sentido —contenido conceptual— y la referencia de esa expresión (una realidad), al tiempo que se delimitan otros aspectos relevantes. Analizados con rigor, esos rasgos centrales son componentes de diversa índole (semánticos, epistemológicos, metodológicos, ontológicos, ...). Insisten en la perspectiva interna de la Ciencia, pero sin descuidar la dimensión externa (relación con el entorno). Con ellos se plantean las cuestiones que centran el presente texto, que sirve de marco para el conjunto del volumen.

i) Caracterizado en el presente contexto, el *diseño* posee rasgos genuinos de “Ciencia” (lenguaje, estructura, conocimiento, etc.)³, de modo que se distingue de la práctica profesional de diseñar y difiere también del quehacer propio del “diseño industrial” (o, en general, se distingue del “diseño tecnológico”); ii) el diseño científico es objeto de estudio por la Filosofía y Metodología de la Ciencia: aparece englobado en las “Ciencias de lo Artificial”, de manera que su esfera temática es distinta de las Ciencias de la Naturaleza y diferente de las Ciencias Sociales; iii) todo “diseño científico” es parte de una actividad humana donde hay objetivos, procesos y resultados (el diseño se orienta a la solución de problemas concretos mediante procesos bien perfilados); y iv) la existencia de esos pasos sucesivos —objetivos, procesos y resultados— comporta, en relación con el diseño científico, diversos factores entre los que se encuentran el uso de racionalidad (de medios y de fines), la utilización de predicciones y la estipulación de prescripciones para llegar a las metas seleccionadas.

Concebidas según los rasgos expuestos, las “Ciencias de Diseño” enlazan con las “Ciencias de lo Artificial”, que es una de las principales aportaciones de Herbert A. Simon a la Filosofía y Metodología de la Ciencia⁴. Su enfoque parte de la base de un quehacer científico orientado a metas (*goal-oriented*), que se despliega en diversas rutas epistemológicas y metodológicas. Con ellas se puede dar lugar a diversas Ciencias: Economía, Farmacología, Documentación, etc. Todas comparten un hilo conductor inicial: la existencia de un soporte ontológico —lo construido o “sintetizado”—, de manera que todas se adentran en el estudio de factores artificiales. Así, estas *sciences of design* gira en torno a una idea directriz: la elaboración humana (ser *human-made*).

Ahora bien, esa *elaboración humana* lo es en un sentido más estricto que en las Ciencias de la Naturaleza o en las Ciencias Sociales. En efecto, en las Ciencias de Diseño hay una *creatividad* humana de fondo, que modula los sucesivos pasos como Ciencias de lo Artificial: los objetivos, los procesos y los resultados. Esto comporta una vertiente teleológica —orientación a fines buscados— y un medio social que lo hace posible. Pero supone, además, la *novedad* de lo artificial: la dilatación de lo real mediante lo contingente, que sintetiza el conocimiento existente para llegar más lejos o alcanzar nuevos lugares,

³ Sobre los rasgos propios de la Ciencia, cfr. GONZALEZ, W. J., “De la Ciencia de la Economía a la Economía de la Ciencia: Marco conceptual de la reflexión metodológica y axiológica”, en AVILA, A., GONZALEZ, W. J. y MARQUES, G. (eds), *Ciencia económica y Economía de la Ciencia: Reflexiones filosófico-metodológicas*, FCE, Madrid, 2001, pp. 11-37; en especial, p. 15.

⁴ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996 (1ª ed., 1969; 2ª ed., 1981). El capítulo 5 lleva por título “The Science of Design: Creating the Artificial”, pp. 111-138.

como es propio del diseño. Porque el diseño mira hacia algo posible y alcanzable, de modo que, mediante unos procesos bien articulados, puede llevar al resultado anticipado (p. ej., una mejor planificación social, la composición de un nuevo fármaco, una organización coherente de una biblioteca, ...).

“Crear lo artificial” —el cometido que Simon asigna a las Ciencias de Diseño— requiere *racionalidad*, tanto en el plano de la actividad científica en sí misma considerada como en el ámbito de los agentes que la originan. De este modo, el diseño —cuando es “científico”— está orientado a fines y surge de una racionalidad de los agentes, que sirve de base para un contenido que ha de pasar los controles científicos. Así, la actividad del diseño se enraíza en la racionalidad de los agentes, que Simon concibe como “racionalidad limitada” (*bounded rationality*)⁵. Se sitúa, por tanto, frente a la racionalidad maximizadora, que es la opción dominante en Economía neoclásica y en diversas concepciones científicas que asumen el concepto de “optimización”⁶.

Sobre la base de la racionalidad limitada, los agentes construyen sus diseños: buscan unos objetivos, seleccionan unos procesos y esperan unos resultados. Las predicciones que realizan y las prescripciones que hacen para alcanzar las metas trazadas se apoyan en un tipo de conocimiento y en una capacidad de computación que son limitados⁷. Los agentes se encaminan —como ha puesto de relieve Ilkka Niiniluoto— a la resolución de problemas concretos, para lo que suelen contar con una práctica profesional previa⁸. Paralelamente, la racionalidad científica propia de este tipo de disciplinas —las relacionadas con diseños— se sitúa dentro de un entorno de *Ciencia Aplicada*: los modelos que hacen las Ciencias de Diseño están orientados al deber ser, en cuanto que normalmente dan prescripciones para alcanzar las metas planteadas y solventar las cuestiones específicas suscitadas.

1.2. Ubicación temática

Campo propio de las Ciencias de Diseño son las Ciencias de lo Artificial. Por un lado, se ubican ahí en cuanto que es un ámbito netamente delimitado por la elaboración humana (*human made*), como se constata en los tres momentos relevantes del diseño científico: los objetivos, los procesos y los resultados. Y, por otro lado, no abarcan todo el mapa del estudio de lo artificial: son sólo un subconjunto, puesto que, en rigor, las “Ciencias de Diseño” difieren de las Ciencias de lo Artificial encaminadas al estudio de

⁵ Acerca del origen de la expresión “racionalidad limitada”, cfr. KLAES, M. y SENT, E.-M., “A Conceptual History of the Emergence of Bounded Rationality”, *History of Political Economy*, v. 37, n. 1, (2005), pp. 27-59; en especial, pp. 37-43. Un análisis de su justificación se encuentra en CONLISK, J., “Why Bounded Rationality?”, *Journal of Economic Literature*, v. 34, n. 2, (1996), pp. 669-700.

⁶ Conviene resaltar que “racionalidad limitada” —en la acepción de Simon— no equivale a “optimización con restricciones”, como se pone de relieve en GIGERENZER, G., “Striking a Blow for Sanity in Theories of Rationality”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 389-409; en especial, pp. 390-395.

⁷ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14. (Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 115-128).

⁸ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21; NIINILUOTO, I., “Approximation in Applied Science”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139; y NIINILUOTO, I., “Future Studies: Science or Art?”, *Futures*, v. 33, (2001), pp. 371-377.

ciertas propiedades (físicas, químicas, biológicas, etc.) de los artefactos o de los materiales construidos por humanos⁹.

Originalmente, las Ciencias de Diseño pueden estar engarzadas a diversas posibilidades: una práctica artística, un saber técnico —o, incluso, tecnológico—, un comportamiento de gestión (empresarial, política, ...), un planteamiento para desarrollar aspectos humanos en un entorno social, etc. Ante esa pluralidad temática, el diseño científico proporciona un plan articulado, donde hay pautas de actuación para lograr resultados. Y, aunque el “diseño” puede ser también el producto, aquí importa más el componente conceptual que, tras el proceso adecuado, puede propiciar un producto. Esta dinámica aplicada lleva a solucionar problemas concretos (económicos, documentales, comunicativos, etc.) con resultados que pueden ser tangibles (que incluye entidades identificables en el medio social). Por tanto, la ubicación de las Ciencias de Diseño difiere de la esfera del Arte y se distingue del territorio de la Tecnología, aunque conecte con ambas.

Temáticamente, en cuanto que se insertan en el terreno de las Ciencias de lo Artificial y son Ciencias Aplicadas, las Ciencias de Diseño ocupan un puesto particularmente próximo a la Tecnología¹⁰. Esto se aprecia en las tres Ciencias que reciben aquí más atención: la Economía, cuya racionalidad sirve de mediación entre la racionalidad científica y la racionalidad tecnológica¹¹; las Ciencias de la Documentación, cuya operatividad está imbricada —cada vez más— con las Tecnologías de la Información y la Comunicación; y las Ciencias de la Comunicación, que desde su inicio se han sustentado sobre una base tecnológica para su desarrollo (que hace viable la transmisión de diversos contenidos).

Acontece, además, que las tres —la Economía, las Ciencias de la Documentación y las Ciencias de la Comunicación— son también Ciencias Sociales. Tienen, en efecto, un punto de apoyo en necesidades humanas de índole social —la elección de medios escasos ante la diversidad de fines, la acreditación de la información y la transmisión de contenidos— que dan lugar a acciones humanas intencionales. De hecho, su origen, desarrollo y consecuencias tienen lugar en un medio social. Ahora bien, en cuanto Ciencias de lo Artificial hay elementos adicionales: se amplía el ámbito de la *creatividad* humana, de modo que dilatan nuestro mundo (económico, documental, comunicativo, ...). Así, la existencia de diseños permite alcanzar objetivos más ambiciosos, seleccionar procesos más adecuados y lograr resultados más sofisticados.

Es ahí —al ampliar la base social con la introducción de lo artificial— donde juegan un papel destacado la predicción y la prescripción. Por eso, al investigar en este libro las Ciencias de Diseño, entre sus cometidos figura aclarar el papel de la predicción y de la prescripción en la elaboración de los “diseños científicos”. Porque los modelos en las

⁹ A este respecto, puede verse la sección 2, “El ámbito de las Ciencias de lo Artificial”, en GONZALEZ, W. J., “Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 43-52.

¹⁰ Sobre la diferencia conceptual entre “Ciencia” y “Tecnología”, cfr. NIINILUOTO, I., “Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?”, *Arbor*, v. 157, n. 620, (1997), pp. 285-299; y GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, pp. 3-49; en especial, pp. 9-13.

¹¹ GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

Ciencias de Diseño, en la medida en que pertenecen a Ciencias Aplicadas, requieren la predicción acerca de la viabilidad del objetivo buscado y la prescripción respecto de los procesos que se han de realizar para conseguirlo (y, por ende, ha de ofrecer pautas para resolver el problema concreto planteado). Ambas —la predicción y la prescripción— tienen un soporte epistemológico de racionalidad limitada, que influye en la racionalidad procesual —la selección de medios respecto de los fines propuestos—¹² y en la racionalidad evaluativa —la elección de fines—¹³, como se aprecia sobre todo en las Ciencias Aplicadas de Diseño.

Son, en efecto, saberes moldeados por la “racionalidad limitada” (*bounded rationality*)¹⁴, que sirve de base epistemológica para el diseño y que incide en la tarea metodológica de cómo resolver problemas concretos y prácticos. Las Ciencias de Diseño están moduladas por una racionalidad limitada tanto en la predicción como en la prescripción, que son vectores que configuran el “diseño científico”. Estos aspectos se aprecian en el presente libro, que aborda casos de Ciencias de lo Artificial (Economía, Documentación, ...) donde la racionalidad limitada acompaña tanto a los diseños como a sus agentes. De ahí que, cuando se analiza la predicción y la prescripción, se busca hacer aportaciones que, inicialmente, ayuden a entender la elaboración del “diseño científico” y que, a continuación, puedan propiciar pautas epistemológico-metodológicas para la resolución de problemas en el ámbito de las Ciencias de lo Artificial, tarea que incide directamente en los agentes.

Para completar esta tarea filosófico-metodológica acerca de las Ciencias de Diseño como *Ciencias Aplicadas* que usan la racionalidad limitada al hacer predicciones y al proponer prescripciones, conviene dar varios pasos. Primero, el análisis de las Ciencias de Diseño en el marco de las Ciencias de lo Artificial, de modo que se amplíe la ubicación temática de las *sciences of design*. Segundo, la explicitación del trasfondo filosófico del enfoque de Simon, principal impulsor de estas Ciencias, viendo las bases epistemológico-metodológicas de su propuesta. Tercero, las coordenadas del cometido de la predicción y la prescripción en el saber articulado en torno a los diseños. Cuarto, la reflexión sobre cómo entender el énfasis en la racionalidad limitada dentro de este ámbito. Son pasos que guardan estrecha relación con la estructura general del presente volumen.

¹² Este tipo de racionalidad —procesual o de medios— centra la atención de Simon, que en rigor no asume la racionalidad de fines como evaluadora de lo “preferible”. Cfr. SIMON, H. A., “From Substantive to Procedural Rationality”, en LATSIS, S. (ed), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 129-148.

¹³ En torno a los distintos tipos de racionalidad, cabe destacar el análisis en RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, Oxford University Press, Oxford, 1988. De la noción de “racionalidad evaluativa” se ocupa RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999, pp. 25, 31, 81-83, 87, 91-93 y 172.

¹⁴ Herbert Simon ha tenido una destacada contribución sobre *bounded rationality* como racionalidad de agentes que toman decisiones. Junto a los trabajos señalados en el apartado “Énfasis en la racionalidad limitada” de este capítulo, conviene resaltar varios de sus textos: SIMON, H. A., “Theories of Bounded Rationality”, en MCGUIRE, C. B. y RADNER, R. (eds), *Decision and Organization: A Volume in Honor of Jacob Marschak*, North-Holland, Amsterdam, 1972, cap. 8, pp. 161-176 (reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis*, Vol. 1, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 51-66); SIMON, H. A., “Rationality as Process and as Product of Thought”, *American Economic Review*, v. 68, n. 2, (1978), pp. 1-16; SIMON, H. A., “Rational Decision Making in Business Organizations”, *American Economic Review*, v. 69, n. 4, (1979), pp. 493-513; SIMON, H. A., “Decision Making: Rational, Nonrational, and Irrational”, *Educational Administration Quarterly*, v. 29, n. 3, (1993), pp. 392-411; y SIMON, H. A., “On Simulating Simon: His Monomania, and its Sources in Bounded Rationality”, *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 32, n. 3, (2001), pp. 501-505.

2. LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL COMO MARCO

Cuando Simon publica la tercera edición de *The Sciences of the Artificial* (1996), plantea expresamente las “Ciencias de Diseño” dentro de las “Ciencias de lo Artificial”: por un lado, es un campo nuevo y distinto a otras Ciencias (de la Naturaleza o Sociales), puesto que aborda “lo hecho-por-el-hombre (*man-made*) como opuesto a lo natural”¹⁵; y, por otro lado, es un terreno donde la Ciencia se entrecruza con la Tecnología, pues los científicos de lo artificial y los ingenieros comparten la preocupación por *alcanzar unos objetivos* —el fin del diseño— y convergen en un *quehacer* con una habilidad específica —un proceso orientado hacia una meta buscada—¹⁶. Así, al diseñar objetos artificiales, se busca realizar objetos que tengan una serie de propiedades deseadas. En otras palabras, quien hace diseños (*designer*) “se ocupa de cómo *deben ser* (*ought to be*) las cosas: cómo deben ser cara a *conseguir metas* (*to attain goals*) y para que *funcionen* (*to function*)”¹⁷.

Consideradas en el marco de las Ciencias de lo Artificial —y creadoras, por tanto, de algo distinto a lo natural y lo social—, las Ciencias de Diseño reúnen inicialmente varios rasgos epistemológico-metodológicos: a) buscan más “sintetizar” que “analizar”; b) pueden imitar caracteres de la Naturaleza o de la realidad social, pero poseen siempre un factor innovador respecto de lo dado —sea natural o social—; y c) presentan una dimensión prescriptiva o normativa además del plano descriptivo, puesto que incluyen metas y un deber-ser orientado hacia ellas¹⁸. Este rasgo —el recurso a la prescripción— contribuye a distinguir a las Ciencias de Diseño respecto de otras Ciencias empíricas, que pueden prescindir de lo normativo para concentrarse expresamente en “cómo son las cosas”¹⁹. Así, la caracterización de los diseños científicos requiere metas (*goals*), funciones y una capacidad de adaptación a los objetivos buscados.

Entendidas de este modo —como disciplinas humanas teleológicas, sintetizadoras, innovadoras y prescriptivas—, las *Ciencias de Diseño* surgen a mediados de los años 70 en Carnegie Mellon University de Pittsburgh (Pensilvania)²⁰. Forman parte del quehacer ordinario en Facultades de Informática, en Escuelas de Ingeniería, en los estudios de Arquitectura, en los grupos de Investigación Operativa (*Operations Research*) de las Facultades de Ciencias Empresariales y de las Escuelas de Negocios (*MBA*), ... Constituyen, en suma, una realidad en instituciones científicas. Sus rasgos como actividad científica

¹⁵ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 4.

¹⁶ “A science of the artificial will be closely akin to a science of engineering —but very different (...) from what goes currently by the name of ‘engineering science’”, SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 5.

¹⁷ *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 4-5. Sobre las caracterizaciones de “diseño” puede verse ATWOOD, M. E., MCCAIN, K. W. y WILLIAMS, J. C., “How does the Design Community Think about Design?”, en: *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, ACM Press, N. York, 2002, pp. 125-132.

¹⁸ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 5. La “creatividad” forma parte habitualmente de los rasgos asociados al diseño, cfr. DASGUPTA, S., *Creativity in Invention and Design*, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

¹⁹ Cabe apreciar que el esquema habitual de carácter dual “descriptivo”-“normativo”, frecuente en Ciencias como la Economía y en autores como Simon, simplifica en exceso las cosas. Por un lado, la mera “descripción” no hace Ciencia, salvo cuando se articula en términos de “explicación” o “predicción”; y, por otro lado, “normativo” expresa un contenido demasiado estricto, si se trata de reflejar el tipo de prescripciones que ofrece habitualmente la Ciencia (en especial, las Ciencias Aplicadas relacionadas con el diseño).

²⁰ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 113.

son distintos y complementarios de los caracteres de las Ciencias de la Naturaleza y de las Ciencias Sociales, y suelen además presentar un nexo directo con la Tecnología.

3. BASES EPISTEMOLÓGICO-METODOLÓGICAS DEL ENFOQUE DE HERBERT A. SIMON

Con las Ciencias de lo Artificial como marco de fondo de las Ciencias de Diseño, conviene dejar constancia de las bases epistemológico-metodológicas del enfoque de Herbert A. Simon, de modo que quede claro cuál era el estado de la cuestión al inicio de la investigación reflejada en el presente libro. En primer lugar, los supuestos de su concepción —que aparecen cincelados con una prosa fluida que no siempre es precisa— requieren análisis, en cuanto que afectan a los aspectos que se consideran en el volumen (Ciencias de Diseño, racionalidad limitada, predicción y prescripción). Y, en segundo término, sucede que, con frecuencia, su propuesta está más perfilada que completamente articulada. Esto puede dejar escapar elementos de fondo que son relevantes desde una perspectiva filosófico-metodológica.

Orientación a fines y carácter limitado son dos bases epistemológico-metodológicas de Simon cuando propone las Ciencias de Diseño. Considera asimismo que el diseño tiene carácter instrumental y que sus procesos están moldeados por la idea de “satisfacción” (el lograr algo “suficientemente bueno” —*good enough*—), en vez de estar troquelados en el yunque de la maximización²¹. Así, su planteamiento reconoce la búsqueda de objetivos y la dependencia respecto de los procesos: i) el diseño es una actividad dirigida a fines, puesto que “se ocupa de cómo han de ser las cosas; trata de idear artefactos para conseguir metas”²²; y ii) los métodos de diseño son limitados, pues en rigor no se aspira a lo máximo posible sino a satisfacer determinadas necesidades, de modo que el número de alternativas al diseñar no es ilimitado.

Desde una perspectiva de carácter general, un diseño de tipo científico —ámbito de la Ciencia Aplicada— conlleva, en principio, varios rasgos: 1) hay una *meta* buscada, hacia la que puede orientarse un plan de actuación (sea económico, documental, de comunicación, ...), de manera que el diseño —el contenido cognitivo— anticipa algo posible y alcanzable; 2) el proceso para llegar a lo buscado está inicialmente esbozado, pero cobra cuerpo de manera progresiva —se articula el plan— en la medida en que se aprecia la viabilidad de la meta, lo que se traduce en la *selección de pautas* para conseguir el objetivo (sea en Economía, Ciencias de la Documentación, Ciencias de la Comunicación, ...); y 3) el resultado finalmente alcanzado por el diseño —si se considera bueno— puede tener los caracteres de un “modelo”, en el sentido de servir de inspiración o *criterio* para actuaciones posteriores. Esto supone que el contenido cognitivo —el diseño científico en sí mismo considerado— da lugar a varios pasos sucesivos, con la intencionalidad de lograr resolver un problema concreto planteado²³.

²¹ Cfr. SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997; y SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, en COLLEN, A. y GASPARSKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, pp. 245-257.

²² SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed, p. 114.

²³ “Intención” e “intencionalidad” son dos nociones teleológicas relacionadas con acciones sociales que presentan diversas diferencias, cfr. ELSKAMP, R. G., “Intención e Intencionalidad: Estudio comparativo”, *Anales de Filosofía*, v. 4, (1986), pp. 147-156.

Entran por tanto en liza objetivos, procesos y resultados: hay un contenido cognitivo que, dentro de un contexto teleológico, busca una aplicación práctica. Esto comporta que, en la elaboración del diseño científico, intervienen la predicción y la prescripción. Porque, para que haya un auténtico “diseño”, no basta con que sea *posible* el objetivo buscado, puesto que, en rigor, el diseño sólo se ha conseguido cuando se descubre un sistema donde es *realizable* o alcanzable a tenor de unas reglas (esto es, un ámbito donde se cumple el proceso siguiendo unas pautas). La predicción y la prescripción trazan así unos límites en el diseño, que corresponden a su capacidad de adaptación a la realidad. De ahí que la racionalidad sea entonces *adaptativa* además de *limitada*, como se aprecia en las Ciencias Aplicadas de Diseño (Economía, Ciencias de la Documentación, Ciencias de la Comunicación, ...).

Esto supone —a mi juicio— que, al hacer un diseño científico, interviene en primer lugar una racionalidad *evaluativa*, que ha de seleccionar los fines (ha de dictaminar los objetivos “preferibles” y no meramente “los preferidos”); y, en segundo término, opera una racionalidad *práctica*, que se ocupa de la tarea instrumental de relacionar los medios para llegar a los fines: el cometido de escoger los medios adecuados —que son clave para el éxito del proceso— en consonancia con los fines a los que se ha dado prioridad. Y, junto con la racionalidad evaluativa y la instrumental, también trabaja la racionalidad *cognitiva*. Esta tercera instancia integra lo nuevo dentro de la estructura de conocimiento ya poseída (especialmente si el diseño ha tenido éxito). De esas tres vertientes de la racionalidad —las relacionadas con fines, medios y conocimiento—, Simon prescinde *de facto* de la primera: la racionalidad evaluativa²⁴.

Parece claro entonces que, aun cuando sea muy importante el diseño tecnológico, diseñar no es un quehacer exclusivo de los ingenieros o los arquitectos (quienes han de utilizar conocimiento científico —*know that*— y conocimiento tecnológico —*know how*—)²⁵. Al mismo tiempo, la función de diseñar —en la acepción expuesta— no es reducible a la mera dimensión gráfica o de formas de representación (incluidas expresiones sofisticadas o de gran repercusión social, como la moda), puesto que —según el propio Simon— lo relevante es trazar “cómo han de ser las cosas”²⁶. Este “deber ser” respecto de lo artificial comporta que haya más profesiones relacionadas con el diseño que las mencionadas, puesto que cualquier profesión relacionada con las Ciencias Aplicadas (como, por ejemplo, Medicina, Farmacia, Enfermería, etc.) puede concebir *cursos de acción* para cambiar situaciones existentes en otras que se prefieren.

Así pues, lo que Simon entiende por “diseñar” está directamente asociado a “prescribir”: lo que ha de hacerse para cambiar lo existente. En este sentido amplio, el diseño “está en el núcleo de todo aprendizaje profesional; es el principal rasgo que distingue a las profesiones respecto de las Ciencias”²⁷. Su presencia le parece más clara en Ingeniería y en Administración de Empresas. Pero se encuentra también en el quehacer de la *Information Science* y la *Library Science*, así como —a mi juicio— en las tareas realizadas en el ámbito de las Ciencias de la Comunicación. Esto se aprecia tanto en diseños en donde prevalece la dimensión formal

²⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 205-232; en especial, pp. 208-213.

²⁵ Cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, pp. 10-13.

²⁶ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 114.

²⁷ *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 111.

(p. ej., la accesibilidad de la información en páginas *web* de prensa digital o la versatilidad de la configuración de la animación en 3-D para cine) como en diseños donde el interés primordial está en la articulación de contenidos (p. ej., las nuevas funciones de programación relacionadas con la televisión interactiva, que requieren la aceptación social).

Si se acepta la propuesta de Simon, de modo que el “diseño como Ciencia es un instrumento tanto para comprender (*understanding*) como para actuar (*acting*)”²⁸, entonces cabe afirmar que las disciplinas aquí consideradas (la Economía Aplicada, la *Information Science* y la *Library Science*, etc.) tienen caracteres de “Ciencia de Diseño”: permiten entender mejor la información disponible y propician actuar a partir de ella. Ahora bien, Niiniluoto considera que el planteamiento de Simon es un tanto ambiguo, porque no distingue con claridad entre “diseño” y “diseño científico”. Se trata de una objeción con fundamento, porque el diseño científico añade nuevos factores (principalmente epistemológicos y metodológicos) al tipo de diseño que surge sin más de la práctica profesional.

Advierte, por tanto, de una diferencia cualitativa epistemológica y metodológica: el “diseño científico” es una especie cualificada dentro del conjunto del diseño, porque el *diseño científico* comporta la actividad racional de resolver problemas de diseño mediante el uso del conocimiento científico y de métodos científicos. Esta distinción de Niiniluoto entre el diseño, en general, y el diseño científico, en particular, posee raíces epistemológicas y metodológicas: el diseño científico surge del resultado de una tarea que denomina “cientificación” (*scientification*), por la que conocimientos prácticos de Arte, Tecnología, etc., adquieren un estatuto nuevo, que es propio de la Ciencia²⁹. Así, primero habría una actividad humana profesional, relacionada por ejemplo con la gestión económica (*management*) o con un fenómeno de desarrollo (*development*), para llegar después a la elaboración de un diseño científico, dentro ya de un contexto de actividad científica.

Ante esta propuesta, la investigación realizada en el presente volumen muestra que, en los casos de Ciencias Aplicadas de Diseño que centran aquí la atención (la Economía, las Ciencias de la Documentación y las Ciencias de la Comunicación), se cumple la idea de una “cientificación” de procesos previos. (Sucede además que, en cuanto Ciencias de lo Artificial, tienen nexos con diseños de tipo tecnológico, en la medida en que están conectadas con las Tecnologías de la Información y la Comunicación, que les sirven de soporte para poder desarrollar diversos diseños científicos). Pero el fenómeno mismo señalado por Niiniluoto —la existencia de una “cientificación” de prácticas profesionales— resalta todavía más la necesidad de aclarar el papel de la *predicción* y la *prescripción*, de modo que el resultado sea realmente un “diseño científico” y permita la solución de problemas prácticos concretos.

4. PREDICCIÓN Y PRESCRIPCIÓN

Metodológicamente, Simon ha concedido de manera habitual más importancia a la *prescripción* que a la *predicción*³⁰. De hecho, su visión de las Ciencias de lo Artificial, en

²⁸ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 164.

²⁹ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, pp. 8-9.

³⁰ En uno de sus escritos publicados póstumamente, Simon insiste en relegar la predicción en favor de un diseño que permita configurar y alcanzar un mundo sostenible y aceptable: “Our task is not to predict the future; our task is to design a future for a sustainable and acceptable world, and then to devote our efforts to bringing that future about. We are not observers of the future; we are actors who, whether we wish to or not, by our actions and our very existence, will determine the future’s shape”, SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), p. 601.

general, y de la Economía, en particular, aparece surcada por la primacía de la práctica: la Ciencia se orienta hacia la resolución de problemas y el diseño científico está al servicio de conseguir metas concretas. Así, ante el instrumentalismo metodológico de tipo predictivista, defendido por Milton Friedman (Premio Nobel en 1976), donde la predicción con éxito ocupa el lugar central en la Economía³¹, Simon ha adoptado siempre una actitud crítica: por una parte, considera que predecir no es el único objetivo de la Economía, *ni* es tampoco el *cometido principal* de esta Ciencia³²; y, por otra parte, resalta que, al modelar sistemas, la tarea de la prescripción prevalece sobre el éxito predictivo³³.

Esta opción metodológica en favor de las prescripciones es patente en Simon: “construimos y utilizamos modelos porque queremos comprender las consecuencias de tomar una decisión en lugar de otra. Los modelos predictivos son sólo un caso especial [de modelos] donde buscamos predecir eventos que no podemos controlar en orden a adaptarnos mejor a ellos. No esperamos cambiar el tiempo [atmosférico], pero podemos dar pasos para moderar sus efectos. Predecimos poblaciones de modo que podamos planear el alcanzar sus necesidades de alimentos y educación. Predecimos ciclos económicos en orden a planificar nuestra inversión y nuestros niveles de producción”³⁴.

Su postura metodológica se encamina por derroteros bien distintos a los seguidos por Friedman. En su enfoque, al modelar sistemas donde pueden intervenir la predicción y la prescripción, la buena *comprensión* de los estados continuos puede ser más importante que las series temporales predictivas o el trazar pautas prescriptivas. Con este planteamiento, que afecta tanto a la Microeconomía como a la Macroeconomía, Simon parece cambiar las prioridades de Friedman. Por un lado, la Economía puede ser contrastada mediante el juicio sobre la *corrección de sus supuestos*, en vez de hacerlo a través de la comprobación de la corrección empírica de sus predicciones; y, por otro lado, la elaboración de modelos de sistemas complejos está generalmente *al servicio* de la actuación pública (*policy*)³⁵, pues busca la adaptación de la conducta económica, a cuyo cometido se entrega la planificación económica.

Epistemológicamente, Simon combina la insistencia en la atención a los *hechos*³⁶, empezando por la comprensión de la conducta humana ante la toma de decisiones, y la

³¹ Cfr. FRIEDMAN, M., “The Methodology of Positive Economics”, en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953 (6ª reimp., 1969), pp. 3-43.

³² Cfr. SIMON, H., “The State of Economic Science”, en SICHEL, W. (ed), *The State of Economic Science. Views of Six Noble Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, MI, 1989, pp. 97-110.

³³ El análisis en estas páginas se apoya en GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, *Theoria*, v. 13, n. 2, (1998), pp. 321-345; en especial, pp. 331-332 y 338-339.

³⁴ SIMON, H., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, pp. 10-11. “The inaccuracy of the predictions [of the Club of Rome] was irrelevant to the significance of the message conveyed”, SIMON, H., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 9. En diversos casos, como *models of competitive, confrontational situations*, o en *other models of international relations* la predicción parece inviable: “it may be impossible to obtain answers to our predictive questions, and we may be well advised to ask a different set of questions instead”, SIMON, H., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 10.

³⁵ Cfr. SIMON, H., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 10.

³⁶ “The faith in *a priori* theory, uncontaminated by empirical observations, has been weakened—even among ‘rational expectationists’. More and more economists are beginning to look for the facts they need in actual observation of business decision making and in laboratory experiments on economic markets and organizations”, SIMON, H. A., “Introductory Comment”, en EGIDI, M. y MARRIS, R. (eds), *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*, E. Elgar, Aldershot, 1992, p. 7.

existencia de *finés específicos* al realizar modelos de sistemas complejos³⁷. A este respecto, llama la atención que un autor tan centrado en la Teoría de la Decisión en el ámbito económico (en particular, en las organizaciones económicas) como Simon se circunscriba *de facto* a la racionalidad instrumental³⁸. Porque, al no plantearse una *racionalidad de fines*, deja completamente en precario la base de la prescripción económica, pues ésta de suyo requiere una *delimitación de objetivos* a tenor de criterios racionales.

Paralelamente, Simon se distancia de los planteamientos de Estadística Económica o los puramente econométricos: “cuando nuestro cometido es la prescripción en lugar de la predicción, entonces no podemos por más tiempo dar por supuesto que lo que queremos calcular son series temporales”³⁹. Y busca *prescribir* la conducta económica humana, pero no por medio de una inferencia deductiva a partir de un pequeño conjunto de premisas: “nuestro interés práctico al planificar (*planning*) para el futuro consiste en qué debemos hacer *ahora* para alcanzar ese futuro. Debemos usar nuestras metas (*goals*) futuras para detectar cuáles pueden ser las acciones irreversibles que debemos evitar y hacer explícitas las lagunas en nuestro conocimiento (...) que deben ser cubiertas pronto, de modo que las elecciones (*choices*) puedan llevarse a cabo más tarde. Nuestras decisiones hoy requieren que conozcamos nuestras metas (*goals*), pero no el camino exacto que hemos de seguir para alcanzarlas”⁴⁰.

Puestos a hacer un balance de la compleja tarea de articular la predicción económica con la prescripción económica, habría que señalar —a mi juicio— varios elementos relevantes desde una perspectiva filosófico-metodológica. 1) La predicción no es el *leit-motiv* de la Economía, en la medida en que los objetivos buscados por esta disciplina superan el rango de los cometidos descriptivos para adentrarse en la funciones prescriptivas, con la consiguiente taxonomía de valores internos y externos que acompañan a la Axiología de la investigación económica⁴¹. 2) La predicción se distingue de las meras “implicaciones contrastables” (*testable implications*) de un modelo económico establecido, pues incorpora el factor tiempo al mirar hacia un futuro que, en principio, nace marcado por la incertidumbre⁴². En tal caso las prescripciones pueden reducir el margen de incertidumbre, en la medida en que requiere seleccionar objetivos alcanzables y asociarlos a medios disponibles.

Tendría entonces la *prescripción* los siguientes rasgos básicos: i) se inscribe en un horizonte teleológico, de forma más clara que la predicción económica, puesto que la prescripción aparece directamente relacionada con *finés buscados*; ii) rebasa el plano epistemológico que sirve de apoyo a la Metodología predictiva, para convertirse ante todo en un concepto vinculado a la *dirección de la acción*, aspecto que queda aún más patente al

³⁷ Cfr. “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 7.

³⁸ “We see that reason is wholly instrumental. It cannot tell us where to go; at best it can tell us how to get there. It is a gun for hire that can be employed in the service of whatever goals we have, good or bad”, SIMON, H. A., *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, 1983, pp. 7-8.

³⁹ SIMON, H., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, pp. 10-11.

⁴⁰ “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 11.

⁴¹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “De la Ciencia de la Economía a la Economía de la Ciencia: Marco conceptual de la reflexión metodológica y axiológica”, en AVILA, A., GONZALEZ, W. J. y MARQUES, G. (eds), *Ciencia económica y Economía de la Ciencia: reflexiones filosófico-metodológicas*, pp. 11-37.

⁴² Sobre el concepto de “predicción” en Economía, cfr. GONZALEZ, W. J., “On the Theoretical Basis of Prediction in Economics”, *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228.

plasmarse en una planificación de la actividad económica; iii) en cuanto se encamina hacia la adaptación del futuro del quehacer económico, la prescripción se sustenta *sobre la base de las predicciones* suministradas por la Ciencia económica en su vertiente “positiva” o “descriptiva”; iv) se da una *asimetría* entre “predicción” y “prescripción”, pues no toda predicción económica va acompañada por la posibilidad de una prescripción viable en Economía, ya que cabe predecir acontecimientos económicos que no podemos controlar (p. ej., predicciones de ciclos económicos a largo plazo) y las propias prescripciones económicas son juzgadas respecto de su plausibilidad —como Política económica, que puede ser mejor o peor— a tenor de las predicciones, de modo que las predicciones pueden ser utilizadas para evaluar las prescripciones⁴³.

5. ÉNFASIS EN LA RACIONALIDAD LIMITADA

Tanto la idea de las Ciencias de Diseño como el nexo entre predicción y prescripción, que incide de lleno en las Ciencias de lo Artificial (objetivos, procesos y resultados), se analizan en este volumen desde la perspectiva de la racionalidad limitada. La existencia de la *bounded rationality* en una de las Ciencias aquí consideradas —la Economía— ha sido defendida de manera clara por diversos Premios Nobel. Entre ellos se encuentran Herbert A. Simon (1978), Reinhard Selten (1994), Daniel Kahneman (2002) y Robert J. Aumann (2005)⁴⁴, quienes han abordado la “racionalidad limitada” desde líneas de investigación propias. Este elenco es particularmente ilustrativo, si se contempla la formación previa de los autores mencionados, que abarca un amplio espectro temático (Ciencia Política, Matemáticas, Psicología, ...), y una polícroma diversificación de aportaciones (Inteligencia Artificial, Teoría de Juegos, Psicología Cognitiva, ...).

Ahora bien, Simon reconoce que “la racionalidad humana es limitada no es una idea reciente. La racionalidad ha sido un importante tema de estudio y debate al menos desde tiempos clásicos. (...) Cuando la racionalidad está asociada con *procesos* de razonamiento, y no sólo con sus *resultados* (*products*), los límites de las habilidades del *homo sapiens* para razonar no pueden ser pasados por alto. Así, el razonamiento que encontramos en los clásicos parece muy diferente del cálculo de maximización de la utilidad esperada de la moderna Economía neoclásica. Considerar tanto el proceso como el resultado es compatible —aunque los neoclásicos piensen que no— con la idea según la cual, aun cuando los seres humanos emplean razones para hacer lo que hacen, rara vez son las mejores razones y, a duras penas, son consistentes con la amplia gama de sus elecciones”⁴⁵.

⁴³ A este respecto, F. Hahn se muestra optimista: “What occurs when we pass to the more distant future is that economics provides a fairly powerful tool for evaluating alternative policies”, HAHN, F., “Predicting the Economy”, en HOWE, L. y WAIN, A. (eds), *Predicting the Future*, Cambridge University Press, Cambridge, 1993, p. 93.

⁴⁴ La lista en modo alguno es exhaustiva. El propio Herbert Simon, en la entrevista del 2 de septiembre de 1999 en Carnegie-Mellon University, me comentó que no veía diferencias apreciables entre su concepción y las propuestas de Douglass C. North (Premio Nobel de Economía en 1993). Este autor muestra su interés por la racionalidad limitada en NORTH, D. C., “Economic Theory in a Dynamic Economic World”, *Business Economics*, v. 30, n. 1, (1995), pp. 7-12.

⁴⁵ SIMON, H. A., “Bounded Rationality in Social Science: Today and Tomorrow”, *Mind and Society*, v. 1, n. 1, (2000). Vers. cast. de Wenceslao J. González y María G. Bonome: “Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, p. 98.

Expresamente, Simon emplea la expresión *bounded rationality* en *Models of Man*⁴⁶. Tiene al menos medio siglo. Con ella quería resaltar que la elección racional del agente se lleva a cabo con limitaciones de conocimiento y de capacidad de computación. Esa idea —la toma de decisiones dentro de un marco de limitaciones en el sujeto a la hora de elegir— ya latía en escritos suyos de la década anterior, cuando señalaba límites a la racionalidad en el campo de la conducta administrativa⁴⁷. Asimismo cabe afirmar que, en el fondo, acompaña a los tres modelos acerca del pensamiento humano que se puede detectar en su larga carrera intelectual: 1) la concepción administrativa (*the administrative decision maker*); 2) el enfoque del homo economicus (*the universal decision maker*); y 3) el planteamiento de la Psicología Cognitiva y el campo de la Inteligencia Artificial (*the symbolic problem solver*)⁴⁸.

Respecto de las Ciencias de lo Artificial —en concreto, en el caso de la Economía como Ciencia de Diseño—, intervienen dos de esos modelos: el enfoque del agente económico y el planteamiento de la solución de problemas mediante símbolos. En primer lugar, Simon asume unos rasgos propios del *homo economicus*, que se reflejan en el modelo universal de *toma de decisiones*: i) el principio de racionalidad limitada (la dificultad de una racionalidad plena para resolver problemas); ii) el criterio de satisfacción (el alcanzar un nivel esperado en lugar de lo máximo); iii) la búsqueda heurística para seleccionar lo que permite la satisfacción (*satisficing*); y iv) la conducta adaptativa ante la incertidumbre del futuro y la inexactitud predictiva. En segundo término, Simon propone que, para solucionar problemas, hace falta el lenguaje de computación y el procesamiento de la información mediante símbolos. De este modo conecta los planos de la Psicología Cognitiva y la Inteligencia Artificial⁴⁹.

Aun cuando Simon ha realizado una contribución decisiva al territorio aquí analizado, tiene una restricción innecesaria: su perspectiva termina por circunscribirse a los procesos. A este respecto, Selten supone un avance: reconoce una deuda intelectual con el promotor de la *bounded rationality*⁵⁰, pero proporciona elementos para una racionalidad de fines⁵¹. En su postura se detecta la presencia de la *racionalidad evaluativa*, que acompaña a la racionalidad práctica y a la racionalidad epistémica. Aunque Selten no utiliza

⁴⁶ Cfr. SIMON, H. A., *Models of Man*, J. Wiley, N. York, NY, 1957, p. 198. Este libro incluye dos textos clave en su concepción: SIMON, H. A., “A Behavioral Model of Rational Choice”, *Quarterly Journal of Economics*, v. 69, (1955), pp. 99-118 (compilado en SIMON, H. A., *Models of Man*, pp. 241-260) y SIMON, H. A., “Rational Choice and the Structure of the Environment”, *Psychological Review*, v. 63, (1956), pp. 129-138 (compilado en SIMON, H. A., *Models of Man*, pp. 261-237).

⁴⁷ Cfr. SIMON, H. A., *Administrative Behavior*, Macmillan, N. York, 1947; 4ª ed. (ampliada), The Free Press, N. York, NY, 1997.

⁴⁸ Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, *Cognitive Science*, v. 27, (2003), pp. 683-707; en especial, pp. 693-695.

⁴⁹ Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, p. 695. Sobre este planteamiento, en el presente libro, cfr. GONZALEZ, W. J., “Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada”, sección 3.2: “Tipos de diseño en Inteligencia Artificial en Simon”, pp. 55-57.

⁵⁰ Cfr. SELTEN, R., “Herbert A. Simon Opened My Eyes”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, pp. 163-167.

⁵¹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality in Experimental Economics: An Analysis of Reinhard Selten’s Approach”, en GALAVOTTI, M. C. (ed), *Observation and Experiment in the Natural and Social Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 2003, pp. 71-83; en especial, pp. 74-79.

esa terminología en sus artículos, me parece que esas tres dimensiones de la racionalidad subyacen a lo que denomina “tres niveles de razonamiento”, que encuentra en la elaboración de *estrategias racionales* limitadas: 1) el análisis superficial; 2) la formación de metas o fines; y 3) conformación de una actuación pública (*policy*)⁵².

Según Selten, el “análisis superficial” se da cuando hay una información de fácil acceso, y el examen es cualitativo en vez de cuantitativo. En tal caso, parece asumirse la presencia de una racionalidad que juzga sobre valores (lo preferible). Después, la formación de una meta o fin parece llevar implícito (o incluso explícito) el uso de una racionalidad evaluativa: cuando interviene algún sentido de “imparcialidad” o “equidad” (*fairness*) —bien sea en términos de beneficios equitativos, proporcionales a los beneficios Cournot, ...— en orden a determinar las cantidades para los jugadores que pueden ser denominadas “un punto ideal” (una meta cooperativa), entonces se realiza una *evaluación racional* de la meta. Más tarde, la “conformación de una actuación pública” mira a los medios para alcanzar el fin: es necesario determinar un modo en el que se puede alcanzar la meta (cooperativa en su techo ideal). Este caso es un uso característico de la *racionalidad práctica*.

Donde la racionalidad evaluativa parece estar más clara es en el análisis del juego experimental de la solidaridad, que realizan Reinhard Selten y Axel Ockenfels⁵³. Porque los jugadores, en las motivaciones dirigidas hacia otros, pueden incluir razonamientos sobre los *fines* en sí mismos considerados. Por una parte, la solidaridad se encamina hacia una relación recíproca, pero es un nexo más sutil que el simple devolver lo que uno ha recibido. Así, la solidaridad es diferente de la reciprocidad (*do ut des*), en la medida en que los regalos hechos no son recíprocos. Y, por otra parte, los sujetos han de decidir, en el caso de ganar, cuánto desean dar al perdedor, cuando hay sólo uno en el grupo, o bien a cada uno de los perdedores, cuando éstos sean dos.

Junto a la racionalidad evaluativa, el juego experimental de la solidaridad de Selten y Ockenfels ha puesto de relieve la existencia de base empírica para la *bounded rationality*⁵⁴. Porque ellos han encontrado algo bien diferente de la maximización de la utilidad: los jugadores siguen “un proceso de decisión que, primero, fija la cuantía total del sacrificio para la solidaridad y, entonces, se distribuye (redondeando) entre los perdedores, sin reparar en su número”⁵⁵. El proceso de decisión que delibera sobre los fines está basado en el valor de la solidaridad y es diferente de la racionalidad práctica de cariz instrumental.

También Kahneman ha contribuido a reforzar el papel de la racionalidad limitada en Economía. Lo ha hecho desde la Psicología y contando con una dilatada colaboración por parte de Amos Tversky (1937-1996). Su tarea ha consistido en explorar las decisiones y creencias intuitivas, donde ha examinado la presencia de *bounded rationality*. Así, junto al

⁵² Cfr. SELTEN, R., “Bounded Rationality”, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, v. 146, n. 4, (1990), p. 656.

⁵³ Cfr. SELTEN, R. y OCKENFELS, A., “An Experimental Solidarity Game”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 34, n. 4, (1998), pp. 517-539.

⁵⁴ Sobre la base empírica de la “racionalidad limitada”, cfr. SELTEN, R., “Features of Experimentally Observed Bounded Rationality”, *European Economic Review*, v. 42, nn. 2-5, (1998), pp. 413-436. También son relevantes los análisis en SELTEN, R., “Game Theory, Experience, Rationality”, en LEINFELLNER, W. y KÖHLER, E. (eds), *Game Theory, Experience, Rationality*, Kluwer, Dordrecht, 1998, pp. 9-34, y SELTEN, R., “Aspiration Adaptation Theory”, *Journal of Mathematical Psychology*, v. 42, n. 2-3, (1998), pp. 191-214.

⁵⁵ SELTEN, R. y OCKENFELS, A., “An Experimental Solidarity Game”, p. 525.

reconocimiento a la tarea realizada por Simon, hay una propuesta positiva: la elaboración de mapas de racionalidad limitada. Este asunto, que es el eje de la conferencia como Premio Nobel⁵⁶ —y de trabajos directamente relacionados⁵⁷—, pretende explorar las diferencias entre el modelo conductual (las creencias de la gente y sus elecciones) y los modelos de agentes racionales optimizadores.

Son mapas de racionalidad limitada que se basan en tres grandes líneas de investigación⁵⁸: 1) el estudio de la heurística de la gente en contextos de incertidumbre, que incluye la Psicología de la predicción⁵⁹; 2) la elaboración de una teoría prospectiva que analiza un modelo de decisión en un entorno de riesgo⁶⁰; y 3) la indagación de los marcos de actuación y sus implicaciones para los modelos de toma de decisiones por agentes racionales⁶¹. Por tanto, las contribuciones a la racionalidad limitada de Kahneman versan sobre la Psicología de la elección y el juicio intuitivo, esto es, sobre los agentes individuales que toman decisiones en contextos ordinarios. Partió del modelo del agente racional y, sobre la base de información empírica psicológica, se fue distanciando de la influyente visión optimizadora.

Aumann también critica la racionalidad de la tendencia dominante en Economía, a la que denomina “racionalidad estricta”. Lo hace en términos que puede suscribir el propio Simon: “economistas han expresado desde hace tiempo insatisfacción respecto de los complejos modelos de racionalidad estricta que resultan tan persuasivos para la Teoría Económica”⁶². Junto a su apoyo a la racionalidad limitada, Robert J. Aumann es consciente —al igual que Selten o Kahneman— de un aspecto importante: que “no hay una Teoría unificada de la Racionalidad limitada”⁶³. Pero ofrece un elenco de objeciones a los modelos de racionalidad estricta o maximizadora que sirven para justificar la necesidad de la “racionalidad limitada”⁶⁴.

⁵⁶ Cfr. KAHNEMAN, D., “Maps of Bounded Rationality: A Perspective on Intuitive Judgment and Choice”, en FRÅNGSMYR, T. (ed), *The Nobel Prizes 2002*, Nobel Foundation, Estocolmo, 2003, pp. 449-489. (La conferencia se impartió el 8 de diciembre de 2002). Versión revisada: KAHNEMAN, D., “Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics”, *American Economic Review*, v. 93, n. 5, (2003), pp. 1.449-1.475.

⁵⁷ Cfr. KAHNEMAN, D., “A Perspective on Judgment and Choice: Mapping Bounded Rationality”, *American Psychologist*, v. 58, n. 9, (2003), pp. 697-720; y KAHNEMAN, D., “A Psychological Perspective on Economics”, *American Economic Review (Proceedings)*, v. 93, n. 2, (2003), pp. 162-168.

⁵⁸ Cfr. KAHNEMAN, D., “Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics”, p. 1.449.

⁵⁹ Cfr. KAHNEMAN, D. y TVERSKY, A., “On the Psychology of Prediction”, *Psychological Review*, v. 80, (1973), pp. 237-251; y TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D., “Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases”, *Science*, v. 185, n. 4157, (1974), pp. 1.124-1.131.

⁶⁰ Cfr. KAHNEMAN, D. y TVERSKY, A., “Prospect Theory: An Analysis of Decisions Under Risk”, *Econometrica*, v. 47, (1979), pp. 313-327.

⁶¹ Cfr. KAHNEMAN, D. y TVERSKY, A. (eds), *Choices, Values, and Frames*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

⁶² AUMANN, R. J., “Rationality and Bounded Rationality”, *Games and Economic Behavior*, v. 21, (1997), p. 2.

⁶³ AUMANN, R. J., “Rationality and Bounded Rationality”, p. 3. En 1981 Aumann asociaba la idea de *bounded rationality* a Roy Radner y sólo más tarde reconoció que la idea de “racionalidad limitada” la había investigado *in extenso* Simon, cfr. KLAES, M. y SENT, E.-M., “A Conceptual History of the Emergence of Bounded Rationality”, p. 49.

⁶⁴ Un análisis más detallado de la justificación de la racionalidad limitada se encuentra en CONLISK, J., “Why Bounded Rationality”, pp. 669-700. (Hay una versión posterior más amplia, tanto en contenido como en bibliografía: CONLISK, J., “Why Bounded Rationality: The Much Too Long Version”, en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 101-164).

i) A través del “empirismo casual” (*casual empiricism*) o mediante la mera introspección se aprecia que, incluso en los problemas de decisión más simples, la mayoría de los agentes económicos no son maximizadores de hecho: no rastrean el conjunto de las posibles elecciones (*choice set*) y seleccionan conscientemente lo máximo en ellas. ii) Con frecuencia esas maximizaciones son difíciles y, si lo intentaran (incluyendo a los economistas y a los informáticos —*computer scientists*—), la mayor parte de la gente sería incapaz de conseguirlo en la práctica. iii) Las encuestas y los experimentos de laboratorio indican que la gente, a menudo, no logra actuar conforme a varios supuestos básicos de la Teoría de la Decisión Racional dominante (*rational decision theory*). iv) Los experimentos de laboratorio señalan que las conclusiones del mencionado análisis racional —los resultados obtenidos, no meramente los supuestos de partida— no logran, en ocasiones, adecuarse a la realidad. v) Las conclusiones del análisis racional (*rational decision theory*) a veces no parecen razonables, incluso acudiendo a la simple introspección⁶⁵.

6. ESTRUCTURA DEL PRESENTE LIBRO

Consta el presente libro de un contexto inicial, que ofrece el marco general del volumen, y de cuatro partes, que agrupa los trabajos según los bloques temáticos del título del libro. Así, en ellas se analizan los aspectos directamente conectados con lo señalado en estas páginas de contextualización: I) Las Ciencias de Diseño en el marco de las Ciencias de lo Artificial; II) Modelos de racionalidad limitada para las Ciencias de Diseño; III) Tarea de la predicción en las Ciencias de Diseño; y IV) Cometido de la prescripción en las Ciencias de Diseño.

A su vez, la parte primera se articula en dos ámbitos temáticos: 1. Las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial y 2. De las Ciencias de lo Artificial a la Tecnología. En la parte segunda se analizan asimismo otros dos campos de estudio: 3. La racionalidad limitada como moduladora de las Ciencias de Diseño y 4. *Bounded rationality* y la Economía como Ciencia de Diseño. También en la parte tercera hay una estructura temática dual: 5. Predicción y diseño científico y 6. La predicción en Ciencias de la Documentación como Ciencias de Diseño. Finalmente, la parte cuarta se desglosa en otros dos grupos: 7. De la predicción a la prescripción en Ciencias de Diseño y 8. Variaciones en la prescripción en las Ciencias de Diseño.

Dentro de esas sucesivas plantas, el edificio comienza con las bases: “Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada” (Wenceslao J. González) y “La Ciencia busca sobriedad (*parsimony*), no simplicidad: La búsqueda de pautas en los fenómenos” (Herbert A. Simon). Siguen después rasgos destacados de lo analizado: “Las Ciencias de Diseño como eje de la relación entre las Ciencias de lo Artificial y la Tecnología: Incidencia de la predicción y la prescripción” (Juana María Martínez). Y se ocupa de un caso particularmente actual: “Caracterización de las Ciencias de la Comunicación como Ciencias de Diseño: De la racionalidad científica a la racionalidad de los agentes” (María José Arrojo).

Ya en la segunda planta de la indagación del presente volumen se incide en los modelos de racionalidad limitada (*bounded rationality*) utilizados para las Ciencias de

⁶⁵ Cfr. AUMANN, R. J., “Rationality and Bounded Rationality”, p. 2.

Diseño: “Formación de problemas, detección de problemas y solución de problemas en Diseño” (Herbert A. Simon). Y se considera una disciplina muy influyente dentro de las Ciencias de lo Artificial, que centra buena parte de los trabajos: “Análisis de la Economía como Ciencia de Diseño: El enfoque de la *bounded rationality* en la toma de decisiones” (María G. Bonome).

Después, en la tercera planta de la investigación, se profundiza en la tarea de la predicción en las Ciencias de Diseño. En primer lugar, la reflexión se hace desde la perspectiva filosófico-metodológica abarcante: “La contribución de la predicción al diseño en las Ciencias de lo Artificial” (Wenceslao J. González) y “De la predicción científico-social a la predicción en Ciencias de lo Artificial: Paralelismos y diferencias” (Francisco J. Castro). En segundo término, se contempla una esfera más restringida, la que ofrecen las disciplinas del entorno de la *Information Science*: “Caracteres y límites de la predicción en las Ciencias de la Documentación: De la *Information Science* al Análisis Documental” (Antonio Bereijo).

Finalmente, en estrecha conexión con la planta anterior —dedicada a la predicción—, se completa el edificio con el cometido de la prescripción en las Ciencias de Diseño. El nexo entre ambos aspectos temáticos se aprecia en el terreno económico. Es, además, una cuestión filosófico-metodológica que está estrechamente vinculada a la decisión: “Cometido de la predicción y la prescripción ante la toma de decisiones en las Ciencias de lo Artificial” (María G. Bonome). Tiene, asimismo, incidencia práctica para archivos, bibliotecas y centros de documentación: “La articulación de la prescripción en las Ciencias de la Documentación” (Antonio Bereijo). Cada trabajo, aunque enlace con temas de los demás, está escrito pensando en poder ser leído con autonomía.

7. ORIGEN DEL LIBRO

Tiene su origen en el Proyecto de Investigación, de tres años de duración (2004-2007), financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (HUM2004-06846/FISO), que se titula “Racionalidad limitada y Ciencias de Diseño: Papel de la predicción y la prescripción”. Lo he coordinado como Investigador Principal. En sus trabajos han participado investigadores formados en las Universidades de A Coruña y Murcia. Aquí se plasman buena parte de sus resultados, que complementan a los publicados recientemente⁶⁶, los presentados en Congresos internacionales o los pendientes de publicación en revistas especializadas. En todos ellos se deja constancia del agradecimiento al Ministerio de Educación y Ciencia.

Conviene resaltar que se trata de una tarea investigadora que enlaza con trabajos previos del mismo equipo. En primer lugar, la racionalidad limitada y la predicción (y, en menor medida, la prescripción) han centrado los trabajos sobre Herbert A. Simon correspondientes al Proyecto de Investigación PGIDT99PXI16701B, financiado durante tres años por la Xunta de Galicia. Esos temas, junto con la caracterización de la Economía como Ciencia Histórica, se analizaron en un volumen publicado por este grupo investigador en 2003, que

⁶⁶ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science”, en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186; y GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

lleva por título *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*⁶⁷. Los capítulos del libro permiten apreciar la experiencia investigadora del equipo en este campo⁶⁸.

Sucede, en segundo término, que las Ciencias de Diseño, en general, y las Ciencias de la Documentación en cuanto Ciencias Aplicadas de Diseño constituyen el eje de un libro de Antonio Bereijo, que contempla objetivos, procesos y resultados del Análisis Documental⁶⁹. En tercera instancia, esa triple estructura sirve de eje vertebrador del libro de María José Arrojo, que analiza las Ciencias de la Comunicación en cuanto moduladas por diseños, lo que se ejemplifica en el desarrollo de la televisión interactiva⁷⁰. Además —*last, but not least*—, tanto el Investigador Principal como los miembros del Grupo de Investigación tienen un buen número de publicaciones sobre la dimensión epistemológico-metodológica de la racionalidad limitada y de la predicción científica que engarzan con la investigación aquí propuesta⁷¹.

Fruto de esos trabajos hay una serie de resultados que son de interés: a) la racionalidad científica suele estar modulada por la racionalidad limitada (*bounded rationality*), sobre todo en el ámbito de las Ciencias de lo Artificial (que, en mayor medida que otras Ciencias, son *nuestra* Ciencia —*human made*—); b) en términos filosófico-metodológicos, las Ciencias de Diseño, cuya función es —según H. A. Simon— “crear lo artificial”, se analizan mejor en los casos de Ciencias Aplicadas de Diseño, como se aprecia con las Ciencias de la Documentación; c) la predicción —y no sólo la explicación— desempeña un papel central en la Ciencia, que queda reforzado cuando se trata de plantearse nuevos objetivos en el dominio de lo artificial; y d) la prescripción es clave para entender los procesos en Ciencias Aplicadas, como se constata en el caso de la Economía, además de ser crucial para disciplinas de lo artificial (p. ej., las Ciencias de la Documentación) o expresamente conectadas con la Tecnología (p. ej., las Ciencias de la Comunicación). Estos contenidos previos, que se encuentran en los textos antes señalados, laten en buena parte de los capítulos del presente libro.

BIBLIOGRAFÍA

Mediante la bibliografía de este capítulo contextualizador se ofrece un *cuadro representativo* de publicaciones. Está planteado en consonancia con las líneas de investigación

⁶⁷ GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003.

⁶⁸ GONZALEZ, W. J., “Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y economista (1916-2001)”, pp. 7-63; GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, pp. 65-96; BONOME, M. G., “La toma de decisiones en situaciones de complejidad”, pp. 113-130; BEREJO, A., “Racionalidad en las Ciencias de lo Artificial: El enfoque de la racionalidad limitada”, pp. 131-146; LOPEZ MARTIN, J., “Individualismo metodológico y conducta económica en J. Stuart Mill y H. Simon”, pp. 189-212; MARTINEZ, J. M., “La predicción científica en el marco de la controversia *Erklären-Verstehen*. Incidencia de la historicidad en la predicción económica”, pp. 213-231; CASTRO, F. J., “La predicción científico-social en K. Popper y en H. A. Simon”, pp. 235-278; BEREJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, pp. 279-309; y MARTÍNEZ SOLANO, J. F., “La predicción económica en la Escuela Austriaca y en las Teorías de la *Bounded Rationality*”, pp. 311-328.

⁶⁹ Cfr. BEREJO, A., *Bases teóricas del Análisis Documental: La calidad de objetivos, procesos y resultados*, Ediciones Boletín Oficial del Estado-Publicaciones Universidad Carlos III, Madrid, 2002.

⁷⁰ Cfr. ARROJO BALIÑA, M. J., *La configuración de la televisión interactiva: De las plataformas digitales a la TDT*, Netbiblo, A Coruña, en prensa, cap. 1.

⁷¹ Esto se refleja en los trabajos citados en el presente capítulo y en las respectivas bibliografías que se ofrecen al final de cada capítulo.

del presente libro. En modo alguno la tarea es aquí maximizadora. Así, en lugar de un elenco bibliográfico exhaustivo, donde figurasen las numerosas publicaciones acerca de los componentes analizados (las Ciencias de Diseño, la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción), se presenta un elenco bibliográfico orientado a la función de servir de marco de contextualización para el campo investigado. Por eso, desde el prisma de las “Ciencias de Diseño”, entendidas como Ciencias de lo Artificial —en el sentido de Herbert A. Simon—, se presta particular atención a la racionalidad limitada (*bounded rationality*) —que late en los agentes que hacen diseños—, de manera que tanto la predicción como la prescripción guarden relación con esos ámbitos temáticos.

Pensado en estos términos, el elenco bibliográfico gira en torno a un eje temático: la racionalidad limitada como noción clave que permite conectar a las Ciencias de Diseño, la predicción y la prescripción. De ahí que se ofrezca un conjunto de publicaciones más amplio sobre “racionalidad limitada”, considerando que la *bounded rationality* interviene en los objetivos, los procesos y los resultados del diseño. A su vez, en cuanto Ciencia Aplicada, cada Ciencia de Diseño hace intervenir a la predicción y a la prescripción. Esto se aprecia en diversas disciplinas, tales como la Economía, las Ciencias de la Documentación y las Ciencias de la Comunicación. En otras palabras, la racionalidad científica propia de cada una de las Ciencias de Diseño puede ser entrelazada con la racionalidad de los agentes⁷², lo que parece coherente con el hecho de ser *human-made*.

ACADEMY OF SCIENCES, THE ROYAL SWEDISH, “The Nobel Memorial Prize in Economics 1978: The Official Announcement of the Royal Academy of Sciences”, *Scandinavian Journal of Economics*, v. 81, n. 1, (1979), pp. 72-73. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. I*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 3-4.

AKERLOF, G. y DICKENS, W., “The Economic Consequences of Cognitive Dissonance”, *American Economic Review*, v. 72, (1982), pp. 307-319. (Reimpreso en AKERLOF, G., *An Economic Theorist’s Book of Tales*, Cambridge University Press, Cambridge, 1984).

AKERLOF, G. y YELLEN, J., “Can Small Deviations from Rationality Make Significant Differences to Economic Equilibria?”, *American Economic Review*, v. 75, (1985), pp. 708-720.

ANDERSON, P. W., ARROW, K. J. y PINES, D. (eds), *The Economy as an Evolving Complex System*, Santa Fe Institute, Santa Fe, NM, 1988.

ANDO, A., “On the Contributions of Herbert Simon to Economics”, *Scandinavian Journal of Economics*, v. 81, n. 1, (1979), pp. 83-93. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. I*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 15-26.

ANDREONI, J. y MILLER, J., “Auctions with Artificial Adaptive Agents”, *Games and Economic Behavior*, v. 10, (1995), pp. 39-64.

ARKES, H. y HAMMOND, K. (eds), *Judgment and Decision Making: An Interdisciplinary Reader*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986.

ARROW, K. J., *The Limits of Organization*, Norton, Nueva York, 1974.

ARROW, K. J., “Risk Perception in Psychology and Economics”, *Economic Inquiry*, v. 20, (1982), pp. 1-9.

⁷² Sobre el análisis de Simon acerca de la Economía, cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, pp. 65-96; en especial, pp. 74-92.

ARROW, K. J., "Rationality of Self and Others in an Economic System", *Journal of Business*, v. 59, (1986), pp. S385-S399. Reimpreso en HOGARTH, R. M. y REDER, M. W. (eds), *Rational Choice. The Contrast between Economics and Psychology*, The University of Chicago Press, Chicago, 1987, pp. 201-215.

ARROW, K. J., "Is Bounded Rationality Unboundedly Rational? Some Ruminations", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 47-55.

ARTHUR, W. B., "Designing Economic Agents that Act Like Human Agents: A Behavioral Approach to Bounded Rationality", *American Economic Review Papers and Proceedings*, v. 81, (1991), pp. 353-359.

ARTHUR, W. B., "On Designing Economic Agents that Behave Like Human Agents", *Journal of Evolutionary Economics*, v. 3, (1993), pp. 1-22.

ARTHUR, W. B., "Inductive Reasoning and Bounded Rationality", *The American Economic Review*, v. 84, n. 2, (1994), pp. 406-411.

ATWOOD, M. E., MCCAIN, K. W. y WILLIAMS, J. C., "How does the Design Community Think about Design?", en: *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, ACM Press, N. York, 2002, pp. 125-132.

AUGIER, M., "Models of Herbert A. Simon", *Perspectives on Science*, v. 8, n. 4, (2000), pp. 407-443.

AUGIER, M. y KREINER, K., "Rationality, Imagination and Intelligence: Some Boundaries in Human Decision-making", *Industrial and Corporate Change*, v. 9, n. 4, (2000), pp. 659-681.

AUGIER, M. y MARCH, J. G., "Conflict of Interest in Theories of Organization: Herbert A. Simon and Oliver E. Williamson", *Journal of Management and Governance*, v. 5, n. 3-4, (2001), pp. 223-230.

AUGIER, M. y MARCH, J. G., "A Model Scholar: Herbert A. Simon (1916-2001)", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 49, (2002), pp. 1-17.

AUGIER, M., "The Making of a Behavioural Economist: Herbert Simon and the Early Evolution of Bounded Rationality", en RIZZELLO, S. (ed), *Cognitive Developments in Economics*, Routledge, Londres, 2003, pp. 133-157.

AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004.

AUMANN, R. J., "Rationality and Bounded Rationality", *Games and Economic Behavior*, v. 21, n. 1-2, (1997), pp. 2-14. (Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 199-211).

BARKLEY ROSSER, J. JR., "On the Complexities of Complex Economic Dynamics", *The Journal of Economic Perspectives*, v. 13, n. 4, (1999), pp. 169-192.

BARKLEY ROSSER JR., J. (ed), *Complexity in Economics*, E. Elgar, Cheltenham, 2004 (3 volúmenes).

BATTALIO, R., KAGEL, J. y JIRANYKUL, K., "Testing Between Alternative Models of Choice Under Uncertainty: Some Initial Results", *Journal of Risk and Uncertainty*, v. 3, (1990), pp. 25-50.

BAUMOL, W. y QUANDT, R., "Rules of Thumb and Optimally Imperfect Decisions", *American Economic Review*, v. 54, (1964), pp. 23-46.

- BAUMOL, W. J., "On the Contributions of Herbert Simon to Economics", *Scandinavian Journal of Economics*, v. 81, n. 1, (1979), pp. 74-82. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 5-14.
- BAUMOL, W. J., "On Rational Satisficing", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 57-66.
- BAZERMAN, M., *Judgment in Managerial Decision Making*, 3ª ed., J. Wiley, Nueva York, 1994.
- BECKER, G., "Irrational Behavior and Economic Theory", *Journal of Political Economy*, v. 70, (1962), pp. 1-13. (Reimpreso en BECKER, G., *The Economic Approach to Human Behavior*, The University of Chicago Press, Chicago, 1976).
- BECKER, G., *The Economic Approach to Human Behavior*, The University of Chicago Press, Chicago, 1976.
- BECKER, G., "Nobel Lecture: The Economic Way of Looking at Behavior", *Journal of Political Economy*, v. 101, (1993), pp. 385-409.
- BECKMAN, S., "The Sources of Forecast Errors: Experimental Evidence", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 19, (1992), pp. 237-244.
- BICCHIERI, C., "Two Kinds of Rationality", en MARCHI, N. DE (ed), *Post-Popperian Methodology of Economics*, Kluwer, Boston, 1992, pp. 155-188.
- BLUME, L. y EASLEY, D., "Learning to Be Rational", *Journal of Economic Theory*, v. 26, (1982), pp. 340-351.
- BOARD, R., "Polynomially Bounded Rationality", *Journal of Economic Theory*, v. 63, (1994), pp. 246-270.
- BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, 1990.
- BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Life*, Oxford University Press, Oxford, 1996.
- BOOKER, L., FORREST, S., MITCHELL, M. y RIOLO, R. (eds), *Perspectives on Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Oxford University Press, Oxford, 2005.
- BOULDING, K. E., "The Economics of Knowledge and the Knowledge of Economics", *American Economic Review*, v. 56, nn. 1-2, (1966), pp. 1-13.
- BOUMANS, M., "A Macroeconomic Approach to Complexity", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 73-82.
- BROMILEY, PH., "A Focus on Processes: Part of Herbert Simon's Legacy", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 183-189.
- BRUSH, S. G., "Dynamics of Theory Change: The Role of Predictions", en HULL, D., FORBES, M. y BURIAN, R. (eds), *PSA 1994, vol. 2*, Philosophy of Science Association, East Lansing, MI, 1995, pp. 133-145.
- BUCHANAN, R., "Wicked Problems in Design Thinking", en MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995, pp. 3-20.
- BUCHANAN, R., "Myth and Maturity: Toward a New Order in the Decade of Design", en MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995, pp. 75-85.

BURNS, T., "The Interpretation and Use of Economic Predictions", en MASON, J., MATHIAS, P. y WESTCOTT, J. H. (eds), *Predictability in Science and Society*, The Royal Society and The British Academy, Londres, 1986, pp. 103-125.

BYRON, M. (ed), *Satisficing and Maximizing: Moral Theorists on Practical Reason*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

CAGAN, J., KOTOVSKY, K. y SIMON, H. A., "Scientific Discovery and Inventive Engineering Design: Cognitive and Computational Similarities", en ANTONSSON, E. K. y CAGAN, J. (eds), *Formal Engineering Design Synthesis*, Cambridge University Press, N. York, 2001, pp. 442-465.

CAMERER, C., "Individual Decision Making", en KAGEL, J. y ROTH, A. (eds), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1995, pp. 587-703.

CARROLL, C., "How Does Future Income Affect Current Consumption?", *Quarterly Journal of Economics*, v. 109, (1994), pp. 111-147.

CLEMENTS, M. y HENDRY, D. F. (eds), *A Companion to Economic Forecasting*, Blackwell, Oxford, 2002.

CONLISK, J., "Costly Optimizers versus Cheap Imitators", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 1, (1980), pp. 275-293.

CONLISK, J., "Optimization Cost", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 9, (1988), pp. 213-228.

CONLISK, J., "The Utility of Gambling", *Journal of Risk and Uncertainty*, v. 6, (1993), pp. 255-275.

CONLISK, J., "Bounded Rationality and Market Fluctuations", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 29, (1996), pp. 233-250.

CONLISK, J., "Why Bounded Rationality?", *Journal of Economic Literature*, v. 34, n. 2, (1996), pp. 669-700.

CONLISK, J., "Why Bounded Rationality: The Much Too Long Version", en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 101-164.

COPELAND, J., *Artificial Intelligence*, Blackwell, Oxford, 1993. Vers. cast. de Julio César Armero: *Inteligencia Artificial*, Alianza Editorial, Madrid, 1996.

CROSS, J., "A Stochastic Learning Model of Economic Behavior", *Quarterly Journal of Economics*, v. 87, (1973), pp. 239-266.

CROSS, J., "Learning to Search", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 1, (1980), pp. 197-221.

CROSS, J., *A Theory of Adaptive Economic Behavior*, Cambridge University Press, Cambridge, 1983.

CROSS, N. (ed), *Developments in Design Methodology*, J. Wiley and Sons, Chicester, RU, 1984.

CROSSON, F. J. (ed), *Human and Artificial Intelligence*, Appleton-Century-Crofts, N. York, 1970.

CROWTHER-HEYCK, H., *Herbert A. Simon. The Bounds of Reason in Modern America*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2005.

CYERT, R. y MARCH, J., *A Behavioral Theory of the Firm*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1963.

DASGUPTA, S., *Creativity in Invention and Design*, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

DASGUPTA, S., "Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon", *Cognitive Science*, v. 27, (2003), pp. 683-707.

DAWES, R. y THALER, R., "Anomalies: Cooperation", *Journal of Economic Perspectives*, v. 2, Summer, (1988), pp. 187-197.

DAY, R., "Profits, Learning and the Convergence of Satisficing to Marginalism", *Quarterly Journal of Economics*, v. 81, (1967), pp. 302-311.

DAY, R., "Bounded Rationality and the Coevolution of Market and State", en DAY, R., ELIASSON, G. y WIHLBORG, C. (eds), *The Markets of Innovation, Ownership and Control*, North Holland, Amsterdam, 1993, pp. 1-17.

DAY, R., *Complex Economic Dynamics*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1994.

DAY, R. y SINGH, I., *Economic Development as an Adaptive Process*, Cambridge University Press, Cambridge, 1977.

DAY, R. y TINNEY, E., "How to Cooperate in Business without Really Trying: A Learning Model of Decentralized Decision Making", *Journal of Political Economy*, v. 76, (1968), pp. 583-600.

DE PALMA, A., MYERS, G. y PAPAGEORGIU, Y., "Rational Choice Under an Imperfect Ability to Choose", *American Economic Review*, v. 84, (1994), pp. 419-440.

DIEHL, E. y STERMAN, J., "Effects of Feedback Complexity on Dynamic Decision Making", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, v. 62, (1995), pp. 198-215.

DOSI, G., "A Very Reasonable Objective Still Beyond Our Reach: Economics as an Empirically Disciplined Social Science", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 211-226.

DOW, G., "The Organization as an Adaptive Network", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 14, (1990), pp. 159-185.

DUNN, S. P., "Bounded Rationality, 'Fundamental' Uncertainty and the Firm in the Long Run", en DOW, S. C. y EARL, P. E. (eds), *Contingency, Complexity and the Theory of the Firm: Essays in Honour of Brian J. Loasby. Volume II*, E. Elgar, Cheltenham, 1999, pp. 199-217.

EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, 2 volúmenes.

EARL, P. E. y POTTS, J., "Bounded Rationality and Decomposability: The Basis for Integrating Cognitive and Evolutionary Economics", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 317-333.

EGIDI, M. y MARENGO, L., "Near-Decomposability, Organization, and Evolution: Some Notes on Herbert Simon's Contribution", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 335-350.

EGIDI, M. y MARRIS, R. (eds), *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*, E. Elgar, Aldershot y Brookfield, VT, 1992.

EGIDI, M. y RIZZELLO, S. (eds), *Cognitive Economics. Volume II*, E. Elgar, Cheltenham, 2004.

ESTANY, A., "Progress and Social Impact in Design Sciences", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 135-157.

FINCH, J. y ORILLARD, M. (eds), *Complexity and the Economy: Implications for Economic Policy*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2005.

EINHORN, H. y HOGARTH, R., "Behavioral Decision Theory: Processes of Judgment and Choice", *Annual Review of Psychology*, v. 32, (1981), pp. 53-88.

FERRIS, S., HAUGEN, R. y MAKHIJA, A., "Predicting Contemporary Volume with Historic Volume at Differential Price Levels: Evidence Supporting the Disposition Effect", *Journal of Finance*, v. 43, (1988), pp. 677-697.

FLORIDI, L., *Philosophy and Computing*, Routledge, Londres, 1999.

FLORIDI, L., *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, Blackwell, Oxford, 2004.

FOSS, N. J., "Bounded Rationality in the Economics of Organization: Present Use and (Some) Future Possibilities", *Journal of Management and Governance*, v. 5, (2001), pp. 401-425.

FOSS, N. J., "The Rhetorical Dimensions of Bounded Rationality: Herbert Simon and Organizational Economics", en RIZZELLO, S. (ed), *Cognitive Developments in Economics*, Routledge, Londres, 2003, pp. 158-176.

FOURGEAUD, C., GOURIEROUX, C. y PRADEL, J., "Learning Procedure and Convergence to Rationality", *Econometrica*, v. 54, (1986), pp. 845-868.

FRANK, R., "The Demand for Unobservable and Other Nonpositional Goods", *American Economic Review*, v. 75, (1985), pp. 101-116.

FRANTZ, R., SINGH, H. y GERBER, J. (eds), *Behavioral Decision Making. Handbook of Behavioral Economics*, vol. 2B, JAI Press, Greenwich, CT, 1991.

FRENKEN, K., "Technological Innovation and Complexity Theory", *Economics of Innovation and New Technologies*, v. 15, n. 2, (2006), pp. 137-155.

GERT, B., *Realistic Decision Theory: Rules for Nonideal Agents in Nonideal Circumstances*, Oxford University Press, Oxford, 2004.

GIGERENZER, G. y SELTEN, R. (eds), *Bounded Rationality: The Adaptive Toolbox*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2001.

GIGERENZER, G., *Adaptive Thinking: Rationality in the Real World*, Oxford University Press, Oxford, 2002.

GIGERENZER, G., "Striking a Blow for Sanity in Theories of Rationality", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 389-409.

GILBOA, I. y SCHMEIDLER, D., "Case-Based Decision Theory", *Quarterly Journal of Economics*, v. 110, (1995), pp. 605-639.

GILLIES, D. A., *Artificial Intelligence and Scientific Method*, Oxford University Press, Oxford, 1996.

GILLIES, D. A., "El problema de la inducción y la Inteligencia Artificial", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Karl Popper: Revisión de su legado*, Unión Editorial, Madrid, 2004, pp. 243-266.

GODE, D. y SUNDER, S., "Allocative Efficiency of Markets with Zero-Intelligence Traders: Market as a Partial Substitute for Individual Rationality", *Journal of Political Economy*, v. 101, (1993), pp. 119- 137.

GONZALEZ, W. J., "Economic Prediction and Human Activity. An Analysis of Prediction in Economics from Action Theory", *Epistemologia*, v. 17, (1994), pp. 253-294.

GONZALEZ, W. J., "On the Theoretical Basis of Prediction in Economics", *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228.

GONZALEZ, W. J., "Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 205-232.

GONZALEZ, W. J., "Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica", *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

GONZALEZ, W. J., "Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach", *Theoria*, v. 13, n. 2, (1998), pp. 321-345.

GONZALEZ, W. J., "De la Ciencia de la Economía a la Economía de la Ciencia: Marco conceptual de la reflexión metodológica y axiológica", en AVILA, A., GONZALEZ, W. J. y MARQUES, G. (eds), *Ciencia económica y Economía de la Ciencia: Reflexiones filosófico-metodológicas*, FCE, Madrid, 2001, pp. 11-37.

GONZALEZ, W. J., "Rationality in Experimental Economics: An Analysis of Reinhard Selten's Approach", en GALAVOTTI, M. C. (ed), *Observation and Experiment in the Natural and Social Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 2003, pp. 71-83.

GONZALEZ, W. J., "From *Erklären-Verstehen* to *Prediction-Understanding*: The Methodological Framework in Economics", en SINTONEN, M., YLIKOSKI, P. y MILLER, K. (eds), *Realism in Action: Essays in the Philosophy of Social Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 2003, pp. 33-50.

GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003.

GONZALEZ, W. J., "Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96.

GONZALEZ, W. J., "The Philosophical Approach to Science, Technology and Society", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49.

GONZALEZ, W. J., "Prediction as Scientific Test of Economics", en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

GONZALEZ, W. J., "The Role of Experiments in the Social Sciences: The Case of Economics", en KUIPERS, T. (ed), *General Philosophy of Science: Focal Issues*, Elsevier, Amsterdam, 2007, pp. 275-301.

GONZALEZ, W. J., "Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science", en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186.

GONZALEZ, W. J., "La televisión interactiva y las Ciencias de lo Artificial", en ARROJO BALIÑA, M. J., *La configuración de la televisión interactiva: De las plataformas digitales a la TDT*, Netbiblo, A Coruña, en prensa.

GONZALEZ, W. J., "Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 41-69.

GOTTINGER, H., "Computational Costs and Bounded Rationality", en STEGMULLER, W., BALZER, W. y SPOHN, W. (eds), *Philosophy of Economics*, Springer-Verlag, Berlín, 1982, pp. 223-238.

GRANGER, C. W. J., *Forecasting in Business and Economics*, 2ª ed., Academic Press, S. Diego, 1989 (1ª ed., 1980).

GRANOVETTER, M. y SOONG, R., "Threshold Models of Diffusion and Collective Behavior", *Journal of Mathematical Sociology*, v. 9, (1983), pp. 165-179.

GREYER, D. y PLOTT, C., "Economic Theory of Choice and the Preference Reversal Phenomenon", *American Economic Review*, v. 69, (1979), pp. 623-638.

GUTTMAN, J., "Rational Actors, Tit-for-Tat Types, and the Evolution of Cooperation", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 29, (1996), pp. 27-56.

HAHN, F., "Predicting the Economy", en HOWE, L. y WAIN, A. (eds), *Predicting the Future*, Cambridge University Press, Cambridge, 1993, pp. 77-95.

HALTIWANGER, J. y WALDMAN, M., "Rational Expectations and the Limits of Rationality: An Analysis of Heterogeneity", *American Economic Review*, v. 75, (1985), pp. 326-340.

HATCHUEL, A., "Towards Design Theory and Expandable Rationality: The Unfinished Program of Herbert Simon", *Journal of Management and Governance*, v. 5, n. 3-4, (2001), pp. 261-273.

HEINER, R., "The Origin of Predictable Behavior", *American Economic Review*, v. 73, (1983), pp. 560-595.

HEINER, R., "The Necessity of Imperfect Decisions", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 10, (1988), pp. 29-55.

HEINER, R., "The Origin of Predictable Dynamic Behavior", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 12, (1989), pp. 233-258.

HENDRY, D. F. y ERICSSON, N. R. (eds), *Understanding Economic Forecasts*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2001.

HERRIOTT, S., LEVINTHAL, D. y MARCH, J., "Learning from Experience in Organizations", *American Economic Review Papers and Proceedings*, v. 75, (1985), pp. 298-302.

HEY, J., "Expectations Formation: Rational or Adaptive or ...?", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 25, (1994), pp. 329-349.

HIPPEL, E., "'Sticky Information' and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation", *Management Science*, v. 40, n. 4, (1994), pp. 429-239.

HIRSHLEIFER, J. y RILEY, J., *The Analytics of Uncertainty and Information*, Cambridge University Press, Cambridge, 1992.

HOGARTH, R., *Judgement and Choice: The Psychology of Decision*, J. Wiley, Nueva York, 1980.

HOGARTH, R. y REDER, M. (eds), *Rational Choice: The Contrast Between Economics and Psychology*, The University of Chicago Press, Chicago, 1987. (Se publicó inicialmente como suplemento de *Journal of Business*, v. 59, octubre de 1986).

HOLLAND, J., *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, 1975.

HOLLAND, J. y MILLER, J., "Artificial and Adaptive Agents in Economic Theory", *American Economic Review Papers and Proceedings*, v. 81, (1991), pp. 365-370.

HOLT, C. C., "Rational Forecasting, Learning, and Decision Making", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 355-363.

KAHNEMAN, D. y TVERSKY, A., "On the Psychology of Prediction", *Psychological Review*, v. 80, (1973), pp. 237-251.

KAHNEMAN, D. y TVERSKY, A., "Prospect Theory: An Analysis of Decisions Under Risk", *Econometrica*, v. 47, (1979), pp. 313-327.

KAHNEMAN, D. y TVERSKY, A., "Rational Choice and the Framing of Decisions Under Risk", *Econometrica*, v. 47, (1979), pp. 263-291.

KAHNEMAN, D., SLOVIC, P. y TVERSKY, A. (eds), *Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982.

KAHNEMAN, D. y SNELL, J., "Predicting Utility", en HOGARTH, R. M. (ed), *Insights in Decision Making*, The University of Chicago Press, Chicago, 1990, pp. 295-310.

KAHNEMAN, D., KNETSCH, J. y THALER, R., "Experimental Tests of the Endowment Effect and the Coase Theorem", *Journal of Political Economy*, v. 98, (1990), pp. 1.325-1.348.

KAHNEMAN, D. y THALER, R., "Economic Analysis and the Psychology of Utility: Applications to Compensation Policy", *American Economic Review Papers and Proceedings*, v. 81, (1991), pp. 341-346.

KAHNEMAN, D. y TVERSKY, A. (eds), *Choices, Values, and Frames*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

KAHNEMAN, D., "Maps of Bounded Rationality: A Perspective on Intuitive Judgment and Choice", en FRÄNGSMYR, T. (ed), *The Nobel Prizes 2002*, Nobel Foundation, Estocolmo, 2003, pp. 449-489⁷³. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2002/kahnemann-lecture (acceso, abril de 2007). Versión revisada: KAHNEMAN, D., "Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics", *American Economic Review*, v. 93, n. 5, (2003), pp. 1.449-1.475.

KAHNEMAN, D., "A Perspective on Judgment and Choice: Mapping Bounded Rationality", *American Psychologist*, v. 58, n. 9, (2003), pp. 697-720.

KAHNEMAN, D., "A Psychological Perspective on Economics", *American Economic Review*, v. 93, n. 2, (2003), pp. 162-168.

KANAL, L. y KUMAR, V., *Search in Artificial Intelligence*, Springer-Verlag, Berlín, 1988.

KAUFMAN, B. E., "Emotional Arousal as a Source of Bounded Rationality", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 38, n. 2, (1999), pp. 135-144. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 276-285.

KEANE, M. y RUNKLE, D., "Testing the Rationality of Price Forecasts: New Evidence from Panel Data", *American Economic Review*, v. 80, (1990), pp. 714-735.

⁷³ Nobel Prize Lecture, Estocolmo, 8 de diciembre de 2002.

KEEN, P. G. W., *Shaping the Future: Business Design through Information Technology*, Harvard Business Press, Cambridge, MA, 1991.

KENNEDY, P., "Information Processing and Organization Design", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 25, (1994), pp. 37-51.

KIRMAN, A. y SALMON, M. (eds), *Learning and Rationality in Economics*, Basil Blackwell, Oxford, 1995.

KITCHER, PH., *Science, Truth, and Democracy*, Oxford University Press, Oxford, 2001.

KLAES, M. y SENT, E.-M., "A Conceptual History of the Emergence of Bounded Rationality", *History of Political Economy*, v. 37, n. 1, (2005), pp. 27-59.

KLAHR, D. y KOTOVSKY, K. (eds), *Complex Information Processing. The Impact of Herbert A. Simon*, Lawrence Erlbaum As., Londres, 1989.

KOH, W., "Making Decisions in Committees: A Human Fallibility Approach", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 23, (1994), pp. 195-214.

KURAN, T., "Cognitive Limitations and Preference Evolution", *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, v. 147, (1991), pp. 241-273.

JONES, C., *Philosophy and Organisation*, Routledge, Londres, 2006.

LAVILLE, F., "Foundations of Procedural Rationality: Cognitive Limits and Decision Processes", *Economics and Philosophy*, v. 16, (2000), pp. 117-138.

LANE, D. A., "Artificial Worlds and Economics: Part I", *Journal of Evolutionary Economics*, v. 3, n. 2, (1993), pp. 89-107.

LANE, D. A., "Artificial Worlds and Economics: Part II", *Journal of Evolutionary Economics*, v. 3, n. 3, (1993), pp. 177-197.

LANGLEY, P. W., SIMON, H. A., BRADSHAW, G. L. y ZYTKOW, J. M., *Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Processes*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1987.

LATSI, S. (ed), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976.

LEIBENSTEIN, H., *Inside the Firm: The Inefficiencies of Hierarchy*, Harvard University Press, Cambridge, 1987.

LEIGHTON, J. P. y STERNBERG, R. J. (eds), *The Nature of Reasoning*, Cambridge University Press, Cambridge, RU, 2004.

LEINFELLNER, W. y KÖHLER, E. (eds), *Game Theory, Experience, Rationality*, Kluwer, Dordrecht, 1998.

LE MOIGNE, J.-L., "Complexity Needs Strategy First rather than Simplification. Why I Am a Satisficing and Unrepentant Simonian", en FINCH, J. y ORILLARD, M. (eds), *Complexity and the Economy. Implications for Economic Policy*, E. Elgar, Cheltenham, 2005, pp. 54-74.

LIPMAN, B., "How to Decide How to Decide How to ...: Modeling Limited Rationality", *Econometrica*, v. 59, (1991), pp. 1.105-1.125.

LIPMAN, B. L., "Information Processing and Bounded Rationality: A Survey", *The Canadian Journal of Economics*, v. 28, n. 1, (1995), pp. 42-67.

LO, A. y MACKINLAY, A. "Maximizing Predictability in the Stock and Bond Markets", *Macroeconomic Dynamics*, v. 1, (1997), pp. 102-134.

LOOMES, G., STARMER, C. y SUGDEN, R., "Observing Violations of Transitivity by Experimental Methods", *Econometrica*, v. 59, (1991), pp. 425-439.

LOVELL, M., "Tests of the Rational Expectations Hypothesis", *American Economic Review*, v. 76, (1986), pp. 110-124.

LUCAS, R., "Adaptive Behavior and Economic Theory", *Journal of Business*, v. 59, (1986), pp. S401-S426. Reimpreso en HOGARTH, R. y REDER, M. (eds), *Rational Choice: The Contrast Between Economics and Psychology*, The University of Chicago Press, Chicago, IL, 1987, pp. 217-242.

LUGER, G. F. (ed), *Computation and Intelligence. Collected readings*, AAI Press y The MIT Press, Cambridge, MA, 1995.

MARCH, J. G., "Bounded Rationality, Ambiguity, and the Engineering of Choice", *The Bell Journal of Economics*, v. 9, n. 2, (1978), pp. 587-608.

MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995.

MARIMON, R., MCGRATTAN, E. y SARGENT, TH., "Money as a Medium of Exchange in an Economy with Artificially Intelligent Agents", *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 14, (1990), pp. 329-373.

MARSCHAK, J. y RADNER, R., *Economic Theory of Teams*, University of Yale Press, New Haven, NJ, 1972.

MARTÍNEZ SOLANO, J. F., "La predicción económica en la Escuela Austriaca y en las Teorías de la Bounded Rationality", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 311-328.

MATSUSHIMA, H., "Bounded Rationality in Economics: A Game Theorist's View", *The Japanese Economic Review*, v. 48, n. 3, (1997), pp. 293-306.

MONGIN, PH. y WALLISER, B., "Infinite Regressions in the Optimizing Theory of Decision", en MUNIER, B. (ed), *Risk, Decision and Rationality*, Reidel, Dordrecht, 1988, pp. 435-457.

MOSS, S. y RAE, J. (eds), *Artificial Intelligence and Economic Analysis*, Edward Elgar, Vermont, 1992.

NELSON, R., "Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change", *Journal of Economic Literature*, v. 33, (1995), pp. 48-90.

NELSON, R. y WINTER, S., *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982.

NEWELL, A. y SIMON, H. A., "Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search" [1975 ACM Turing Award lecture], *Communications of the Association for Computing Machinery*, v. 19, n. 3, (1976), pp. 113-126. Reimpreso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, 1990, pp. 105-132.

NIINILUOTO, I., "The Aim and Structure of Applied Research", *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

NIINILUOTO, I., "Approximation in Applied Science", *Poznan Studies in the Philosophy of Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.

NIINILUOTO, I., "Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?", *Arbor*, v. 157, n. 620, (1997), pp. 285-299.

NIINILUOTO, I., *Critical Scientific Realism*, Oxford University Press, Oxford, 1999.

NIINILUOTO, I., "Future Studies: Science or Art?", *Futures*, v. 33, (2001), pp. 371-377.

NORTH, D. C., "Economic Theory in a Dynamic Economic World", *Business Economics*, v. 30, n. 1, (1995), pp. 7-12.

PAYNE, J., BETTMAN, J. y JOHNSON, E., "Behavioral Decision Research: A Constructive Processing Perspective", *Annual Review of Psychology*, v. 43, (1992), pp. 87-131.

PAYNE, J., BETTMAN, J. y JOHNSON, E., *The Adaptive Decision Maker*, Cambridge University Press, Cambridge, 1993.

PESARAN, M. y TIMMERMANN, A., "Predictability of Stock Returns: Robustness and Economic Significance", *Journal of Finance*, v. 50, (1995), pp. 1.201-1.228.

PETERSON, S., "Forecasting Dynamics and Convergence to Market Fundamentals: Evidence from Experimental Asset Markets", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 22, (1993), pp. 269-284.

PITT, J. C., "Herbert Simon, David Hume, and the Science of Man: Some Philosophical Implications of Models", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 483-500.

RADNER, R., "A Behavioral Model of Cost Reduction", *Bell Journal of Economics and Management Science*, v. 6, (1975), pp. 196-215.

RADNER, R., "Satisficing", *Journal of Mathematical Economics*, v. 2, (1975), pp. 253-262.

RADNER, R., "Hierarchy: The Economics of Managing", *Journal of Economic Literature*, v. 30, n. 3, (1992), pp. 1.382-1.415. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 501-534.

RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, Oxford University Press, Oxford, 1988.

RESCHER, N., *Predicting the Future*, State University Press New York, N. York, 1998.

RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999.

RESCHER, N., *Rationality in Pragmatic Perspective*, The Edwin Mellen Press, Lewinston, NY, 2003.

RICHTER, R. (ed), *Views and Comments on Bounded Rationality as Applied to Modern Institutional Economics*, una compilación de artículos en *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, v. 146, (1990), pp. 648-748.

RIZZELLO, S., *L'Economia Della Mente*, Laterza, Roma-Bari, 1997. Versión inglesa de Elena Pasquini: *The Economics of the Mind*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 1999.

RIZZELLO, S. (ed), *Cognitive Developments in Economics*, Routledge, Londres, 2003.

ROSENBERG, A., "Scientific Innovation and the Limits of Social Scientific Prediction", *Synthese*, v. 97, (1993), pp. 161-182.

ROTH, A., "Laboratory Experimentation in Economics: A Methodological Overview", *Economic Journal*, v. 98, (1988), pp. 974-1.031.

RUBINSTEIN, A., *Modeling Bounded Rationality*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1998.

SAH, R. y STIGLITZ, J., "The Architecture of Economic Systems: Hierarchies and Polyarchies", *American Economic Review*, v. 76, (1986), pp. 716-727.

SALANTI, A. y SCREPANTI, E. (eds), *Pluralism in Economics. New Perspectives in History and Methodology*, E. Elgar, Cheltenham, 1997.

SAMUELSON, P., "Altruism as a Problem Involving Group versus Individual Selection in Economics and Biology", *American Economic Review Papers and Proceedings*, v. 83, (1993), pp. 143-148.

SAMUELSON, L., "Bounded Rationality and Game Theory", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, v. 36, (1996), pp. 17-35.

SANCHEZ, R. y MAHONEY, J. T., "Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in Product and Organization Design", *Strategic Management Journal*, v. 17, (1996), pp. 63-76. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 535-548.

SARGENT, TH. J., *Bounded Rationality in Macroeconomics*, Clarendon Press, Oxford, 1993⁷⁴.

SCHRAM, A., "Artificiality: The Tension Between Internal and External Validity in Economic Experiments", *Journal of Economic Methodology*, v. 12, n. 2, (2005), pp. 225-237.

SELTEN, R., *Models of Strategic Rationality*, Kluwer, Dordrecht, 1987.

SELTEN, R., "Bounded Rationality", *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, v. 146, n. 4, (1990), pp. 649-658.

SELTEN, R., "Properties of a Measure of Predictive Success", *Mathematical Social Sciences*, v. 21, n. 2, (1991), pp. 153-167.

SELTEN, R., "Evolution, Learning, and Economic Behavior", 1989 Nancy Schwartz Memorial Lecture, *Games and Economic Behavior*, v. 3, n. 1, (1991), pp. 3-24.

SELTEN, R., "Features of Experimentally Observed Bounded Rationality", *European Economic Review*, v. 42, nn. 2-5, (1998), pp. 413-436.

SELTEN, R., "Game Theory, Experience, Rationality", en LEINFELLNER, W. y KÖHLER, E. (eds), *Game Theory, Experience, Rationality*, Kluwer, Dordrecht, 1998, pp. 9-34.

SELTEN, R., "Aspiration Adaptation Theory", *Journal of Mathematical Psychology*, v. 42, n. 2-3, (1998), pp. 191-214. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 77-100.

SELTEN, R. y OCKENFELS, A., "An Experimental Solidarity Game", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 34, n. 4, (1998), pp. 517-539.

SELTEN, R., "What is Bounded Rationality?", en GIGERENZER, G. y SELTEN, R. (eds), *Bounded Rationality: The Adaptive Toolbox*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2001, pp. 13-36.

SELTEN, R., "Herbert A. Simon Opened My Eyes", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 163-167.

SEN, A., "Rational Fools: A Critique of the Behavioral Foundations of Economic Theory", *Philosophy and Public Affairs*, v. 4, (1977), pp. 317-344. Reimpreso en SEN, A., *Choice, Welfare and Measurement*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 84-106.

SEN, A., "Prediction and Economic Theory", en MASON, J., MATHIAS, P. y WESTCOTT, J. H. (eds), *Predictability in Science and Society*, The Royal Society and The British Academy, Londres, 1986, pp. 3-23.

⁷⁴ En este caso, *bounded rationality* no significa lo mismo que "racionalidad limitada" en la acepción aquí analizada, como Simon me expuso en la entrevista de 31 de julio de 1996. Indicó que le había escrito a Thomas J. Sargent una carta muy crítica, por usar la expresión *bounded rationality* con un contenido distinto al ya acuñado y consolidado.

SENT, E.-M., "Sargent versus Simon: Bounded Rationality Unbounded", *Cambridge Journal of Economics*, v. 21, (1997), pp. 323-338. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 212-227.

SHUGAN, S. M., "The Cost of Thinking", *Journal of Consumer Research*, v. 7, n. 2, (1980), pp. 99-111. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 263-275.

SIMON, H. A., "A Behavioral Model of Rational Choice", *Quarterly Journal of Economics*, v. 69, (1955), pp. 99-118. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Man*, J. Wiley, N. York, 1957, pp. 241-260.

SIMON, H. A., "Rational Choice and the Structure of the Environment", *Psychological Review*, v. 63, (1956), pp. 129-138. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Man*, J. Wiley, N. York, 1957, pp. 261-237.

SIMON, H. A., *Models of Man*, J. Wiley, N. York, NY, 1957.

SIMON, H. A., "The Architecture of Complexity", *Proceedings of the American Philosophical Society*, v. 106, n. 6, (1962), pp. 467-482. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 485-500.

SIMON, H. A., "Economics and Psychology", en KOCH, S. (ed), *Psychology: A Study of a Science*, vol. 6, McGraw-Hill, N. York, NY, 1963, pp. 685-723. Reimpreso en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 2: Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 318-355.

SIMON, H. A., "Rationality", en GOULD, J. y KOLB, W. L. (eds), *A Dictionary of the Social Sciences*, Free Press, Glencoe, IL, 1964, pp. 573-574. Reimpreso en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 2: Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 405-407.

SIMON, H. A. y NEWELL, A., "Information Processing in Computer and Mind", *American Scientist*, v. 52, n. 3, (1964), pp. 281-300. Reimpreso en CROSSON, F. J. (ed), *Human and Artificial Intelligence*, Appleton-Century-Crofts, N. York, 1970, pp. 39-64.

SIMON, H. A., "Thinking by Computers", en COLODNY, R. G. (ed), *Mind and Cosmos: Essays in Contemporary Science and Philosophy*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, PA, 1966, pp. 3-21.

SIMON, H. A., "Motivational and Emotional Controls of Cognition", *Psychological Review*, v. 74, (1967), pp. 29-39. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Thought*, Yale University Press, New Haven, CT, 1979, pp. 29-38.

SIMON, H. A., "Theories of Bounded Rationality", en MCGUIRE, C. B. y RADNER, R. (eds), *Decision and Organization: A Volume in Honor of Jacob Marschak*, North-Holland, Amsterdam, 1972, cap. 8, pp. 161-176. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 51-66.

SIMON, H. A., "From Substantive to Procedural Rationality", en LATSIS, S. (ed), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 129-148.

SIMON, H. A., "The Next Hundred Years: Engineering Design", en JONES, L. E. (ed), *The Next Hundred years*, Faculty of Applied Science and Engineering, University of Toronto, Toronto, 1977, pp. 89-104.

SIMON, H. A., "Rationality as Process and as Product of Thought", *American Economic Review*, v. 68, n. 2, (1978), pp. 1-16.

SIMON, H. A., "Rational Decision Making in Business Organizations", *American Economic Review*, v. 69, n. 4, (1979), pp. 493-513.

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 1: *Economic Analysis and Public Policy*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982.

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982.

SIMON, H. A., *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, CA, 1983.

SIMON, H. A., "Some Design and Research Methodologies in Business Administration", en AUDET, M. y MALOUIN, J.-L. (eds), *La production des connaissances scientifiques de l'administration*, Les Presses de l'Université Laval, Quebec, 1986, pp. 239-279.

SIMON, H. A., "Whether Software Engineering Needs to Be Artificially Intelligent", *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 12, n. 7, (1986), pp. 726-732.

SIMON, H. A., "Rationality in Psychology and Economics", en HOGARTH, R. M. y REDER, M. W. (eds), *Rational Choice. The Contrast between Economics and Psychology*, The University of Chicago Press, Chicago, 1987, pp. 25-40.

SIMON, H. A., "The State of Economic Science", en SICHEL, W. (ed), *The State of Economic Science. Views of Six Noble Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, MI, 1989, pp. 97-110.

SIMON, H. A., "Discovery by Computers", en WEGNER, P. (ed), *Strategic Directions in Computing Research*, Association of Computing Machinery and The Computing Research Association, ACM Press, 1990, pp. 42-46.

SIMON, H., "Invariants of Human Behavior", *Annual Reviews of Psychology*, v. 41, (1990), pp. 1-19.

SIMON, H. A., "Prediction and Prescription in Systems Modeling", *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 115-128.

SIMON, H. A., *Models of my Life*, Basic Books-HaperCollins, N. York, 1991.

SIMON, H. A., "Problem Formulation and Alternative Generation in the Decision Making Process", en CHIKAN, A. ET AL. (eds), *Progress in Decision, Utility and Risk Theory*, Kluwer, Boston, MA, 1991, pp. 77-84.

SIMON, H. A., "Artificial Intelligence: Where Has it Been, and Where is it Going?", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 3, n. 2, (1991), pp. 128-136.

SIMON, H. A., "The Computer as a Laboratory for Epistemology", en BURKHOLDER, L. (ed), *Philosophy and the Computer*, Westview Press, Boulder, CO, 1992, pp. 3-23.

SIMON, H. A., "Introductory Comment", en EGIDI, M. y MARRIS, R. (eds), *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*, E. Elgar, Aldershot y Brookfield, VT, 1992, pp. 3-7.

SIMON, H. A., "Satisficing", en GREENWALD D. (ed), *The McGraw-Hill Encyclopedia of Economics*, 2ª edic., McGraw-Hill, N. York, NY, 1993, pp. 881-886.

SIMON, H. A., "Decision Making: Rational, Nonrational, and Irrational", *Educational Administration Quarterly*, v. 29, n. 3, (1993), pp. 392-411.

SIMON, H., "Altruism and Economics", *American Economic Review*, v. 83, (1993), pp. 156-161.

SIMON, H. A., "Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design", en COLLEN, A. y GASPARDKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, pp. 245-257. Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: "Formación de problemas, detección de problemas y solución de problemas en Diseño", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 149-159.

SIMON, H. A., "Artificial Intelligence: An Empirical Science", *Artificial Intelligence*, v. 77, n. 1, (1995), pp. 95-127.

SIMON, H. A., "Rationality in Political Behavior", *Political Psychology*, v. 16, (1995), pp. 45-63.

SIMON, H. A., "Machine as Mind", en FORD, K. M., GLYMOUR, C. y HAYES, P. J. (eds), *Android Epistemology*, AAAI/MIT Press, Menlo Park, CA, 1995, pp. 23-40.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996 (1ª ed., 1969; 2ª ed., 1981).

SIMON, H. A., "Integrated Design and Process Technology", *Journal of Integrated Design and Process Science*, v. 1, n. 1, (1997), pp. 9-16.

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

SIMON, H. A., *Administrative Behavior*, 4ª ed., The Free Press, N. York, NY, 1997 (1ª ed., 1947; 2ª ed., 1957; y 3ª ed., 1976).

SIMON, H. A., "On the Possibility of Accurate Public Prediction", *Journal of Socio-Economics*, v. 26, n. 2, (1997), pp. 127-132.

SIMON, H. A., "Can there be a Science of Complex Systems?", en BAR-YAM, Y. (ed), *Unifying Themes in Complex Systems: Proceedings from the International Conference on Complex Systems 1997*, Perseus Press, Cambridge, MA, 1999, pp. 4-14.

SIMON, H. A., "Artificial Intelligence", en KAZDIN, A. E. (ed), *American Psychological Association Encyclopedia of Psychology*, vol. 1, Oxford University Press, N. York, 2000, pp. 248-255.

SIMON, H. A., "Bounded Rationality in Social Science: Today and Tomorrow", *Mind and Society*, v. 1, n. 1, (2000), pp. 25-39. Vers. cast. de Wenceslao J. González y María G. Bonome: "Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 97-110.

SIMON, H. A., "On Simulating Simon: His Monomania, and its Sources in Bounded Rationality", *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 32, n. 3, (2001), pp. 501-505.

SIMON, H. A., "Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 32-72. Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: "La Ciencia busca sobriedad, no simplicidad: La búsqueda de pautas en los fenómenos", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 71-107.

SIMON, H. A., "Forecasting the Future or Shaping it?", *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 601-605.

- SIMON, H. A., "Near Decomposability and the Speed of Evolution", *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 587-599.
- SLOVIC, P., FISCHHOFF, B. y LICHTENSTEIN, S., "Behavioral Decision Theory", *Annual Reviews of Psychology*, v. 28, (1977), pp. 1-39.
- SMITH, V., "Rational Choices: The Contrast Between Economics and Psychology", *Journal of Political Economy*, v. 90, (1991), pp. 877-897.
- STREUVENS, M., *Bigger than Chaos: Understanding Complexity through Probability*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 2003.
- SUGDEN, R., "Rational Choice: A Survey of Contributions from Economics and Philosophy", *The Economic Journal*, v. 101, n. 407, (1991), pp. 751-785.
- SUNDER, S., "Markets as Artifacts: Aggregate Efficiency from Zero-Intelligence Traders", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 501-519.
- THAGARD, P., *Computational Philosophy of Science*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1988.
- THAGARD, P., *Conceptual Revolutions*, Princeton University Press, Princeton, 1992.
- THALER, R., *Quasi Rational Economics*, Russell Sage, Nueva York, 1991.
- THALER, R., *The Winner's Curse. Paradoxes and Anomalies of Economic Life*, Free Press, Nueva York, 1992. También disponible en 1994 en Princeton University Press.
- TIMMERMANN, A., "Can Agents Learn to Form Rational Expectations? Some Results on Convergence and Stability of Learning in the UK Stock Market", *Economic Journal*, v. 104, (1994), pp. 777-797.
- TVERSKY, A., "Elimination by Aspects: A Theory of Choice", *Psychological Review*, v. 79, (1972), pp. 281-299.
- TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D., "Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases", *Science*, v. 185, n. 4157, (1974), pp. 1.124-1.131.
- TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D., "Rational Choice and the Framing of Decisions", *Journal of Business*, v. 59, (1986), pp. S251-S278. Reimpreso en HOGARTH, R. y REDER, M. (eds), *Rational Choice: The Contrast Between Economics and Psychology*, The University of Chicago Press, Chicago, 1987, pp. 67-94.
- TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D., "Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference-Dependent Model", *Quarterly Journal of Economics*, v. 106, (1991) pp. 1.039-1.062.
- TVERSKY, A. y THALER, R., "Anomalies: Preference Reversals", *Journal of Economic Perspectives*, v. 4, (1990), pp. 201-211.
- VEGA-REDONDO, F., "Bayesian Boundedly Rational Agents Play the Finitely Repeated Prisoner's Dilemma", *Theory and Decision*, v. 36, (1994), pp. 187-206.
- VRIEND, N., "Self-Organization of Markets: An Example of a Computational Approach", *Computational Economics*, v. 8, (1995), pp. 205-231.
- WALL, K., "A Model of Decision Making Under Bounded Rationality", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 20, (1993), pp. 331-352.
- WETTERSTEN, J., *How do Institutions Steer Events*, Ashgate, Aldershot, 2006.
- WILLIAMS A., "The Formation of Price Forecasts in Experimental Markets", *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 19, (1987), pp. 1-18.

WILLIAMSON, O. E., "The Logic of Economic Organization", *Journal of Law, Economics, and Organization*, v. 4, n. 1, (1988), pp. 65-93.

WILLIAMSON, O. E., *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, Free Press, Nueva York, 1975.

WILLIAMSON, O. E., *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*, Free Press, Nueva York, 1985.

WILLIAMSON, O. E., *Economic Organization: Firms, Markets and Policy Control*, Wheatsheaf, Brighton, 1986.

WILLIAMSON, O. E., "Economic Institutions: Spontaneous and Intentional Governance", *Journal of Law, Economics, and Organization*, v. 7, (1991), pp. 159-187.

WILLIAMSON, O. E., "Herbert Simon and Organization Theory: Lessons for the Theory of the Firm", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 279-295.

WINTER, S., "Satisficing, Selection, and the Innovating Remnant", *Quarterly Journal of Economics*, v. 85, (1971), pp. 237-261.

WOLINSKY, A., "Small Deviations from Maximizing Behavior in a Simple Dynamic Model", *Quarterly Journal of Economics*, v. 109, (1994), pp. 443-464.

ZEISEL, J., *Inquiry by Design: Tools for Environment-Behavior Research*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

ZEMEL, E., "Small Talk and Cooperation: A Note on Bounded Rationality", *Journal of Economic Theory*, v. 49, (1989), pp. 1-9.

ZIZZO, C. (ed), *Transfer of Knowledge in Economic Decision Making*, Palgrave Macmillan, Nueva York, 2005.

I

Las Ciencias de Diseño en el marco de las Ciencias de lo Artificial

1. Las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial
2. De las Ciencias de lo Artificial a la Tecnología

**CONFIGURACIÓN DE LAS CIENCIAS DE DISEÑO COMO
CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL: PAPEL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Y DE LA RACIONALIDAD LIMITADA¹**

Wenceslao J. González

Ante la cuestión planteada —cómo configurar las Ciencias de Diseño en cuanto Ciencias de lo Artificial— caben varias posibilidades. Una de ellas consiste en analizar el problema a partir de un caso muy destacado, como es la Inteligencia Artificial (IA), tomando como punto de partida la figura de Herbert A. Simon (1916-2001). En primer lugar, esto requiere delimitar el ámbito de las Ciencias de lo Artificial, que es un campo distinto de las Ciencias de la Naturaleza y las Ciencias Sociales. En segundo término, hace falta una caracterización de la IA como Ciencia de Diseño. En tercera instancia, se precisa la consideración del cometido de la racionalidad en las *sciences of design* como Ciencias de lo Artificial. Esto comporta contemplar la relación entre la racionalidad limitada y la Inteligencia Artificial. Son tres pasos que centran la tarea del presente trabajo, tras perfilar el papel de la IA en la evolución de la Ciencia contemporánea.

1. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA EVOLUCIÓN DE LA CIENCIA CONTEMPORÁNEA

Cuando el eje temático se sitúa en la contribución realizada por la Inteligencia Artificial a la evolución de la Ciencia contemporánea, viendo la aportación de Simon, se contribuye ciertamente a la especificación del territorio científico de índole artificial. Pero ese análisis de lo acontecido desde mediados del siglo XX se puede entender, a su vez, de varias maneras. Entre ellas se vislumbran *tres posibles opciones*, que convergen en un rasgo común: desde distintos ángulos, ponen de relieve un campo de estudio científico que es distinto de los enclaves tradicionales, dedicados a la indagación de la Naturaleza o la investigación acerca de la Sociedad. Con todo, son opciones que dan lugar a tres líneas de investigación diferentes.

1) Cabe considerar cómo han contribuido los trabajos de Inteligencia Artificial a la tarea de *hacer evolucionar* la Ciencia contemporánea. En este sentido, la aportación de Simon es sin duda relevante, tanto desde un punto de vista histórico como en términos temáticos (Psicología Cognitiva, *Computer Sciences*, etc.)². 2) Se puede examinar cómo ha evolucionado la propia Inteligencia Artificial dentro del *contexto* de la Ciencia contemporánea, en cuanto que es una rama científica que surge a mediados del siglo XX, gracias en buena medida al empeño de Simon. Es un campo que ha tenido varias fases

¹ En el transcurso de una reunión científica en la Universidad Autónoma de Barcelona, celebrada el 15 de septiembre de 2006, se presentaron algunas ideas centrales del texto. El contenido se ha ampliado para profundizar en el Proyecto de Investigación (HUM2004-06846/FISO).

² “During his career, Simon made important contributions to economics, psychology, political science, sociology, administrative theory, public administration, organization theory, computer science, cognitive science, and philosophy”, AUGIER, M. y MARCH, J. G., “A Model Scholar: Herbert A. Simon (1916-2001)”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 49, (2002), pp. 1-2.

o concepciones más influyentes (la IA fuerte o GOFAI³, el conexionismo o AAN⁴, la IA débil⁵ o LAI⁶, etc.) y su legado no ha pasado desapercibido: en unos casos, ha sido fuente de ideas; mientras que, en otros, se le ha visto como punto de contraste. 3) Es posible analizar cuál ha sido la *genuina aportación* de los planteamientos de Simon a la Ciencia contemporánea, en especial cuando ha caracterizado a la Inteligencia Artificial en un *marco teórico propio*, puesto que la ve dentro de las “Ciencias de lo Artificial” entendidas como “Ciencias de Diseño”.

De esas tres opciones, para el cometido de configurar las Ciencias de Diseño dentro de las Ciencias de lo Artificial, interesa sobre todo la tercera posibilidad: el análisis filosófico-metodológico de la concepción de Simon sobre Inteligencia Artificial, considerada dentro de la novedosa esfera temática de las “Ciencias de lo Artificial”. Se trata ciertamente de una innovación respecto de la Ciencia moderna y, en cuanto que articula una “Ciencia de Diseño”, constituye además una de las contribuciones más genuinas que ha realizado la Ciencia contemporánea. Es, en rigor, un campo netamente contemporáneo en dos sentidos relevantes: el histórico y el temático.

Desde un punto de vista histórico, se puede afirmar que las “Ciencias de lo Artificial” se configuran en pleno siglo XX. La Inteligencia Artificial lo hace en concreto en 1955, si aceptamos lo que propone Herbert A. Simon⁷, que junto con Allen Newell y Cliff Shaw vio el ordenador como procesador de símbolos —en lugar de un calculador rápido para la Aritmética—, creando entonces el primer programa de ordenador para resolver problemas no numéricos mediante una búsqueda selectiva⁸. También el origen de la Inteligencia Artificial se ha situado en 1956, con motivo de la reunión científica organizada por John McCarthy⁹, aun cuando las bases para GOFAI las había puesto Alan Turing unos años antes¹⁰.

A tenor de un punto de vista temático, las “Ciencias de lo Artificial” generan un *nuevo territorio* de estudio, que es distinto del campo de las Ciencias de la Naturaleza y diferente

³ GOFAI is el acrónimo de *Good Old-Fashioned Artificial Intelligence*. Cfr. HAUGELAND, J., *Artificial Intelligence: The Very Idea*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1985.

⁴ *Artificial Neural Networks* —ANN— junto a *connectionist architecture* o *Parallel Distributed Processing* —PDP— son denominaciones para la computación neuronal. Se apoya en el concepto de una computación distribuida, adaptativa y no lineal. Cfr. FLORIDI, L., *Philosophy and Computing*, Routledge, Londres, 1999, pp. 163-183.

⁵ Cfr. SEARLE, J. R., “Minds, Brains, and Programs”, *The Behavioral and Brain Sciences*, v. 3, (1980), pp. 417-424; reimpresso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, 1990, pp. 67-88; en especial, p. 67.

⁶ *Light Artificial Intelligence* (LAI) es la propuesta analizada en FLORIDI, L., *Philosophy and Computing*, cap. 5, pp. 132-217.

⁷ “I have always celebrated December 15, 1955, as the birthday of heuristic problem solving by computer, the moment when we knew how to demonstrate that a computer could use heuristic search methods to find solutions to difficult problems”, SIMON, H. A., *Models of my Life*, Basic Books-HaperCollins, N. York, 1991, p. 206.

⁸ Herbert Simon, Allen Newell y Cliff Shaw “saw to use the computer as a general processor for symbols (hence thoughts) rather than just a speedy engine for arithmetic. By the end of 1955 we had invented list-processing languages for programming computers and had used them to create the Logic Theorist, the first computer program that solved non-numerical problems by selective search. It is for these two achievements that we are commonly adjudged to be parents of artificial intelligence”, SIMON, H. A., *Models of my Life*, pp. 189-190.

⁹ Se trata del *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, organizado por John McCarthy en el verano de 1956.

¹⁰ Cfr. TURING, A. M., “Computing Machinery and Intelligence”, *Mind*, v. 59, (1950), pp. 433-460.

también del ámbito de las Ciencias Sociales¹¹. Debido probablemente a su novedad, sigue siendo un espacio temático muy poco estudiado en cuanto tal. Así, sucede que los libros dedicados a Filosofía y Metodología de la Ciencia prestan poca atención a las “Ciencias de lo Artificial”, en general, y a las “Ciencias de Diseño”, en particular. Habitualmente su presencia es escasa y, con frecuencia, no es un territorio que sea abordado de manera expresa. Y el interés por la Inteligencia Artificial queda normalmente para el entorno de la Filosofía de la Mente y las Ciencias Cognitivas.

Analizar la concepción de Simon puede servir para intentar entender esta situación paradójica: que una de las principales contribuciones de la Ciencia contemporánea —las “Ciencias de lo Artificial”— no reciban la atención que merecerían en la Filosofía y Metodología de la Ciencia. A este respecto, para estudiar la aportación de Simon a la Ciencia contemporánea en este tema, cabe diferenciar varios aspectos filosófico-metodológicos que son centrales en su concepción: a) la especificación de lo artificial a partir de la noción de “diseño”, que permite aclarar este ámbito temático; b) el papel de la Inteligencia Artificial en cuanto plasmación de diseños, que ayuda a entender la tarea de IA en las Ciencias de Diseño; y c) el cometido de la racionalidad limitada (*bounded rationality*) como rasgo habitual del quehacer de las Ciencias de Diseño y de los agentes que hacen diseños.

Mediante el examen del primer aspecto —la especificación de lo artificial a partir de la noción de “diseño”— se aclara el ámbito de las Ciencias de lo Artificial. A este respecto, se analizan aquí varias cuestiones centrales: la caracterización que hace Simon de “Ciencias de lo Artificial” y su visión acerca de las Ciencias de lo Artificial como “Ciencias de Diseño”. A través de la indagación de la segunda vertiente —el papel de la IA en cuanto plasmación de diseños—, se profundiza en la Inteligencia Artificial en el contexto de las Ciencias de Diseño: su configuración en ese territorio científico y los tipos de diseño que Simon acepta en *Artificial Intelligence*. Con la reflexión sobre el tercer componente —la racionalidad limitada en las Ciencias de Diseño— se atiende, por un lado, a la relación entre la *bounded rationality* y la Inteligencia Artificial; y, por otro lado, se indaga el nexo entre la Inteligencia humana y el diseño de la *Artificial Intelligence*.

2. EL ÁMBITO DE LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL

Inicialmente, las Ciencias de lo Artificial aparecen como el dominio de lo “hecho por humanos” (*human-made*)¹². Esto atañe a unos objetivos deliberadamente buscados, a unos procesos seleccionados y a unos resultados que pueden ser obtenidos. Entran así en liza elementos epistemológicos, metodológicos y ontológicos. Estos rasgos se pueden entender de varias maneras, según sea la actividad desplegada respecto del mundo artificial. Básicamente, esas variedades pueden converger en dos posibles formas de “Ciencias de lo Artificial”.

¹¹ El deslinde entre “Ciencias Sociales” y “Ciencias de lo Artificial” no siempre es claro en Simon, como se aprecia en su análisis de la Economía o en su visión de la Teoría de las Organizaciones desde la idea de “diseño”.

Cabría plantear que el ámbito de lo social, en la medida en que está contrapuesto a lo natural, sería un terreno “artificial”, en cuanto algo hecho por sujetos humanos (*human-made*). Pero esto podría llevar al extremo de establecer que toda la realidad social es *de suyo* artificial, cuando es obvio que la naturaleza social de los seres humanos no es algo “construido según un diseño artificial” o que hay necesidades interpersonales humanas que no están orientadas a la “creación de lo artificial”.

¹² Se sigue aquí, básicamente, lo expuesto en GONZALEZ, W. J., “Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science”, en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186; en especial, sección 1.

Por un lado, está el tipo de estudios que, partiendo de las prácticas profesionales de una índole acumulativa (Farmacología, Biblioteconomía, Administración de Empresas, etc.), llegan más tarde a ser estudios científicos. Esto sucede cuando el *diseño* guía el proceso de obtención de unas metas (*goals*), en lugar de operar sobre la base de la experiencia y las técnicas aprendidas previamente por quienes tienen esa profesión. Y, por otro lado, se encuentra la investigación científica acerca de los *artefactos* (los objetos hechos por humanos) que siguen las pautas de las Ciencias de la Naturaleza (Física, Química, Biología, etc.) o de las Ciencias Sociales (Sociología, Economía, Psicología, etc.).

Históricamente, en el primer tipo de Ciencias de lo Artificial, la configuración de su campo temático se lleva a cabo mediante la tarea de “cientificación” (*scientification*) de una profesión¹³. Se trata de un procedimiento de resolución de problemas que, metodológicamente, encaja en el enfoque propio de las Ciencias Aplicadas (orientadas de suyo a solucionar problemas concretos). Tras la “cientificación”, los contenidos permanecen muchas veces dentro del dominio científico, aun cuando también sea frecuente que se utilicen para fines tecnológicos (como en el caso de la Farmacología, que tiene una proyección directa en la industria farmacéutica).

Mientras tanto, en el segundo tipo de estudios, las Ciencias de lo Artificial se centran a menudo en las propiedades (físicas, químicas, biológicas, ...) de los artefactos tecnológicos. En ese caso, la investigación se ve comúnmente como el apoyo científico del conocimiento tecnológico, de modo que está al servicio de los fines u objetivos (*aims*) de la Tecnología, como sucede en campos como “la Ciencia de los Materiales”. Cuando los estudios los llevan a cabo las Ciencias Sociales, la perspectiva puede conducir a configurar una rama dentro de la disciplina (Sociología, Economía, Psicología, etc.), tal como sucede en el análisis sociológico de las industrias o en la Economía de la innovación tecnológica¹⁴.

2.1. Caracterización de “Ciencias de lo Artificial” en Herbert A. Simon

Comúnmente, cuando Simon caracteriza las Ciencias de lo Artificial, su enfoque se sitúa dentro del primer tipo, en la medida en que resalta la idea de “Ciencias de Diseño”¹⁵. Así, en el estudio de los productos hechos por humanos (*human-made*), el punto de partida en el proceso metodológico incluye, normalmente, el uso de un diseño para resolver un problema particular. Esta concepción de “diseño”¹⁶, que requiere la utilización de la predicción científica y varias clases de racionalidad, contribuye a hacer de las Ciencias de lo Artificial saberes diferentes de otras Ciencias, sean Formales o Empíricas. De hecho, los objetivos (*aims*), procesos y resultados de las Ciencias de Diseño son diferentes de otras

¹³ Cfr. NINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), p. 9.

¹⁴ Cfr. FREEMAN, C. y SOETE, L., *Economics of Industrial Innovation*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

¹⁵ Dentro de su extensa producción sobre este tema, destaca el libro SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996 (1a. ed., 1969; 2a. ed., 1981). Una amplia información bibliográfica se encuentra en GONZALEZ, W. J., “Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y economista (1916-2001)”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 7-63; en especial, pp. 29-63.

¹⁶ Una visión de conjunto de las distintas concepciones de “diseño” se encuentra en ATWOOD, M. E., MCCAIN, K. W. y WILLIAMS, J. C., “How does the Design Community Think about Design?”, en: *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, ACM Press, N. York, 2002, pp. 125-132.

Ciencias. No obstante, puede ser que alguna Ciencia, como la Economía, se configure como Ciencia de lo Artificial, además de ser Ciencia Social¹⁷.

Es muy clara la diferencia entre las Ciencias de lo Artificial, entendidas como Ciencias de Diseño, y las Ciencias Formales (Lógica y Matemática), aun cuando ambos campos temáticos compartan la idea de modelos como “construcciones” (y, obviamente, puedan aquéllas hacer uso frecuente de los contenidos lógicos o matemáticos). Porque en las Ciencias de lo Artificial los objetivos (*aims*) de los diseños, los procesos para resolver problemas concretos, y los resultados que se obtienen al final son —o han de ser— tangibles¹⁸ (por ejemplo, la composición de un nuevo fármaco, la catalogación novedosa de una biblioteca, que facilita el acceso bibliográfico, o una innovación monetaria como la creación del euro).

Reiteradamente insiste Simon en que las Ciencias de lo Artificial, en general, y las Ciencias de Diseño, en particular, son disciplinas empíricas¹⁹. A este respecto, parece claro —a mi juicio— que las Ciencias de lo Artificial comparten con las Ciencias de la Naturaleza y las Ciencias Sociales la noción de *modelo* como “representación” o “ semejanza” de la realidad empírica²⁰ (por ejemplo, en estudios de Farmacología o en indagaciones de Economía experimental). Pero los objetivos (*aims*), procesos y resultados característicos de las Ciencias de Diseño han de ser habitualmente distintos de los propios de las Ciencias de la Naturaleza y las Ciencias Sociales, debido a una diferente Ontología de partida. Porque los objetos que investigan son diferentes: tratan con entidades que son *artificiales* (*human-made*), en lugar de elementos naturales o eventos sociales.

Cronológicamente, las Ciencias de lo Artificial han sido propuestas mucho después del desarrollo de las Ciencias de la Naturaleza y tras haberse realizado la progresiva configuración de las Ciencias Sociales. Su tematización ha sido bien tardía: hacia el último tercio del siglo XX. (De hecho, se toma como fecha clave 1969, año de la primera edición de *The Sciences of the Artificial*). Hay, además, una serie de factores que permiten la relación de las

¹⁷ La Ciencia de lo Artificial se constituye sobre la previa existencia de una base social, de manera que expande el campo social para llegar a nuevas metas (algo “sobreañadido” a la dimensión social humana). Desde un punto de vista histórico, las Ciencias de lo Artificial se apoyan normalmente sobre una profesión, a la que quieren reforzar con mayor rigor en sus objetivos, procesos y resultados. De ahí que los avances en este terreno (p. ej., en los mercados de valores) requieren que previamente se hayan cubierto otras necesidades económicas de carácter social (alimentación, vestido, vivienda, etc.).

¹⁸ Esta diferencia —ser tangible— está relacionada con la distinción entre “cálculo” y “experimento”, que es básica en la perspectiva de Wittgenstein sobre la predicción en Matemáticas: en un experimento tenemos algo tangible, mientras el cálculo es sólo una habilidad para hacer algo. Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Mathematics: The Wittgensteinian Approach”, en MUNEVAR, G. (ed), *Spanish Studies in the Philosophy of Science*, Kluwer, Dordrecht, 1996, pp. 299-332; en especial, sec. 3, pp. 309-314.

¹⁹ En su enfoque esto supone, por un lado, que estas disciplinas están sometidas a las pautas metodológicas de contrastación habituales en las Ciencias empíricas (en especial, las Ciencias de la Naturaleza); y, por otro lado, que también sus instrumentos pueden ser utilizados para contrastar científicamente, cfr. SIMON, H. A., “The Computer as a Laboratory for Epistemology”, en BURKHOLDER, L. (ed), *Philosophy and the Computer*, Westview Press, Boulder, CO, 1992, pp. 3-23.

²⁰ El papel de los modelos en la Ciencia es analizado en MORGAN, M. y MORRISON, M. (eds), *Models as Mediators. Perspectives on Natural and Social Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1999. En el caso de la Economía, cfr. TURNER, P., “Economic Modeling for Fun and Profit”, en HENDRY, D. F. y ERICSSON, N. R. (eds), *Understanding Economic Forecasts*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2001, pp. 42-53.

Ciencias de lo Artificial con el contexto de “Ciencias de la Complejidad”²¹, que aborda los distintos sistemas complejos (económicos, sociales, de información, comunicativos, etc.)²².

Entre los rasgos que apuntan a una indudable *complejidad* se encuentran los siguientes: i) el requisito de la elaboración intencional de acuerdo con un diseño (que requiere interacción entre sus partes —holismo— y, en principio, alguna relación de jerarquía); ii) la índole misma de los objetos artificiales, que son productos que se obtienen a partir de elementos naturales y la acción social humana encaminada a metas específicas; iii) la orientación de los diseños hacia fines “sofisticados” para la vida humana (la solución de problemas concretos de índole práctica —farmacológicos, económicos, de recuperación de la información, etc.—) que suponen un contexto sociocultural evolucionado²³; iv) las crecientes dificultades para la computación, conforme el diseño es más ambicioso o cuando la conducta estudiada es caótica, etc.

Ya al tratar de las características del *campo de estudio* de las Ciencias de lo Artificial, Simon señala cuatro rasgos donde se puede apreciar la *complejidad* del objeto investigado: 1) Las cosas artificiales son sintetizadas por los seres humanos, aunque no siempre con pleno conocimiento de cuál será el resultado; 2) esas cosas artificiales pueden imitar a las cosas naturales al tiempo que carecen de uno o más aspectos de la realidad natural; 3) cabe caracterizar las cosas artificiales en términos de sus metas (*goals*), funciones y su capacidad de adaptación; y 4) cuando se diseñan cosas artificiales, se abordan comúnmente con términos tanto prescriptivos (se usan imperativos) como descriptivos (se utilizan descripciones)²⁴.

Con estos *contornos (boundaries)* de las Ciencias de lo Artificial, Simon pone de relieve una combinación de elementos epistemológicos, metodológicos y ontológicos. Señala, en efecto, propiedades del mundo artificial que están enraizadas en el entrecruzamiento (*interface*) entre las leyes naturales que afectan a los objetos desde dentro (por ejemplo, su resistencia como materiales) y las leyes de la Naturaleza que corresponde al entorno. Además, los objetos artificiales pertenecen a una sociedad que les da un *valor* (por ejemplo, en Economía, en especial cuando los recursos son escasos). Desde este punto de vista, en la medida que son fruto de un diseño humano, los resultados de las Ciencias de lo Artificial pueden ser epistemológicamente más inteligibles que fenómenos de la Naturaleza o, incluso, que eventos sociales (en especial, aquellos que son inesperados).

Metodológicamente, los procesos del mundo artificial son evaluados mediante la contrastación empírica, de modo que converge con las evaluaciones de las actividades

²¹ Dos de los ocho capítulos de su libro central sobre el tema versan sobre complejidad: “Alternative Views of Complexity” y “The Architecture of Complexity: Hierarchic Systems”, en SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 169-181 y 183-216. Acerca de esta cuestión, cfr. SIMON, H. A., “Can there be a Science of Complex Systems?”, en BAR-YAM, Y. (ed), *Unifying Themes in Complex Systems: Proceedings from the International Conference on Complex Systems 1997*, Perseus Press, Cambridge, MA, 1999, pp. 4-14.

²² Sobre la Economía en el contexto de las Ciencias de la Complejidad, cfr. ANDERSON, P. W., ARROW, K. J. y PINES, D. (eds), *The Economy as an Evolving Complex System*, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Westview, Boulder, CO, 1988; BARKLEY ROSSER JR., J. (ed), *Complexity in Economics*, E. Elgar, Cheltenham, 2004 (3 volúmenes); BOUMANS, M., “A Macroeconomic Approach to Complexity”, en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 73-82; y FINCH, J. y ORILLARD, M. (eds), *Complexity and the Economy: Implications for Economic Policy*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2005.

²³ Los objetivos de las Ciencias de lo Artificial suelen ser, en principio, posteriores a la consecución de metas sociales y económicas básicas, por lo que requieren un contexto sociocultural que ya ha cubierto una serie de necesidades.

²⁴ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 5.

científicas naturales y sociales en la medida en que todas ellas pueden ser examinadas mediante la observación y la experimentación²⁵. Pero, puesto que los componentes del mundo artificial son ontológicamente diferentes de los elementos naturales o de los eventos sociales, tenemos que los contenidos de las Ciencias de lo Artificial requieren una consideración específica. Esto es debido a que se ocupa de objetos, procedimientos y soluciones que surgen de manera intencional, a través del *diseño humano*.

Además, el rasgo de estar basado en un diseño humano hace que, *de facto*, las Ciencias de lo Artificial estén más cerca de la Tecnología que ninguna otra Ciencia empírica. Así, muchas veces son utilizadas como base necesaria para algunas Tecnologías (tal como la Farmacología en el caso de la industria farmacéutica). Con todo, aun cuando haya efectivamente una interacción entre Ciencia y Tecnología —que puede llegar a ser muy fuerte en algunos casos—, las “Ciencias de Diseño” pertenecen todavía a un ámbito que, en rigor, es *científico* en lugar de tecnológico. En este sentido, siguen una racionalidad científica, de modo que sus procesos se llevan a cabo según pautas diferentes de la racionalidad tecnológica²⁶.

Ahora bien, Simon insiste en la conexión estrecha entre la Ciencia de lo Artificial, en cuanto campo de lo “hecho por humanos” (*human-made*), y el quehacer tecnológico: ambas están orientadas a *metas* y participan de la necesidad de tener *diseños* para conseguir esas metas. Si bien advierte que los “ingenieros no son los únicos diseñadores profesionales. Todo el mundo diseña cuando traza cursos de acción encaminados a cambiar situaciones existentes en favor de otras preferidas”²⁷.

A su juicio, “hablamos de la Ingeniería como concerniente a la ‘síntesis’, mientras que la Ciencia está relacionada con el ‘análisis’. Los objetos artificiales o sintéticos —y más específicamente objetos potenciales (*prospective*) artificiales que tengan las propiedades deseadas— son el objetivo central de la actividad y habilidad (*skill*) de la Ingeniería. El ingeniero, y más generalmente el diseñador, se ocupa de cómo *deben ser* (*ought to be*) las cosas: cómo deben ser cara a *conseguir metas* (to *attain goals*) y para que *funcionen* (to *function*). De ahí que una Ciencia de lo Artificial será muy similar (*closely akin*) a una Ciencia de la Ingeniería”²⁸.

Simultáneamente Simon resalta la distinción entre lo artificial y lo natural, mientras que pone menos empeño en distinguir lo artificial y lo social, una cuestión que tiene consecuencias metodológicas para casos como la Economía (por ejemplo, al tratar de la planificación social). Así, llega a afirmar que la Ciencia de la “Economía (*economics*) exhibe de la manera más pura el componente artificial de la conducta humana, en los

²⁵ En la *Experimental Economics* queda claro que caben “experimentos” y no sólo “observaciones”, cfr. GONZALEZ, W. J., “The Role of Experiments in the Social Sciences: The Case of Economics”, en KUIPERS, T. (ed), *General Philosophy of Science: Focal Issues*, Elsevier, Amsterdam, 2007, pp. 275-301.

²⁶ Sobre los rasgos de “Tecnología” en comparación con “Ciencia”, cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49; especialmente, pp. 11-12.

²⁷ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 111.

²⁸ *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed, pp. 4-5. “Analysis is at the heart of science; it is rigorous; it can be taught. Synthesis processes are much less systematic; they are generally thought to be judgmental and intuitive, taught as ‘studio’ subjects, at the drawing board or in clinical rounds or through unstructured business cases. They did not fit the general norms of what is properly considered academic. As a result, they were gradually squeezed out of professional schools to enhance respectability in the eyes of academic colleagues”, SIMON, H. A., *Models of My Life*, p. 258.

agentes individuales, las empresas, los mercados y la entera economía (*economy*)²⁹. Esta concepción de la Economía como Ciencia de lo Artificial difiere claramente de otras defendidas por otros Premios Nobel, tales como Milton Friedman, John Hicks o James Buchanan, y tiene una clara repercusión para el papel de la predicción científica³⁰.

2.2. Las Ciencias de lo Artificial como “Ciencias de Diseño”

Al enfocar las Ciencias de lo Artificial hacia unos saberes desarrollados teleológicamente mediante el uso de diseños, el planteamiento de Simon no se orienta hacia el territorio de las “Ciencias descriptivas” (“teóricas” o “positivas”)³¹. Las “Ciencias de Diseño” (*design sciences*) se enmarcan más bien en la esfera de la dimensión aplicada. Esto se puede apreciar en cada Ciencia de Diseño (Farmacología, Economía, Documentación, etc.), también en aquellas que desarrolló expresamente, como *Computer Science* (y, dentro de ella, en el área de la Inteligencia Artificial). Pero sucede que la palabra “diseño” puede ser entendida de modo diferente, según los contextos de uso.

Normalmente, los estudios sobre “diseño” siguen —según Richard Buchanan— tres grandes direcciones³², que podríamos llamar “artística”, “científico-tecnológica” y “científico-comunicativa”. En primer lugar, está la vertiente del Arte y las formas estéticas, donde el diseño se centra en la apariencia y la forma del objeto que se elabora. En segundo término se encuentra la dimensión de las Ciencias de la Naturaleza orientada hacia la Tecnología, donde el diseño se usa para configurar productos que sean operativos (esto es, que cumplan una determinada función). Y, en tercera instancia, se halla la faceta del diseño relacionada con las Ciencias Humanas y Sociales, donde el énfasis está en la comunicación y las relaciones entre los productos que se ofrecen y el público destinatario (obviamente, esto incluye el diseño gráfico).

Habitualmente es la segunda opción —la orientada hacia un enfoque tecnológico— aquella que centra el planteamiento de Simon acerca de las Ciencias de Diseño, incluso cuando trata de fenómenos sociales (debido a su querencia por diseños de Ingeniería). Así, aunque en *The Sciences of the Artificial* se ocupa expresamente de la “planificación social” —le dedica un capítulo entero—, lo hace en términos de diseño de un “artefacto que evoluciona”³³, de modo que es clara la analogía de la gestión social con el tratamiento de los artefactos físicos.

²⁹ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 25. Sobre la base de las ideas de Simon, Shyam Sunder escribe: “Markets are artifacts created by humans through social evolution or design”, SUNDER, S., “Markets as Artifacts: Aggregate Efficiency from Zero-Intelligence Traders”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, p. 505. Añade después: “We design a market by choosing its rules (inner environment) so a desired relationship between outer environment and the selected outcomes is obtained”, SUNDER, S., “Markets as Artifacts: Aggregate Efficiency from Zero-Intelligence Traders”, p. 507.

³⁰ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, *Theoria*, v. 13, n. 2, (1998), pp. 321-345; en especial, pp. 322-329; y GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112; en especial, pp. 86-92 y 96-104.

³¹ Se utilizan, con frecuencia, esas distintas terminologías relacionadas con Ciencia Básica, cada una de las cuales plantea problemas filosófico-metodológicos.

³² Cfr. BUCHANAN, R., “Myth and Maturity: Toward a New Order in the Decade of Design”, en MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995, p. 85.

³³ SIMON, H. A., “Social Planning: Designing the Evolving Artifact”, en SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., cap. 6, pp. 139-167.

Aparece así una dualidad metodológico-ontológica. Por un lado, Simon ve el diseño científico al servicio de una *función operativa* (que es un cometido habitual de la Tecnología). Piensa, en efecto, que conocer lleva a actuar, de modo que el diseño científico ha de realizar dos cometidos distintos: a) una tarea cognitiva —la comprensión—, y b) una misión operativa (la actuación). De hecho, señala expresamente que “el Diseño, en cuanto Ciencia, es un instrumento (*tool*) tanto para comprender (*understanding*) como para actuar (*acting*)”³⁴. Y, por otro lado, considera que los fenómenos sociales *comparten* con los sucesos naturales muchos aspectos, hasta el punto que —a su juicio— “la planificación social sin metas fijas tiene mucho en común con el proceso de la evolución biológica”³⁵.

Trae sin duda consigo un problema de fondo esta dualidad metodológico-ontológica. Porque, como ha señalado Richard Buchanan, en su planteamiento Simon “tiene poco que decir acerca de la diferencia entre diseñar un producto y hacerlo (*making it*)”³⁶. De hecho, el propio autor parece suscribir esta confusión conceptual, puesto que afirma explícitamente que “no existe una frontera clara entre diseño y acción”³⁷. Esto puede entenderse en el sentido de un *instrumentalismo metodológico*, en consonancia con su visión de racionalidad como puramente instrumental³⁸, de modo que el contenido del diseño sólo sería un medio para un fin previamente buscado; o bien se puede caracterizar en sentido “operacionalista”, como propone Subrata Dasgupta³⁹, siempre y cuando quede claro que es un *operacionalismo epistemológico* que tiene diferencias con P. W. Bridgman⁴⁰, en cuanto que Simon admite habitualmente elementos cualitativos, de manera que el significado de los términos científicos no se retrotraería meramente a unas operaciones de medida.

Insistir en que el diseño es “para la acción” puede suponer que no se ha captado suficientemente el carácter *sintético innovador* que tiene lo artificial en la experiencia humana⁴¹. Porque el “diseño” es, de suyo, un terreno abierto —un campo de indeterminación—, de modo que rebasa la idea de mero complemento a lo que tenemos del entorno natural. Así, debido a su énfasis en la vertiente de acción, sucede —a juicio de Buchanan— que

³⁴ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 164.

³⁵ *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 165.

³⁶ BUCHANAN, R., “Wicked Problems in Design Thinking”, en MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995, p. 17. “The intellectual activity that produces material things is no different fundamentally from the one that prescribes remedies for a sick patient or the one that devises a new sales plan for a company or a social welfare policy for a state”, SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 111.

³⁷ SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, en COLLEN, A. y GASPARI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, p. 255.

³⁸ Cfr. SIMON, H. A., *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, 1983, pp. 7-8. Sobre este enfoque, cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 65-96; en especial, pp. 77-79.

³⁹ Para Dasgupta, Simon adopta el operacionalismo, de modo que “to know or understand something (such as a concept or an idea) one must know the operations (or procedures or rules) by which that something can be realized”, DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, *Cognitive Science*, v. 27, (2003), pp. 688-689.

⁴⁰ Cfr. BRIDGMAN, P. W., *The Logic of Modern Physics*, Macmillan, Nueva York, 1927, p. 5.

⁴¹ Cuando plantea la enseñanza de este campo, alude a su carácter analítico: “a science of design, a body of intellectually tough, analytic, partly formalizable, partly empirical, teachable doctrine about the design process”, SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 113.

en Simon “los procedimientos de búsqueda y los protocolos de toma de decisiones que propone para el diseño son en gran medida analíticos, modulados por su visión filosófica de los condicionantes que se derivan de las leyes naturales que rodean a los artefactos”⁴².

Buchanan cree que Simon llega a combinar en su concepción *dos tipos diferentes* de Ciencias de lo Artificial⁴³, lo que trae consigo consecuencias filosófico-metodológicas. Así, en primer lugar, está el enfoque que reconoce una Ciencia que se origina en el diseño, entendido como una tarea genuinamente creativa⁴⁴, de modo que el contenido de estudio es precisamente lo que concibe el diseñador. Sería así una *Ciencia creativa de futuro*, donde el diseñador hace aquello que su inventiva le sugiere, de manera que prevalece aquí la *componente cognitiva*, como corresponde al cometido del diseño orientado hacia la resolución de problemas⁴⁵.

Sin embargo, en segundo término, en Simon se encuentra también una Ciencia de lo Artificial diferente. Es la que se ocupa de los *productos* que existen actualmente y han sido hechos por seres humanos (*human made*). Son objetos cuyo origen vendría como resultado de modificar un material previo, sea natural o social. Sería, por tanto, una *Ciencia de presente*, donde el tema de estudio lo forman los artefactos como *entidades*: unos productos realizados por los humanos mediante su conducta sobre unos materiales que están sometidos a ciertas leyes (p. ej., las leyes físicas).

Respecto del primer tipo —la Ciencia creativa de futuro, donde se resalta la *componente cognitiva*— hay un problema de fondo, señalado por Ilkka Niiniluoto: Simon no distingue con claridad entre “diseño”, algo que aparece en muchas profesiones, y “diseño científico”, que añade nuevos factores epistemológicos y metodológicos. De nuevo, esta ausencia de distinción conceptual puede ser vista como un tipo de instrumentalismo metodológico, en cuanto prevalece la subordinación de los medios a fines ya dados, o bien como una acepción de operacionalismo epistemológico, debido a una visión del conocimiento a tenor de la operatividad de la función del diseño.

Reconoce con acierto Niiniluoto que “el diseño científico es una especie de diseño, esto es, la actividad de solucionar problemas mediante el uso de métodos científicos y conocimiento científico. La Investigación Operativa (*Operations Research*) proporciona métodos para encontrar soluciones óptimas o satisfactorias a los problemas de diseño (por ejemplo, la Teoría de Juegos, la Teoría de la Decisión, la programación lineal). En este sentido, el diseño científico es el resultado de la ‘cientificación’ (*scientification*) del Arte, la Tecnología, la gestión (*management*) o el desarrollo”⁴⁶. Esto pertenece a la investigación

⁴² BUCHANAN, R., “Wicked Problems in Design Thinking”, en MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, p. 17. “The artificial world is centered precisely on this interface between the inner and outer environments; it is concerned with attaining goals by adapting the former to the latter”, SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 113.

⁴³ Cfr. BUCHANAN, R., “Wicked Problems in Design Thinking”, p. 17.

⁴⁴ “Design (...) means conceiving of objects, of processes, of ideas for accomplishing goals, and showing how these objects, processes, or ideas can be realized”, SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, en COLLEN, A. y GASPARIKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, p. 246.

⁴⁵ “The theory of design can best be regarded as a special part of the theory of solving problems”, SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, *Artificial Intelligence*, v. 77, n. 1, (1995), p. 115.

⁴⁶ NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, pp. 8-9.

aplicada: el diseño científico genera “conocimiento instrumental para la producción y tratamiento de los sistemas natural y artificial. La Ciencia de Diseño elabora conocimiento que puede después ser aplicado en el diseño científico”⁴⁷.

Sobre el segundo tipo de Ciencia de lo Artificial —la Ciencia de presente que versa sobre los artefactos en cuanto *entidades*— hay, al menos, un inconveniente: la frontera conceptual “Ciencia”-“Tecnología” se encuentra difuminada, si “producción” de objetos se entiende en el sentido de “transformación” de una realidad de acuerdo con un objetivo o meta⁴⁸. De hecho sucede que, cuando Simon analiza la Inteligencia Artificial, queda claro que no le interesa en modo alguno marcar las diferencias entre Ciencia y Tecnología⁴⁹.

Radica ahí el origen del deslizamiento conceptual que se produce, a veces, en su enfoque de las Ciencias de lo Artificial. Así mantiene que, entre Ciencia y Tecnología, la diferencia es meramente de motivación: “mientras el científico está interesado específicamente en crear nuevo conocimiento, el ingeniero se interesa también por crear sistemas que consiguieren las metas deseadas. Aparte de esta diferencia en los motivos, no hay necesidad —a su juicio— de distinguir entre *computer scientists* y *computer engineers*, o entre científicos de IA e ingenieros. Podemos dejar de debatir si IA es Ciencia o Ingeniería: es ambas”⁵⁰.

Pero esta caracterización de la Inteligencia Artificial en la que la “Ciencia” sólo busca conocimiento y la “Tecnología” se orienta hacia metas deseadas, al tiempo que se insiste en no distinguir entre la actividad de la Ciencia y el quehacer de la Tecnología, resulta ciertamente empobrecedora. i) Parece en este caso pasar por alto la existencia de la *Ciencia Aplicada*, donde la resolución de problemas concretos de diversa índole (económicos, farmacológicos, informáticos, bibliotecarios, etc.) lleva a elaborar teorías orientadas a metas concretas⁵¹. De hecho, Simon llega a considerar que *el diseño* es, precisamente, un rasgo central para *distinguir* las profesiones (Medicina, Derecho, Educación, ...) respecto de las Ciencias⁵². ii) Pone de relieve su preferencia por una *visión instrumental* del saber, donde la primacía de la práctica —entendida al modo funcional u operativo— le lleva a no contemplar las relevantes diferencias conceptuales entre Ciencia y Tecnología, que son importantes aun cuando sus respectivas dinámicas interactúen y se interrelacionen en tareas de índole institucional⁵³.

Late así la necesidad de delimitar el campo propio de las “Ciencias de Diseño”, que —a mi juicio— se encuentra en las *Ciencias Aplicadas*⁵⁴. En ellas se produce además

⁴⁷ “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 9.

⁴⁸ Sobre la idea de Tecnología como “transformación creativa de lo real”, cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, pp. 11-12.

⁴⁹ “Far from striving to separate science from engineering, we need not distinguish them at all”, SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 100.

⁵⁰ SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 100.

⁵¹ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, pp. 1-21; y NIINILUOTO, I., “Approximation in Applied Science”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.

⁵² Curiosamente escribe que: “Design (...) is the core of all professional training; it is the principal mark that distinguishes the professions from the sciences”, SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 111.

⁵³ Cfr. NIINILUOTO, I., “Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?”, *Arbor*, v. 157, n. 620, (1997), pp. 285-299; y GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, pp. 3-49; en especial, pp. 11-12.

⁵⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science”, en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, sección 4.

una articulación de predicción y prescripción⁵⁵, como se puede apreciar en el caso de la Economía. En otras palabras, el diseño científico ha de contemplar el futuro —tarea de la predicción— al tiempo que busca las pautas de solución de problemas existentes (cometido de la prescripción), de modo que la componente cognitiva del diseño científico no es puramente teórica, sino que está orientada a la práctica. Y es en este contexto donde cabe contemplar el puesto de la Inteligencia Artificial, que permite poner de relieve la existencia en Simon —como propone Dasgupta— de un modelo de pensamiento en IA que es distinto del que adopta en la Ciencia de la Economía⁵⁶.

3. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS DE DISEÑO

Actualmente, las “Ciencias de Diseño” se encuentran en el núcleo de las Ciencias de lo Artificial. Es una rama del saber que emergió hacia mediados de los años 70⁵⁷. Así, el Centro de Investigación de Diseño (*Design Research Center*) de Carnegie Mellon University se creó en torno a 1975 y, desde 1985, pasó a ser el Centro de Investigación del Diseño Industrial (*Engineering Design Research Center*). Comenzó dentro del dominio de las Ciencias de lo Artificial y se ha desarrollado institucionalmente en lugares muy variados: Facultades de Informática, Escuelas de Arquitectura y de Ingeniería, ... Es un campo temático para la Investigación Operativa (*Operations Research*) en las Facultades de Empresariales y en las Escuelas de Negocios (*Master of Business Administration*)⁵⁸.

Constitutivamente, el diseño aparece como una actividad teleológica: “se ocupa de cómo han de ser las cosas; trata de idear artefactos para conseguir metas”⁵⁹. El número de alternativas no es ilimitado y optimizar puede ser un problema serio, de modo que Simon aplica su visión de la racionalidad limitada (*bounded rationality*): “dentro de los límites computacionales prácticos, no podemos generar todas las alternativas admisibles y comparar sus respectivos méritos. (...) Satisfacemos mediante la búsqueda de alternativas de modo que, tras una moderada búsqueda, podamos encontrar generalmente una que sea aceptable”⁶⁰.

Este enfoque de las Ciencias de Diseño —una actividad teleológica que idea artefactos y está racionalmente limitada—, junto a la idea según la cual el diseño “está en el núcleo de todo aprendizaje profesional”⁶¹, permite apreciar mejor la insistencia de Simon en

⁵⁵ En los casos donde Simon admite la Ciencia Aplicada, señala un nexo entre predicción y prescripción, cfr. SIMON, H. A., “Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena”, en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, p. 32.

⁵⁶ Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, pp. 683-707; en especial, p. 695.

⁵⁷ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 113. Apunta que la primera edición del libro, que data de 1969, tuvo particular influjo en el desarrollo de este campo en su Universidad, situada en Pittsburgh, Pensilvania.

⁵⁸ “In substantial part, design theory is aimed at broadening the capabilities of computers to aid design, drawing upon the tools of artificial intelligence and operations research. Hence, research on many aspects of computer-aided design is being pursued with growing intensity in computer science, engineering and architecture departments, and in operations research groups in business schools”, SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 114.

⁵⁹ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 114.

⁶⁰ *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 120.

⁶¹ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 111.

Computer Science como una “Ciencia de Diseño”⁶², donde la Inteligencia Artificial aparece como un “subcampo”. Además, mediante la caracterización tan abarcante que hace de las Ciencias de Diseño, se puede entender que un campo que caracteriza expresamente en 1969 —en la primera edición de *The Sciences of the Artificial*— y que es emergente en los años 70 pueda englobar a la Inteligencia Artificial, que es un territorio ya cultivado en décadas anteriores (Simon venía trabajando en IA desde mediados de los años 50, como se ha señalado antes).

Tal como la concibe Simon, la Inteligencia Artificial sólo puede ser fruto del diseño: a) en cuanto a su *existencia*⁶³, pues la Inteligencia Artificial sólo es planteable a partir de objetivos expresamente seleccionados; b) en la configuración de los *procesos*, que tienen sentido a tenor de predicciones acerca de programas capaces de realizar funciones intelectuales humanas; y c) en los *resultados* obtenidos, que buscan imitar o superar funciones intelectuales desarrolladas por los seres humanos. Por eso, cabe afirmar que la concepción de la Inteligencia Artificial que tiene Simon es la propia de una Ciencia de Diseño.

3.1. La caracterización de la Inteligencia Artificial en las Ciencias de Diseño

Ubicar la caracterización de la Inteligencia Artificial en el contexto de las Ciencias de Diseño permite entender que la IA pueda ser en Simon una parte de *Computer Science* y, al mismo tiempo, una parte también de las Ciencias Cognitivas y la Psicología⁶⁴. En su planteamiento, la Inteligencia Artificial se constituye a través de una genuina construcción expresamente teleológica. Consta, al menos, de tres planos: el ontológico, el metodológico y el epistemológico. Así, tanto la *entidad* que lleva a cabo esos *procesos artificiales* —el procesamiento de símbolos— como los programas que se desarrollan o los *resultados* que se conocen son fruto del diseño.

En efecto, i) Simon asume que los objetivos intelectuales de Inteligencia Artificial pueden ser alcanzados por una entidad diseñada, que es ontológicamente autónoma, de manera que carece de un sustrato ontológico natural, sea el cerebro, la mente o la vida. ii) Los procesos que lleva a cabo la Inteligencia Artificial se apoyan en la posibilidad de un sistema de símbolos abierto a múltiples fines y que no requiere la presencia de factores cognoscitivos habituales en los humanos, como son los componentes psicológicos individuales (p. ej., la experiencia corporal, la incidencia de elementos innatos, la interacción con elementos afectivos o emocionales, ...) ⁶⁵ o los condicionantes del entorno

⁶² Simon insiste en que *Computer Science* se compone de artefactos que han sido diseñados: “Neither machines nor programs are black holes; they are artefacts that have been designed, both hardware and software, and we can open them up and look inside”, NEWELL, A. y SIMON, H. A., “Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search” [1975 ACM Turing Award lecture], reimpresso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, p. 106.

⁶³ “Artificial objects, including computer programs, are what they are because they were designated to be that way”, SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 98.

⁶⁴ Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 95.

⁶⁵ Sin embargo, Simon incorpora nociones como “intención” o “motivación”, para intentar dar respuesta a objeciones que se le han planteado sobre las diferencias entre la mente humana y la Inteligencia Artificial. *Intención y motivación* las utiliza en acepciones fuertemente naturalistas, que suponen una reducción epistemológica y metodológica. Lo hace para poder ser coherente con su idea de máquinas que “piensan”. Cfr. SIMON, H. A., “Machine as Mind”, en FORD, K. M., GLYMOUR, C. y HAYES, P. J. (eds), *Android Epistemology*, AAAI/MIT Press, Menlo Park, CA, 1995, p. 38.

social (históricos, culturales, económicos, sociológicos, etc.). iii) Los resultados obtenidos han de ser reiterables de una manera más clara que cualquier otro proceso de inteligencia humana natural. De hecho, la Inteligencia Artificial versa sobre procesos que simulan o ejemplifican aquellos actos de la inteligencia humana que se pueden reproducir —o, en su caso, mejorar— en ordenadores, para lo que hace falta diseñar un “programa”.

Aparecen estos rasgos ontológicos, metodológicos y epistemológicos cuando Allen Newell y Herbert Simon insisten en que los *programas* son modelos de procesos mentales⁶⁶ o cuando caracterizan el procesamiento de la información en *Computer Science*, que consideran “Ciencia empírica”⁶⁷. Luciano Floridi llama “materialismo computacional” a esta postura de GOFAI (Inteligencia Artificial en sentido fuerte). Advierte, además, que requiere incorporar dos aspectos para ser coherente. En primer lugar, la aceptación de la siguiente reducción metodológica: “inteligencia = razonamiento (*ratiocination*) = procesamiento de símbolos = computación”⁶⁸, y, en segundo término, la adopción de una forma de “conductismo funcional” (*functional behaviourism*) como criterio de evaluación, donde el *test* de Alan Turing aparece como una versión conocida⁶⁹.

Pensar y actuar inteligentemente era —en la etapa de IA fuerte— casi sinónimo de “computación algorítmica”⁷⁰. De este modo, para la inteligencia humana —que es individual en cuanto a los rasgos específicos—, no parecía relevante la aportación procedente de la experiencia humana (la educación, la comunicación, etc.) ni tampoco era apreciada la contribución de las interacciones sociales. En otras palabras, en el ideal regulativo de GOFAI, “la habilidad humana de tratar con el mundo de modo inteligente se consideró que dependía por completo y de manera exclusiva de la habilidad de pensar racionalmente acerca del mundo, y se vio al pensamiento racional como idéntico al procesamiento simbólico aislado (*stand-alone*) y, por ende, [idéntico] a la computación efectiva”⁷¹.

Si bien Simon introdujo posteriormente matizaciones en su enfoque, principalmente para responder objeciones (como el papel de la Semántica en su configuración de IA), sus escritos más recientes sobre el tema insisten en la idea de diseñar la máquina —el ordenador— como una mente (*mind*). Considera, en efecto, que ambas —máquina y mente— coinciden en que procesan estructuras de símbolos: “una simulación por ordenador del pensamiento —a su juicio— piensa (*thinks*). Incorpora los problemas como entradas (*inputs*) y, a veces, produce soluciones como salidas (*outputs*). Representa estos problemas

⁶⁶ Cfr. SIMON, H. A. y NEWELL, A., “Information Processing in Computer and Mind”, *American Scientist*, v. 52, n. 3, (1964), pp. 281-300; reimpresso en CROSSON, F. J. (ed), *Human and Artificial Intelligence*, Appleton-Century-Crofts, N. York, 1970, pp. 39-64.

⁶⁷ Cfr. NEWELL, A. y SIMON, H. A., “Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search” [1975 ACM Turing Award lecture], pp. 113-126; reimpresso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, pp. 105-132.

⁶⁸ FLORIDI, L., *Philosophy and Computing*, p. 133.

⁶⁹ *Philosophy and Computing*, p. 133.

⁷⁰ Desde este punto de vista, estaría justificado aceptar que en Simon, cuando hace IA, el modelo de pensamiento como Ciencia de Diseño sería distinto del modelo propio de la racionalidad limitada, que está en el *homo economicus* y satisface al elegir. Sobre la existencia de estos dos modelos (*the symbolic problem solver* y *the universal decision maker*) en su enfoque de las Ciencias de lo Artificial, cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, pp. 694-695.

⁷¹ FLORIDI, L., *Philosophy and Computing*, p. 134.

y soluciones como estructuras de símbolos, tal como hace la mente humana, y lleva a cabo transformaciones sobre ellas, como realiza la mente humana”⁷².

3.2. Tipos de diseño en Inteligencia Artificial en Simon

Admite Simon dos tipos de diseño en Inteligencia Artificial, según el grado de autonomía de la entidad diseñada. Así, i) cabe tratar de hacer tareas inteligentes, pero sin imitar la mente humana; y ii) se puede buscar la similitud o *mimesis* con el caso humano⁷³. Obviamente, la primera posibilidad no podría ser semejante al modelo de pensamiento propio de la *bounded rationality*, pues este modelo —presente en Economía— requiere que haya un agente que, ante un entorno real y con una capacidad de computación limitada, seleccione aquello que es satisfactorio para sus aspiraciones, dadas las circunstancias y las restricciones⁷⁴. Quedaría por ver si la segunda opción —la *mimesis* con el caso humano— consigue reflejar realmente al sujeto y su racionalidad en los términos que Simon señala para el agente económico, pues su conducta ha de ser *observada* y ha de serlo en un entorno de *organizaciones*, en lugar de asumir una inespecífica “racionalidad sustantiva” y un genérico “mercado”⁷⁵.

Utilizando el *primer tipo* de diseño de Inteligencia Artificial “podemos escribir programas inteligentes para ordenadores sin compromiso alguno con la imitación de procesos de la inteligencia humana”⁷⁶, como en el programa DEEPTHOUGHT para el juego de ajedrez, que no sigue el tipo de pautas habituales en los maestros del ajedrez. En cambio, en el *segundo tipo* de diseño para IA, “podemos escribir programas inteligentes para ordenadores que imitan estrechamente los procesos humanos, potenciando las capacidades de los ordenadores para el rápido procesamiento de los símbolos y su casi instantáneo almacenamiento en la memoria”⁷⁷, como el programa MATER, que utiliza las reglas de estimación que guían a los maestros del ajedrez para seleccionar jugadas.

Por consiguiente, junto al cometido de imitar o hacer una simulación de la mente humana, Simon considera que la Inteligencia Artificial puede estar diseñada para “replicar” las tareas de la mente humana, en cuanto que puede hacer tareas inteligentes, pero como entidad artificial distinta de la mente humana⁷⁸. A su juicio, las dos inteligencias

⁷² SIMON, H. A., “Machine as Mind”, en FORD, K. M., GLYMOUR, C. y HAYES, P. J. (eds), *Android Epistemology*, p. 24.

⁷³ “The claim for simulation of human thought is that brain and computer, using quite different machinery, can execute the same programs, thereby carrying out the same functions organized in the same way”, SIMON, H. A., “Artificial Intelligence”, en KAZDIN, A. E. (ed), *American Psychological Association Encyclopedia of Psychology*, vol. 1, Oxford University Press, N. York, 2000, p. 254.

⁷⁴ Cfr. SIMON, H. A., “Theories of Bounded Rationality”, en MCGUIRE, C. B. y RADNER, R. (eds), *Decision and Organization*, North-Holland, Amsterdam, 1972, p. 161. Cfr. SIMON, H. A., “Rationality”, en GOULD, J. y KOLB, W. L. (eds), *A Dictionary of the Social Sciences*, Free Press, Glencoe, IL, 1964, p. 573; reimpresso en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, p. 405.

⁷⁵ Cfr. SIMON, H. A., “Rational Decision Making in Business Organizations”, *American Economic Review*, v. 69, n. 4, (1979), pp. 493-513; y SIMON, H. A., “Organizations and Markets”, *Journal of Economic Perspectives*, v. 5, (1991), pp. 25-44; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 217-240.

⁷⁶ SIMON, H. A., “Machine as Mind”, en FORD, K. M., GLYMOUR, C. y HAYES, P. J. (eds), *Android Epistemology*, p. 25.

⁷⁷ SIMON, H. A., “Machine as Mind”, p. 25.

⁷⁸ Acerca de la distinción entre “replicar” y “simular”, cfr. FETZER, J. H., “The Philosophy of AI and its Critique”, en FLORIDI, L., *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, Blackwell, Oxford, 2004, p. 122.

—la artificial y la natural— trabajan sobre la base común del procesamiento de símbolos y la tarea de búsqueda (*search*). De este modo, en el caso de sistemas expertos, como son los sistemas de diagnóstico médico, las diferencias entre el caso artificial y el humano “se ve que son cuantitativas, no cualitativas: los expertos —humanos y de los ordenadores— dependen intensamente del reconocimiento [de símbolos], complementada por una limitada capacidad para el razonamiento (esto es, de búsqueda)”⁷⁹.

Establecer —como propone Simon— una *identidad cualitativa* entre la mente humana y la Inteligencia Artificial parece arriesgado, debido a los problemas que suscita: epistemológicos, metodológicos y ontológicos. Con ellos se refuerza la idea, defendida por Dasgupta, de dos modelos distintos de pensamiento en *The Sciences of the Artificial*: uno corresponde al enfoque del *homo economicus* (*the universal decision maker*), donde el planteamiento de toma de decisiones cumple las pautas de la Economía (principio de racionalidad limitada, criterio de satisfacción, búsqueda heurística y conducta adaptativa); mientras que el otro sería la solución de problemas mediante “símbolos” (*the symbolic problem solver*), cometido de la Psicología Cognitiva y el campo de la Inteligencia Artificial⁸⁰. Es en este segundo modelo donde se plantean varios problemas.

1) En cuanto parte integrante de las Ciencias de Diseño, la Inteligencia Artificial responde a una *construcción del diseñador*. Se configura un sistema potencialmente cerrado⁸¹, en cuanto que —en el caso de Simon— se basa en un sistema finito de símbolos que está determinado —en sus objetivos, procesos y resultados— por las reglas de programación⁸². En cambio, la mente humana, cuando lleva a cabo tareas típicas del diseño, como es la planificación, es un sistema siempre abierto: hay que seleccionar los propios fines y establecer prioridades, tarea que se plantea modulada por contextos. Más aún, el propio diseñador puede proponer nuevos desarrollos de Inteligencia Artificial.

2) Para desarrollar su diseño de Inteligencia Artificial, Simon se apoya habitualmente en un análisis de *medios a fines*, al igual que hace en el conjunto de las Ciencias de lo Artificial⁸³. Se trata de una concepción instrumental de la racionalidad que es insuficiente para entender la toma de decisiones humana. Porque, además de racionalizar la selección de los medios adecuados a los fines, hace falta una racionalidad evaluativa o de fines, puesto que se requiere una valoración de la meta que el plan del diseño busca llevar a cabo. No se puede asumir que los fines vengan de suyo ya dados: la mente humana, antes de

⁷⁹ “Machine as Mind”, p. 29.

⁸⁰ Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, pp. 683-707; en especial, pp. 693-695.

⁸¹ “Although there is also a large element of chance in human design processes, chance is moderated by heuristics that use prior knowledge”, SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 100.

Según Richard Buchanan, “Simon’s methods are still analytic, directed towards the discovery of solutions in some sense already known rather than the invention of solutions yet unknown”, BUCHANAN, R., “Wicked Problems in Design Thinking”, p. 17.

⁸² “All information is processed by computers in the service of ends, and we measure the intelligence of a system by its ability to achieve stated ends”, NEWELL, A. y SIMON, H. A., “Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search” [1975 ACM Turing Award lecture], *Communications of the Association for Computing Machinery*, v. 19, n. 3, (1976); reimpresso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, p. 107.

⁸³ El análisis de medios a fines es una constante en la visión que tiene de las Ciencias de lo Artificial, cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 94, 121-122, 124, 134 y 210.

tomar decisiones relevantes, sopesa los fines para dictaminar los preferibles, a tenor de los valores asumidos.

3) Pesa mucho en Simon su concepción de la Ciencia de lo Artificial como Ciencia empírica, donde la Inteligencia Artificial aparece siempre como *operacional* —vinculada a tareas—⁸⁴, de manera que aparece de suyo descontextualizada: a) el diseño es puramente abstracto, tan ahistórico y ajeno a situaciones específicas como podían ser los enfoques filosófico-metodológicos del Neopositivismo o del Empirismo lógico⁸⁵; b) el nivel de reducción es severo, tanto en términos ontológicos como epistemológicos, por ejemplo cuando atribuye “intención” a los programas de ordenadores⁸⁶; y c) no se ve cómo la afectividad o las emociones pueden tener en Inteligencia Artificial un papel semejante al que tienen de hecho en la toma de decisiones humanas (p. ej., en el caso de Ciencias de lo Artificial como la Economía)⁸⁷.

4. LA RACIONALIDAD EN LAS CIENCIAS DE DISEÑO COMO CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL: *BOUNDED RATIONALITY* E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Básicamente, en las Ciencias de lo Artificial es posible distinguir tres *planos epistemológicos* sucesivos de la racionalidad, que tienen además una clara incidencia metodológica⁸⁸. i) La racionalidad de *la Ciencia* en general, que atiende a sus rasgos característicos (donde “artificial” se contrapone a “natural” o a “social”) y a las diferencias de esta actividad humana con otros quehaceres humanos, tales como la Tecnología o la reflexión filosófica. ii) La racionalidad propia de *la disciplina específica* (en el caso de las Ciencias de lo Artificial: Farmacología, Biblioteconomía, Economía, Ciencia de los Materiales, *Computer Science*, ...), que requiere considerar los diseños —objetivos, procesos y resultados— de cada una de las Ciencias analizadas. iii) La racionalidad de *los agentes* relacionados con estas Ciencias, que

⁸⁴ Al insistir Subrata Dasgupta en que hay un componente de *operacionalismo* en su estilo cognitivo, considera que Simon acepta lo siguiente: “Any proposition, hypothesis, theory or model concerning both natural and artificial systems must rest on operational concepts so that one may carry out procedures to confirm, corroborate or falsify such statements. Simon’s operationalism originated in the late 1930s in the influence of logical positivism through his encounter with Rudolf Carnap at the University of Chicago and, in particular, his acquaintance with A. J. Ayer’s *Language, Truth and Logic* originally published in 1936”, DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, pp. 688-689.

⁸⁵ De hecho, Simon utiliza el término “verificar” para Ciencias de lo Artificial: “Computer sciences is a scientific enterprise in the usual meaning of the term: it develops scientific hypotheses which it then seeks to verify by empirical enquiry”, NEWELL, A. y SIMON, H. A., “Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search” [1975 ACM Turing Award lecture], reimpresso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, p. 118.

⁸⁶ Cfr. SIMON, H. A., “Machine as Mind”, pp. 29-30.

⁸⁷ La posibilidad de atribuir “motivación” o “emoción” a un ordenador, en algún sentido relevante, ha suscitado críticas: “Motivation and emotion are another matter: it is widely doubted that a computational approach could possibly simulate or explain these aspects of mind (...). Such doubts relate not only to their conscious dimension —for reasoning can be conscious, too— but to their general nature. Motives (and other conative categories as intentions) are the origin or driving force of action, and have an intimate relation to personality and the self: how can they be likened to computations? As for emotions, these are the opposite of rationality, leading us to do things and to see things in ways we may abhor in our calmer moments; even if cognition can be computationally understood, surely emotion cannot?”, BODEN, M., “Introduction”, en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, 1990, p. 12.

⁸⁸ El presente análisis se apoya en lo expuesto en GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, sección 1, pp. 66-68.

comporta contemplar la necesidad que tienen de tomar decisiones —su papel como individuos— y la incidencia de las instituciones sociales en el terreno de la decisión.

Que se dan esos tres planos sucesivos de la racionalidad en las Ciencias de lo Artificial se puede apreciar en Ciencias como la Economía, un saber que —a juicio de Simon— “exhibe de la manera más pura el componente artificial de la conducta humana”⁸⁹ (en los agentes individuales, las empresas, los mercados y el conjunto de la economía). Primero se encuentra el plano más amplio: la *racionalidad de la Ciencia*. Es un rasgo epistemológico general que aparece en las diversas disciplinas científicas de base empírica (las Ciencias de la Naturaleza, las Ciencias Sociales y las Ciencias de lo Artificial). Después está la racionalidad propia de cada Ciencia; en este caso, la *racionalidad de la Economía* como una actividad científica que conecta el ámbito social —donde surge el quehacer económico— con el artificial (que diseña nuevos desarrollos)⁹⁰. Más tarde se halla la *racionalidad de los agentes económicos*, que remite a las diversas situaciones de Microeconomía y de Macroeconomía donde el agente económico ha de tomar decisiones y desarrollar su comportamiento.

4.1. Racionalidad limitada y Ciencias de Diseño

Aun cuando Simon se ha ocupado de los tres planos de la racionalidad⁹¹, es en la racionalidad de los sujetos que han de elegir donde reside el núcleo de la “racionalidad limitada” (*bounded rationality*). Así, le interesa sobre todo la conducta de los agentes que escogen unos medios —unos procesos— para llegar a unos fines dados, teniendo presentes las limitaciones derivadas de su capacidad computacional y del entorno donde han de decidir. De hecho, cuando se dedicaba a hacer el modelo de la conducta administrativa, se interesaba por la “racionalidad subjetiva” —*subjective rationality*—⁹². Posteriormente, cuando se ocupó de lleno del *homo economicus*, empezó a llamarla *bounded rationality*⁹³, lo que resalta las limitaciones internas —cognitivas y computacionales— y externas (las restricciones del entorno).

Inequívocamente, Simon asocia la racionalidad limitada al campo del diseño científico en cuanto faceta de la conducta humana: la vincula a los procesos de diseño en las Ciencias de lo Artificial y a los agentes que hacen diseños. También enlaza, por tanto, la idea de *bounded rationality* con la Inteligencia Artificial, en cuanto que ésta es una Ciencia de Diseño y es realizada por agentes cuya racionalidad es limitada. En este sentido, afirma expresamente que “diseñar es satisfacer, encontrar una solución aceptable”⁹⁴, de modo

⁸⁹ *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 25.

⁹⁰ La Economía es un terreno científico donde se da una relación frecuente con otras disciplinas, tales como la Psicología, la Sociología, la Ciencia Política o la Historia. Este aspecto metodológico también se aprecia en la concesión de algunos de los Premios Nobel.

⁹¹ Esto se aprecia en su extensa bibliografía, cfr. GONZALEZ, W. J., “Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y economista (1916-2001)”, pp. 29-63.

⁹² Cfr. SIMON, H. A., *Administrative Behavior*, Macmillan, N. York, NY, 1947. Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, p. 691.

⁹³ Cfr. SIMON, H. A., *Models of Man*, J. Wiley, N. York, NY, 1957, p. 198. Sobre los avatares históricos de la expresión, cfr. KLAES, M. y SENT, E.-M., “A Conceptual History of the Emergence of Bounded Rationality”, *History of Political Economy*, v. 37, n. 1, (2005), pp. 27-59.

⁹⁴ SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 246.

que la racionalidad del diseño no se orienta a maximizar y los agentes seleccionan lo que consideran “suficientemente bueno” (*good enough*) para sus aspiraciones.

También aquí —al diseñar programas de Inteligencia Artificial— se trata de encontrar o generar alternativas, que es una tarea propia de seres con racionalidad limitada. El enfoque de Simon es cognitivo en el origen: “el diseño es inherentemente computacional —un asunto de computar las implicaciones de los supuestos iniciales y las combinaciones de ellos—. (...) Diseñar es obtener información acerca de lo que se sigue de lo que uno ha propuesto o asumido. Es de interés sólo para criaturas con información limitada y capacidad de computación limitada: criaturas de racionalidad limitada como nosotros”⁹⁵.

Diseñar aparece entonces —a su juicio— como una tarea de “gestión de la información”: consiste básicamente en llevar a cabo una función de computación, para dar con una solución aceptable dentro de las posibles. La racionalidad limitada supone que la aspiración está en “satisfacer” (*satisficing*), de manera que la Inteligencia Artificial, entendida como proceso de índole computacional, ha de estar al servicio de sujetos con capacidades limitadas de procesamiento de la información. Este planteamiento requiere que se profundice primero en el papel que tiene la *bounded rationality* dentro de esta visión computacional de inteligencia, para ver después la relación entre la inteligencia humana y el diseño de la Inteligencia Artificial.

4.2. Papel de la racionalidad limitada en la Inteligencia Artificial: Objetivos, procesos y resultados

Considera Simon que, para la *elaboración del diseño*, hay tres modos relevantes —o “críticos”— en los que nuestra racionalidad está limitada: 1) sólo conocemos una parte infinitesimal de las cosas que necesitamos saber (entre ellas, las que habríamos de conocer para lograr un diseño óptimo); 2) nuestra capacidad de computación sólo nos permite computar unas pocas consecuencias, dentro de las innumerables implicaciones de las cosas que conocemos; y 3) almacenamos lo que sabemos en esa parte enciclopédica del cerebro que se llama habitualmente “memoria de larga duración” (*long-term memory*), lo que constituye un método para guardar información que nos impone severos límites⁹⁶.

Intervienen aquí objetivos, procesos y resultados. Los *objetivos* o metas (*goals*) vienen ya dados al diseño, al igual que los condicionantes⁹⁷. Los *procesos* del diseño están acompañados por tres tareas acerca de problemas: conformarlos (*forming*), detectarlos (*finding*) y resolverlos (*solving*). Se trata de tres subprocesos relacionados con problemas que están entrelazados⁹⁸. Y los *resultados* vienen acompañados por lo que Simon considera la “principal lección de la racionalidad limitada”. Enseña esa lección que “en la actividad humana lo que cuenta no es lo que sabemos ‘en principio’, sino lo que conocemos de manera consciente aquí y ahora”⁹⁹.

⁹⁵ “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 247.

⁹⁶ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, pp. 247-248.

⁹⁷ Cfr. “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 246. “The goals and constraints we postulated at the beginning represent commitments that limit the alternatives we can generate”, SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 253.

⁹⁸ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 251-252.

⁹⁹ “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 252.

Sucede, a juicio de Simon, que el *proceso* de diseño está *modulado*: en primer lugar, por el hecho fundamental de estar limitada la racionalidad humana, y, en segundo término, por el factor especial del foco de atención, que es muy restringido en el caso humano. A este respecto, “los ordenadores nos permiten manejar un poco más de información de la que podíamos antes, y el ordenador proporciona a nuestro conocimiento unas pocas implicaciones adicionales. Pero esto no cambia el hecho básico de la racionalidad limitada. Con o sin ordenadores, sólo podemos dar cuenta a la vez sólo de una pequeña parte de la complejidad real del mundo”¹⁰⁰.

Como parte integrante de las Ciencias de Diseño, la Inteligencia Artificial tiene objetivos, procesos y resultados. En cuanto a sus *objetivos*, Simon insiste en que los programas se orientaban al principio hacia tres metas principales: a) comprender la inteligencia; b) comprender la mente humana; y c) construir y comprender sistemas expertos¹⁰¹. En otras palabras, una primera meta era construir programas de ordenador, como el *Logic Theorist*, capaces de exhibir inteligencia; un segundo cometido estuvo en construir programas, como *General Problem Solver* (GPS), que mostraran inteligencia mediante el uso de procesos como aquellos que utilizan los humanos en las mismas tareas; y una tercera tarea era la aspiración a construir programas inteligentes que pudieran suplementar o complementar la inteligencia humana que realiza el mismo trabajo en el mundo (p. ej., los “sistemas expertos”)¹⁰².

Planteados en términos de *procesos*, habría una variedad de posibilidades con el estudio de la Inteligencia Artificial: i) procesos que corresponderían a la “naturaleza” de *la inteligencia* en cuanto tal; ii) procesos que pondrían de relieve rasgos propios de *la inteligencia humana*; y iii) procesos que dan lugar a sistemas que pueden realizar *tareas* que requieren inteligencia. Después, los *resultados* serían evaluados y habría de ser de una manera operacional: “el momento de la verdad es un programa que funciona (*running program*)”¹⁰³. De este modo, se asumía que la contrastación de la Inteligencia Artificial habría de ser empírica.

Del elenco de objeciones a este planteamiento de Simon —y, en particular, al papel que atribuye a la racionalidad limitada en la Inteligencia Artificial— hay varias que conviene señalar. En primer lugar, como se ha señalado, el análisis de medios a fines —la racionalidad instrumental— es insuficiente para captar todo el conjunto (hace falta reflexionar sobre los fines mismos buscados: la racionalidad evaluativa). En segundo término, el edificio descansa en la computación —la operación física con símbolos procesados por ordenadores—, un cometido que, aun cuando sea suficiente para algunos procesos inteligentes, no parece que cubra todo el campo de posibilidades. Y, en tercera instancia, habría que replantear el objetivo global de la Inteligencia Artificial como Ciencia de Diseño: ¿ha de contribuir a la tarea descriptiva de cómo piensan, de hecho, los seres humanos o ha de optar a la función perscriptiva de cómo debería pensar, para que lo hicieran de modo correcto?

¹⁰⁰ SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, pp. 256-257.

¹⁰¹ Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, pp. 96-97.

¹⁰² Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 96.

¹⁰³ “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 96.

Frecuentemente se insiste en que hay diferencias entre un enfoque meramente computacional, como el propuesto por Simon, y un sistema semiótico (entendido en una acepción amplia). Esto afecta al modo de entender los procesos en Inteligencia Artificial en comparación con la mente humana. Así, entre sistemas de ordenadores y las “cosas pensantes” (*thinking things*) o “mentes” hay una diferencia “estática”, que tiene su raíz en cómo se entiende el símbolo¹⁰⁴. A mi juicio, cuando los *símbolos* se engloban en un sistema semiótico donde se distingue entre el “signo” (como vehículo expresivo), la “señal” (de contenido semántico monovalente) y el “símbolo” (plurisemántico), se supera ampliamente la idea de Newell y Simon del “símbolo” que figura dentro de un “sistema de símbolos”, puesto que —en el enfoque que proponen— puede ser una serie de marcas físicas sin un contenido semántico asociado a ellas (es decir, el sistema puede ser meramente “sintáctico” o, en el mejor de los casos, con una mera función denotativa complementaria).

Otra diferencia que existe entre los sistemas de ordenadores y las “cosas pensantes” (*thinking things*) es dinámica¹⁰⁵. Los ordenadores digitales tienen programas que desarrollan algoritmos, donde los algoritmos pueden ser procedimientos efectivos de decisión, a tenor de un número finito de pasos. Pero las mentes no están bajo el control de los algoritmos. De hecho, como advierte James Fetzer, hay diversas formas de pensar (sobre el pasado, el presente y el futuro) “que no cumplen las condiciones impuestas por los procedimientos efectivos de decisión. No son procesos fiables para resolver problemas (*problem-solving*) y no necesitan proporcionar soluciones definitivas a problemas en un número finito de pasos”¹⁰⁶. En otras palabras, hace falta —a mi juicio— el contemplar la *historicidad* que comportan los procesos de decisión, puesto que hay procedimientos que no son estancos o de evolución restringida, sino que están enmarcados en un ámbito donde la actividad humana desarrollada en el pasado y las expectativas de futuro tienen un cometido.

4.3. Inteligencia humana y el diseño de la Inteligencia Artificial

Se pueden comparar los diversos aspectos que se atribuyen, de modo habitual, a la inteligencia humana y el conjunto de elementos que tiene el diseño de la Inteligencia Artificial de Simon. La comparación, además de ser ilustrativa para tener una visión de conjunto de su concepción, permite también entender diversas objeciones que se han planteado a través de los años. Básicamente se puede decir que son críticas encaminadas hacia sus posiciones de naturalismo ontológico (o “materialismo computacional”), la tendencia hacia un tipo de operacionalismo epistemológico y su preferencia por el instrumentalismo metodológico.

Figuran habitualmente varios aspectos cuando se analiza qué es la *inteligencia humana*. Atañen a los vectores ontológicos, epistemológicos y metodológicos. 1) En sentido ontológico, la inteligencia puede ser la “mente” (p. ej., en un planteamiento de tipo cartesiano) o, lo que parece más plausible, un *componente central* de la mente humana (junto a la voluntad), entendida como entidad capaz de actos complejos (pensar,

¹⁰⁴ Cfr. FETZER, J. H., “The Philosophy of AI and its Critique”, en FLORIDI, L., *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, Blackwell, Oxford, 2004, p. 130.

¹⁰⁵ Cfr. FETZER, J. H., “The Philosophy of AI and its Critique”, en FLORIDI, L., *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, p. 130.

¹⁰⁶ FETZER, J. H., “The Philosophy of AI and its Critique”, p. 130.

razonar, comprender, interpretar, etc.). 2) Dentro de una perspectiva epistemológica, la inteligencia humana aparece como clave para el acto de *conocer*, bien sea el inteligir un acto no mediado (la captación inmediata de algo, como entender de repente un concepto o una intuición matemática al estilo de Henri Poincaré) o bien sea la inteligencia aquello que acompaña al razonamiento, tanto para seleccionar medios como para elegir fines¹⁰⁷. 3) Desde un punto de visto metodológico, la inteligencia forma parte de los *procesos discursivos* humanos —los basados en el lenguaje, como por ejemplo la Ciencia— y de las *tareas operativas* humanas que requieren la intelección de objetivos, procesos y resultados (p. ej., el quehacer tecnológico).

Según el diseño de la *Inteligencia Artificial* de Simon, tendríamos una serie de elementos que configuran una alternativa a la inteligencia humana. i) Ontológicamente, la máquina puede ser la mente, es decir, el ordenador es capaz de hacer las operaciones consideradas habitualmente como “inteligentes”, que —a juicio de Simon— se centran en la capacidad de resolución de problemas. De este modo, como advierte James Fetzer¹⁰⁸, en el caso de Newell y Simon, a) son inteligentes los ordenadores físicos —no meramente las abstractas máquinas de Turing— que procesan símbolos¹⁰⁹, lo cual supone que sólo las máquinas digitales son las “cosas pensantes” (*thinking things*); y b) la condición necesaria y suficiente para tener inteligencia es ser un sistema de símbolos¹¹⁰, siendo los símbolos elementos de carácter físico.

ii) Epistemológicamente, el diseño de la Inteligencia Artificial de Simon se orienta hacia el operacionalismo. A su juicio, un ordenador “siente estímulos (*inputs*), manipula la memoria (aprende), elige, y actúa (*outputs*)”¹¹¹. El conocimiento se centra entonces en la capacidad de computar información, lo que justificaría la pretensión de considerar que los sistemas de símbolos físicos cumplen las condiciones suficiente y necesaria para la existencia de una inteligencia que es artificial¹¹².

Sin embargo, como resalta James Fetzer, “computar es meramente una forma especial de pensar”¹¹³. Así, el conocimiento humano contempla también factores que no son computacionales, de manera que la creatividad humana —individual y social— o las “intuiciones

¹⁰⁷ Cabe incluso que la noción de “racionalidad” presuponga la idea de “inteligencia”: “Rationality is a matter of doing things in the best (most intelligent) way one can manage in the circumstances”, RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, p. 7; y “Rationality consists in the intelligent pursuit of appropriate ends”, RESCHER, N., *Rationality*, p. 1.

¹⁰⁸ Cfr. FETZER, J. H., “The Philosophy of AI and its Critique”, en FLORIDI, L., *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, p. 121.

¹⁰⁹ “Physical-symbol systems are capable of intelligent action”, NEWELL, A. y SIMON, H. A., “Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search” [1975 ACM Turing Award lecture], reimpresso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, p. 115.

¹¹⁰ “A physical-symbol system has the necessary and sufficient means for general intelligent action”, NEWELL, A. y SIMON, H. A., “Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search”, reimpresso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, p. 111.

¹¹¹ SIMON, H. A., “Artificial Intelligence”, en KAZDIN, A. E. (ed), *American Psychological Association Encyclopedia of Psychology*, p. 249.

¹¹² Cfr. NEWELL, A. y SIMON, H. A., “Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search”, p. 115.

¹¹³ FETZER, J. H., “The Philosophy of AI and its Critique”, en FLORIDI, L., *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, p. 133.

intelectuales” (p. ej., en Matemáticas) no se restringen a moldes computacionales. En otras palabras, conviene no confundir “máquinas inteligentes” con “cosas pensantes” (*thinking things*) o “mentes”¹¹⁴.

iii) Metodológicamente, la Inteligencia Artificial diseñada por Simon se encamina hacia el instrumentalismo: lo relevante es la capacidad de resolver problemas. Así, “puesto que la habilidad para resolver problemas se considera generalmente un importante indicador (*prime indicator*) de que un sistema tiene inteligencia, es natural que buena parte de la Historia de la Inteligencia Artificial se ocupe de los intentos de construir y comprender sistemas que resuelven problemas”¹¹⁵. Pero, de nuevo, esto es sólo una parte del todo, aquella que corresponde a la racionalidad instrumental y, como se ha insistido, la inteligencia humana puede también seleccionar fines: no se circunscribe a la elección de los medios ante fines ya dados.

5. CODA

Visto en conjunto el planteamiento de Simon sobre la configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial, parece claro —a mi juicio— que estamos ante una importante aportación, pues pone de relieve la necesidad de un ámbito científico distinto de las Ciencias de la Naturaleza y las Ciencias Sociales. Se trata, además, de una ampliación genuina del territorio científico en el contexto contemporáneo y en conexión con la práctica científica. Pero, en la caracterización que hace de diversos aspectos, entre los que destaca su enfoque de la Inteligencia Artificial como Ciencia de Diseño, hay varios problemas relevantes (ontológicos, epistemológicos y metodológicos).

Uno de los problemas más destacados es epistemológico-metodológico. Se encuentra con claridad en los escritos de Simon sobre *Artificial Intelligence*, pero se halla asimismo en su libro clave *The Sciences of the Artificial*. Porque, al tratar de las Ciencias de Diseño como “creadoras de lo artificial”, se da un entrecruzamiento de dos modelos de pensamiento que son diferentes: el planteamiento que asume una pauta universal de toma de decisiones (*the universal decision maker*)¹¹⁶ y el enfoque que se restringe a ser solucionador de problemas mediante el procesamiento de la información a través de símbolos (*the symbolic problem solver*). Son dos modelos que, en el fondo, están en tensión interna, puesto que parten de bases filosófico-metodológicas que son diferentes.

Acaece esa polaridad en la medida en que esos modelos tienen distintos supuestos de partida. En el primero, que corresponde al enfoque del *homo economicus*, se supone que hay una base empírica —que versa sobre la conducta: *behavioral economics*— y rasgos de carácter universal en quien toma decisiones. Esto contribuye a una concepción de la

¹¹⁴ Hay “crucial differences between (...) digital computers, and human beings. It has become equally aparent (...) that minds are not machines. If thinking were governed by mental algorithms, as such accounts imply, then minds simply follow instructions mechanically, like robots, and have no need for insight, ingenuity, or invention”, FETZER, J. H., “The Philosophy of AI and its Critique”, p. 132.

¹¹⁵ NEWELL, A. y SIMON, H. A., “Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search” [1975 ACM Turing Award lecture], reimpresso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, p. 120.

¹¹⁶ Sobre este asunto, puede verse el apartado “Énfasis en la racionalidad limitada” en GONZALEZ, W. J., “Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 14-18.

Ciencia de Diseño como acorde a los sujetos empíricos y genuinamente impregnada de racionalidad limitada. Mientras que, en el segundo modelo, que sería el específico de la Inteligencia Artificial, se parte de la posibilidad de hacer diseños de suyo diferentes al pensamiento humano y en un entorno que es abstracto (donde el contenido es ajeno a los diversos tipos de limitación del agente que toma decisiones en entornos reales), para llegar a afirmar que las máquinas “piensan”.

Así pues, Simon pasa del planteamiento del agente real, que está contextualizado y modulado psicológicamente —con una racionalidad limitada de índole procesual—, al enfoque artificial donde el artefacto es construido para el procesamiento “ideal” de la información (donde la racionalidad sigue siendo de medios a fines, pero en un entorno programado). Más aún, parece como si, después de haber criticado a la racionalidad sustantiva para llegar a proponer la alternativa de la racionalidad procesual (*procedural rationality*)¹¹⁷, hubiera hecho el viaje de retorno para recuperar la *substantive rationality*, que se hallaría ahora en el segundo modelo de pensamiento, tras haber sido cuestionada para el primer modelo.

Porque en la *racionalidad sustantiva* se asume que la conducta racional está completamente determinada por las características del *entorno* en el que tiene lugar. Así, no hay distinción entre el mundo y la percepción de quien toma la decisión, pues ambos se mueven en el mismo plano, que en el caso de IA sería un mundo construido y un “sujeto” artificial (el ordenador “que percibe”). Por eso, cuando Simon atribuye a las máquinas “pensamiento” y les otorga una clara autonomía en el campo simbólico, la Inteligencia Artificial parece cumplir la definición de “racionalidad sustantiva”: “la conducta es sustantivamente racional cuando es apropiada para el cumplimiento de metas dadas (*given goals*), dentro de los límites impuestos por las condiciones dadas y las restricciones (*constraints*)”¹¹⁸.

Obviamente, para el tipo el diseño de la Inteligencia Artificial que no pretende imitar la mente humana, se cumple también otro de los requisitos de Simon para la racionalidad sustantiva: “está absolutamente fuera de lugar que los descubrimientos de la investigación psicológica puedan ser introducidos en el proceso”¹¹⁹. El “sujeto cognoscente” de la IA no es yo empírico del agente económico que tiene racionalidad procesual sino un prototipo programado que puede superar la capacidad computacional del *homo economicus*. Llega así Simon, mediante los dos modelos de pensamiento, a una posición final filosófico-metodológica que, en rigor, no diferencia los planos descriptivo y prescriptivo de la racionalidad.

A mi juicio, su postura rebasa lo que habría de ser aceptado, que consiste en el reconocimiento de la IA como un factor importante para el desarrollo de las Ciencias de Diseño, dentro del conjunto de las Ciencias de lo Artificial. A tal efecto, la Inteligencia Artificial no requiere una Ontología donde una máquina “piensa” o donde los procesos estén modulados por el instrumentalismo metodológico y una variedad de operacionalismo epistemológico. Desde bases diferentes se puede dar razón de los diseños que buscan la simulación de

¹¹⁷ Cf. SIMON, H. A., “From Substantive to Procedural Rationality”, en LATSIS, S. J. (ed), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 129-148.

¹¹⁸ SIMON, H. A., “From Substantive to Procedural Rationality”, p. 130.

¹¹⁹ “From Substantive to Procedural Rationality”, p. 130.

los procesos cognitivos, encaminados por ejemplo a la resolución de problemas, o que se orientan hacia la potenciación de las capacidades de procesamiento de la información.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, P. W., ARROW, K. J. y PINES, D. (eds), *The Economy as an Evolving Complex System*, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Westview, Boulder, CO, 1988.
- “Artificial Economics”, <http://cisco.univ.lille1.fr/ae2005/> (acceso, el 22 de agosto de 2005).
- ATWOOD, M. E., MCCAIN, K. W. y WILLIAMS, J. C., “How does the Design Community Think about Design?” en: *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, ACM Press, N. York, 2002, pp. 125-132.
- AUGIER, M. y MARCH, J. G., “A Model Scholar: Herbert A. Simon (1916-2001)”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 49, (2002), pp. 1-17.
- BARKLEY ROSSER JR., J. (ed), *Complexity in Economics*, E. Elgar, Cheltenham, 2004 (3 volúmenes).
- BICCHIERI, C., “Two Kinds of Rationality”, en MARCHI, N. DE (ed), *Post-Popperian Methodology of Economics*, Kluwer, Boston, 1992, pp. 155-188.
- BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, 1990.
- BODEN, M., “Introduction”, en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, 1990, pp. 1-21.
- BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Life*, Oxford University Press, Oxford, 1996.
- BOUMANS, M., “A Macroeconomic Approach to Complexity”, en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 73-82.
- BRIDGMAN, P. W., *The Logic of Modern Physics*, Macmillan, Nueva York, 1927.
- BUCHANAN, R., “Wicked Problems in Design Thinking”, en MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995, pp. 3-20.
- BUCHANAN, R., “Myth and Maturity: Toward a New Order in the Decade of Design”, en MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995, pp. 75-85.
- COPELAND, J., *Artificial Intelligence*, Blackwell, Oxford, 1993. Vers. cast. de Julio César Armero: *Inteligencia Artificial*, Alianza Editorial, Madrid, 1996.
- CROSS, N. (ed), *Developments in Design Methodology*, J. Wiley and Sons, Chicester, UK, 1984.
- CROSSON, F. J. (ed), *Human and Artificial Intelligence*, Appleton-Century-Crofts, N. York, 1970.
- DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, *Cognitive Science*, v. 27, (2003), pp. 683-707.
- FETZER, J. H., “The Philosophy of AI and its Critique”, en FLORIDI, L., *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, Blackwell, Oxford, 2004, pp. 119-134.
- FINCH, J. y ORILLARD, M. (eds), *Complexity and the Economy: Implications for Economic Policy*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2005.
- FLORIDI, L., *Philosophy and Computing*, Routledge, Londres, 1999.

FLORIDI, L., *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, Blackwell, Oxford, 2004.

FREEMAN, C. y SOETE, L., *Economics of Industrial Innovation*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

FRIEDMAN, M., "The Methodology of Positive Economics", en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953 (6ª reimp., 1969), pp. 3-43.

GILLIES, D. A., *Artificial Intelligence and Scientific Method*, Oxford University Press, Oxford, 1996.

GILLIES, D. A., "El problema de la inducción y la Inteligencia Artificial", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Karl Popper: Revisión de su legado*, Unión Editorial, Madrid, 2004, pp. 243-266.

GONZALEZ, W. J., "Prediction and Mathematics: The Wittgensteinian Approach", en MUNEVAR, G. (ed), *Spanish Studies in the Philosophy of Science*, Kluwer, Dordrecht, 1996, pp. 299-332.

GONZALEZ, W. J., "Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 205-232.

GONZALEZ, W. J., "Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y economista (1916-2001)", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 7-63.

GONZALEZ, W. J., "Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96.

GONZALEZ, W. J., "The Philosophical Approach to Science, Technology and Society", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49.

GONZALEZ, W. J., "Prediction as Scientific Test of Economics", en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

GONZALEZ, W. J., "Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science", en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186.

GONZALEZ, W. J., "The Role of Experiments in the Social Sciences: The Case of Economics", en KUIPERS, T. (ed), *General the Philosophy of Science: Focal Issues*, Elsevier, Ámsterdam, 2007, pp. 275-301.

GONZALEZ, W. J., "Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 3-38.

HAUGELAND, J., *Artificial Intelligence: The Very Idea*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1985.

HELMAN, D. H., "Realism and Antirealism in Artificial Intelligence", *The British Journal for the Philosophy of Science*, v. 38, (1987), pp. 19-26.

KITCHER, PH., *Science, Truth, and Democracy*, Oxford University Press, Oxford, 2001.

- KLAES, M. y SENT, E.-M., "A Conceptual History of the Emergence of Bounded Rationality", *History of Political Economy*, v. 37, n. 1, (2005), pp. 27-59.
- LANGLEY, P. W., SIMON, H. A., BRADSHAW, G. L. y ZYTKOW, J. M., *Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Processes*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1987.
- MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995.
- MEADOWS, D. ET AL., *Dynamics of Growth in a Finite World*, J. Wiley and Sons, N. York, 1974.
- MORGAN, M. y MORRISON, M. (eds), *Models as Mediators. Perspectives on Natural and Social Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1999.
- MOSS, S. y RAE, J. (eds), *Artificial Intelligence and Economic Analysis*, Edward Elgar, Brookfield, VT, 1992.
- NEWELL, A. y SIMON, H. A., "Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search" [1975 ACM Turing Award lecture], *Communications of the Association for Computing Machinery*, v. 19, n. 3, (1976), pp. 113-126. Reimpreso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, 1990, pp. 105-132.
- NIINILUOTO, I., "The Aim and Structure of Applied Research", *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.
- NIINILUOTO, I., "Approximation in Applied Science", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.
- NIINILUOTO, I., "Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?", *Arbor*, v. 157, n. 620, (1997), pp. 285-299.
- NIINILUOTO, I., "Future Studies: Science or Art?", *Futures*, v. 33, (2001), pp. 371-377.
- RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, Oxford University Press, Oxford, 1988.
- RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999.
- RESCHER, N., *Rationality in Pragmatic Perspective*, The Edwin Mellen Press, Lewinston, NY, 2003.
- SCHRAM, A., "Artificiality: The Tension Between Internal and External Validity in Economic Experiments", *Journal of Economic Methodology*, v. 12, n. 2, (2005), pp. 225-237.
- SEARLE, J. R., "Minds, Brains, and Programs", *The Behavioral and Brain Sciences*, v. 3, (1980), pp. 417-424; reimpreso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, 1990, pp. 67-88.
- SELTEN, R., "Evolution, Learning, and Economic Behavior", 1989 Nancy Schwartz Memorial Lecture, *Games and Economic Behavior*, v. 3, n. 1, (1991), pp. 3-24.
- SELTEN, R. y OCKENFELS, A., "An Experimental Solidarity Game", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 34, n. 4, (1998), pp. 517-539.
- SELTEN, R., "What is Bounded Rationality?", en GIGERENZER, G. y SELTEN, R. (eds), *Bounded Rationality: The Adaptive Toolbox*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2001, pp. 13-36.
- SIMON, H. A., *Administrative Behavior*, Macmillan, N. York, NY, 1947.
- SIMON, H. A., *Models of Man*, J. Wiley, N. York, NY, 1957.
- SIMON, H. A., "Economics and Psychology", en KOCH, S. (ed), *Psychology: A Study of a Science*, vol. 6, McGraw-Hill, N. York, NY, 1963, pp. 685-723. Reimpreso en SIMON, H. A.,

Models of Bounded Rationality. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 318-355.

SIMON, H. A., "Rationality", en GOULD, J. y KOLB, W. L. (eds), *A Dictionary of the Social Sciences*, Free Press, Glencoe, IL, 1964, pp. 573-574; Reimpreso en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, 1982, pp. 405-407.

SIMON, H. A. y NEWELL, A., "Information Processing in Computer and Mind", *American Scientist*, v. 52, n. 3, (1964), pp. 281-300. Reimpreso en CROSSON, F. J. (ed), *Human and Artificial Intelligence*, Appleton-Century-Crofts, N. York, 1970, pp. 39-64.

SIMON, H. A., "Thinking by Computers", en COLODNY, R. G. (ed), *Mind and Cosmos: Essays in Contemporary Science and Philosophy*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1966, pp. 3-21.

SIMON, H. A., "Theories of Bounded Rationality", en MCGUIRE, C. B. y RADNER, R. (eds), *Decision and Organization*, North-Holland, Amsterdam, 1972, pp. 161-176.

SIMON, H. A., "From Substantive to Procedural Rationality", en LATSIS, S. J. (ed), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 129-148.

SIMON, H. A., "Rational Decision Making in Business Organizations", *American Economic Review*, v. 69, n. 4, (1979), pp. 493-513.

SIMON, H. A., "Organizations and Markets", *Journal of Economic Perspectives*, v. 5, (1991), pp. 25-44; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 217-240.

SIMON, H. A., "Whether Software Engineering Needs to Be Artificially Intelligent", *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 12, n. 7, (1986), pp. 726-732.

SIMON, H. A., "Discovery by Computers", en WEGNER, P. (ed), *Strategic Directions in Computing Research*, Association of Computing Machinery and The Computing Research Association, ACM Press, 1990, pp. 42-46.

SIMON, H. A., *Models of my Life*, Basic Books-HaperCollins, N. York, 1991.

SIMON, H. A., "Artificial Intelligence: Where Has it Been, and Where is it Going?", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 3, n. 2, (1991), pp. 128-136.

SIMON, H. A., "The Computer as a Laboratory for Epistemology", en BURKHOLDER, L. (ed), *Philosophy and the Computer*, Westview Press, Boulder, CO, 1992, pp. 3-23.

SIMON, H. A., "Decision Making: Rational, Nonrational, and Irrational", *Educational Administration Quarterly*, v. 29, n. 3, (1993), pp. 392-411.

SIMON, H. A., "Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design", en COLLEN, A. y GASPARSKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, pp. 245-257.

SIMON, H. A., "Artificial Intelligence: An Empirical Science", *Artificial Intelligence*, v. 77, n. 1, (1995), pp. 95-127.

SIMON, H. A., "Machine as Mind", en FORD, K. M., GLYMOUR, C. y HAYES, P. J. (eds), *Android Epistemology*, AAAI/MIT Press, Menlo Park, CA, 1995, pp. 23-40.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996 (1ª ed., 1969; 2ª ed., 1981).

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

SIMON, H. A., *Administrative Behavior*, 4ª edición, The Free Press, N. York, NY, 1997 (1ª ed., 1947; 2ª ed., 1957; y 3ª ed., 1976).

SIMON, H. A., “Can there be a Science of Complex Systems?”, en BAR-YAM, Y. (ed), *Unifying Themes in Complex Systems: Proceedings from the International Conference on Complex Systems 1997*, Perseus Press, Cambridge, MA, 1999, pp. 4-14.

SIMON, H. A., “Artificial Intelligence”, en KAZDIN, A. E. (ed), *American Psychological Association Encyclopedia of Psychology*, vol. 1, Oxford University Press, N. York, 2000, pp. 248-255.

SIMON, H. A., “On Simulating Simon: His Monomania, and its Sources in Bounded Rationality”, *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 32, n. 3, (2001), pp. 501-505.

SIMON, H. A., “Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena”, en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 32-72.

SUNDER, S., “Markets as Artifacts: Aggregate Efficiency from Zero-Intelligence Traders”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 501-519.

THAGARD, P., *Computational Philosophy of Science*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1988.

THAGARD, P., *Conceptual Revolutions*, Princeton University Press, Princeton, 1992.

TURING, A. M., “Computing Machinery and Intelligence”, *Mind*, v. 59, (1950), pp. 433-460.

TURNER, P., “Economic Modeling for Fun and Profit”, en HENDRY, D. F. y ERICSSON, N. R. (eds), *Understanding Economic Forecasts*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2001, pp. 42-53.

LA CIENCIA BUSCA SOBRIEDAD, NO SIMPLICIDAD: LA BÚSQUEDA DE PAUTAS EN LOS FENÓMENOS¹

Herbert A. Simon

Karl Popper es quizás más conocido por recordarnos que los hechos pueden falsar (*falsify*) teorías pero no pueden darles validez (*validate*)². El tema de este capítulo deriva de otro *dictum* de Popper, menos famoso: la Ciencia no tiene como objetivo (*aim*) la simplicidad; su objetivo está en la sobriedad [o austeridad] (*parsimony*)³. Primero haré algunas observaciones preliminares acerca de las metas (*goals*) de la Ciencia. Después comentaré acerca de la contribución de la austeridad y la simplicidad a estas metas. Finalmente, diré algo acerca del papel que la austeridad y la simplicidad han desempeñado en mi propia investigación y, en particular, en mi investigación en Economía y Estadística.

1. LAS METAS DE LA CIENCIA

Para los fines de este debate, asumiré que el científico puede estar interesado en una o más de las siguiente metas (*goals*):

1. (Ciencia Básica). Las metas centrales de la Ciencia Básica son: 1) describir el mundo (la realidad, si lo prefieren), tanto (a) los hechos específicos sobre él ('la Tierra gira alrededor del Sol cada 365 y 1/4 días') como (b) las generalizaciones (las leyes) que describen series de fenómenos ('los periodos de los planetas alrededor del Sol varían como sus distancias respecto del Sol elevadas a 3/2', la tercera ley de Kepler); y/o 2) proporcionar explicaciones (*explanations*) de estos fenómenos ('cada planeta acelera hacia el Sol mediante una fuerza que varía en razón de su masa al cuadrado de su distancia respecto del Sol'). La Ciencia Básica está orientada (*aimed*) a conocer (*knowing*) y comprender (*understanding*).

2. (Ciencia Aplicada). Las leyes que conectan conjuntos de variables permiten inferencias o predicciones, que han de ser realizadas a partir de los valores conocidos de algunas de las variables. Las inferencias y las predicciones pueden ser usadas, a su vez, para inventar (*invent*) y diseñar artefactos (p. ej., arcos) que lleven a cabo (*perform*) las funciones deseadas (soportar el peso y otras tensiones que se den en ellos), o anticipar y adaptarlos para eventos futuros sobre la base del conocimiento acerca del presente y el pasado. En los momentos en los que han de llevarse a cabo las predicciones, los nuevos datos pueden ser utilizados, desde luego, para contrastar si las leyes continúan manteniéndose.

3. (La Ciencia como Arte). Aunque adecuarse a la verdad empírica (*conforming to empirical truth*) es el imperativo central de la Ciencia, el científico profesional, como cualquiera que trabaje en otra profesión, también responde a un imperativo estético donde

¹ Publicado originalmente como SIMON, H. A., "Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, capítulo 3, pp. 32-72. La presente versión castellana se publica con la oportuna autorización de la editorial y de Katherine Simon Frank. La traducción ha sido realizada por Pablo Vara y Wenceslao J. González.

² Cfr. POPPER, K., *The Logic of Scientific Discovery*, Science Editions, Nueva York, 1961.

³ *Parsimony* expresa el uso ciudadano, donde se utiliza lo que es necesario y nada más. El término "sobriedad" se entiende aquí en el sentido de selección de elementos indispensables, que equivale a la parquedad o austeridad en cuanto al número de medios. (*N. del T.*)

desempeña un importante papel la simplicidad. En general, acerca de la belleza se piensa —y se tiene la sensación— de una escasa presencia en la explicación y que, en la búsqueda de pautas (*patterns*) —en especial, pautas simples—, aparece poco en medio de la complejidad y el desorden aparentes. Desde luego, estos dos aspectos de la belleza están íntimamente conectados: ser capaz de sintetizar un conjunto complejo de datos en una generalización relativamente simple (una pauta) es explicar mucho con poco.

Daniel Berlyne, en su investigación sobre la curiosidad⁴, encontró que el lapso de tiempo durante el cual una persona puede atender a un estímulo es una función no lineal de su simplicidad. Un estímulo que sea muy simple (relacionado con el conocimiento y la experiencia del espectador) se convertirá pronto en aburrido: una pauta tan obvia, en cuanto que ya se posee, agota pronto su interés y hace decaer la atención. Si el estímulo es muy complejo (de nuevo, respecto del conocimiento y la experiencia del espectador), no se reconocerá pauta alguna y también la atención decae pronto.

Sólo mantendrá su atención enfocada sobre él si el espectador puede ocuparse, durante algún tiempo, en la detección de una nueva pauta en el estímulo o bien en elaborar la pauta que ha sido detectada. Lo que es moderadamente complejo respecto al espectador es interesante y hermoso, porque se puede percibir en pautas sobrias [o austeras] (*parsimonious*) que se pueden extraer mediante un esfuerzo razonable. Lo notoriamente simple o lo manifiestamente complejo es aburrido y feo, debido a la pobreza de las pautas percibidas. En este capítulo mostraré que, de modo coherente con las pruebas (*evidence*) de Berlyne sobre la carencia de interés y la belleza, los científicos no buscan la simplicidad *per se* sino la sobriedad (*parsimony*); es decir, las pautas en los fenómenos.

No es fácil decidir cuándo los científicos se interesan por la sobriedad por sí misma (p. ej., por su belleza), o cuándo la buscan debido a que las mismas pautas que encuentran hermosas (*beautiful*) son también las que describen y explican, que les permiten diseñar y predecir. Se puede especular que la respuesta emocional humana a la belleza de la sobriedad ha evolucionado mediante la selección natural, porque es útil para la supervivencia el poder detectar pautas en la Naturaleza. Ciertamente, la búsqueda de pautas en el entorno es un impulso humano muy básico y persistente.

2. PAUTAS EN LOS DATOS

Como punto de partida, será útil definir algunos de los términos que he estado empleando, en especial simplicidad, sobriedad (*parsimony*) y pauta (*pattern*). No voy a proceder de un modo muy formal, aunque me referiré a algunos formalismos, derivados en su mayor parte de la Teoría de la Información, que se han tratado extensamente en la literatura. En concreto, mi enfoque se basa en la primera obra de R. J. Solomonoff⁵ (ver también Barron y Cover⁶). Para el resto, contaré con que mis definiciones de los conceptos clave el lector las generalice para los casos más complejos. Para una exposición formal de

⁴ Cfr. BERLYNE, D. E., *Conflict, Arousal, and Curiosity*, McGraw Hill, Nueva York, 1960.

⁵ Cfr. SOLOMONOFF, R., "A Formal Theory of Inductive Inference", *Information and Control*, v. 7, (1964), pp. 1-22 y 224-254.

⁶ Cfr. BARRON, A. R. y COVER, T. M., "Minimum Complexity Density Estimation", *IEEE Transactions on Information Theory*, v. 37, (1991), pp. 1.034-1.054.

estas cuestiones, que en general es coherente con lo que voy a decir aquí —y un excelente repaso de la literatura—, puede verse Keuzenkamp y McAleer⁷.

Definiciones de simplicidad, sobriedad y pauta

Simplicidad. Consideremos un conjunto de datos representado en una secuencia (*string*) unidimensional ordenada de 0 y 1. Por *complejidad* de esta serie [de ceros y unos] quiero expresar, sencillamente, su longitud y por *simplicidad* [entiendo] la recíproca de su complejidad⁸. Supongamos ahora que hay una fórmula, también codificada como una secuencia (*string*) de 0 y 1 (posiblemente con la adición de un pequeño número finito de símbolos especiales), que se puede usar para describir con precisión el conjunto de datos. La fórmula podría tomar la forma de un programa de generación de los números sucesivos de la secuencia. Por ejemplo, si* es el símbolo de la repetición indefinida, entonces la fórmula (01)* representaría el conjunto concreto de datos donde se alternan 0 y 1, y (1)* [sería] el conjunto de datos que es una secuencia del [número] 1. Puedo medir la complejidad y simplicidad de la fórmula del mismo modo que la complejidad y simplicidad del conjunto de datos: mediante la longitud de la fórmula y la recíproca de la longitud, respectivamente.

Nótese que tratamos de medir sólo la complejidad de secuencias finitas, que representan conjuntos de datos observados o de fórmulas que hemos generado. No hay oportunidad para tratar el comportamiento (*behaviour*) de las mediciones en cuanto que van creciendo sin límite los conjuntos y fórmulas, aunque se aprecie en parte de los ejemplos anteriores que una fórmula finita puede representar un conjunto de datos de longitud arbitraria. Al científico le interesa cuál es el grado de ajuste de una fórmula respecto de un conjunto de datos. Si la fórmula encajará después con los nuevos datos que se obtengan, es una cuestión distinta, de interés para la teoría de la verificación (o de la falsación), pero irrelevante para el descubrimiento. De ahí que, al restringir nuestra atención a los conjuntos finitos, evitamos algunas de las dificultades que inundan a la mayor parte de la teorías de la inducción. Volveremos sobre este tema de vez en cuando.

Sobriedad (parsimony) y *pauta* (pattern). La sobriedad es una relación entre dos series: una representa un conjunto de datos, la otra representa una fórmula para ese conjunto. En general, nos interesarán los conjuntos de datos representados como secuencias de observaciones brutas (*raw*), antes de ser codificadas de nuevo para sacar partido de cualquier redundancia que puedan tener. La función de las fórmulas es explotar tales redundancias cuando quiera que se descubran.

Podemos considerar que la fórmula que se basa en una pauta observada es, sencillamente, una nueva codificación (*recoding*) de los datos: una representación diferente de los mismos datos. Podemos entonces hablar de encontrar la pauta *en los datos*. Alternativamente, podemos considerar la pauta como separada respecto de los datos, pero denotándola. Emplearemos aquí la segunda perspectiva, porque es conveniente y habitual

⁷ Cfr. KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M., "Simplicity, Scientific Inference and Econometric Modelling", *The Economic Journal*, v. 105, (1995), pp. 1-21.

⁸ Ocasionalmente, usaré el término "simplicidad" (*simplicity*) en acepciones diferentes, pero siempre indicaré cuándo me separo de la definición que acabo de dar.

el distinguir entre los datos y una teoría de los datos, y ver a la pauta como meramente una nueva codificación de los datos confunde a los dos. Más aún, para mantener separados la pauta y los datos, es más fácil hablar sobre qué parte de los datos se captan mediante una pauta dada, además de usar múltiples pautas para captar diferentes componentes de los datos (p. ej., para distinguir entre el término gravitacional y el término para la resistencia del aire en una ley de caída de los cuerpos).

Específicamente, la *sobriedad* (*parsimony*) es la *ratio* de la complejidad del conjunto de datos respecto de la complejidad de la fórmula. En la medida en que un conjunto de datos se pueda representar de manera sobria, decimos que sigue una pauta (*is patterned*), y llamamos *pauta* a la fórmula que lo representa. No siempre insistiremos en que la fórmula representa exactamente un conjunto de datos; de hecho, en el mundo real de la Ciencia, esas representaciones son casi inevitablemente aproximadas (¿es necesario el ‘casi’?). Podemos hablar de la sobriedad de la fórmula de representación del conjunto de datos [como] una aproximación que *se configura para tal o cual cosa*. Dejamos implícita la cercanía con la que la fórmula describe los datos, salvo en las ocasiones en que estamos interesados específicamente en la bondad de la aproximación. Bien sea explícito o implícito, un criterio de bondad (*goodness*) del [grado de] ajuste (*fit*) está siempre presente en el trasfondo de los procesos de descubrimiento o de contrastación de leyes.

Consideremos dos conjuntos de datos, el segundo de los cuales incluye al primero y es, por tanto, más complejo. Supongamos que la misma fórmula describe ambos conjuntos. Entonces la sobriedad de la relación de la fórmula con el conjunto más grande es mayor que la sobriedad (*parsimony*) de su relación con el conjunto más pequeño. De modo semejante, si dos fórmulas describen el mismo conjunto de datos, la sobriedad de la relación con la fórmula más simple es mayor que la sobriedad de la relación con la [fórmula] más compleja. Como con frecuencia estamos más interesados en comparar el ajuste de dos leyes respecto del mismo conjunto de datos o de la misma ley [en relación] a un conjunto de datos ampliado (nuevas observaciones), nuestras comparaciones dependerán, en general, sólo de las propiedades ordinales de las medidas de complejidad, en tanto no surjan cuestiones acerca de la bondad del [grado de] ajuste.

Sean cuales fueren los motivos del científico, una característica invariable de las leyes es que simplifican los datos que describen o explican. No podemos encontrar leyes en los datos, a menos que haya pautas (*patterns*) en los datos. Si hay esas pautas, los datos son redundantes hasta ese punto y se pueden usar las pautas para proporcionar una descripción sobria (*parsimonious*), que es más concisa que los mismos datos. En este sentido, la búsqueda de leyes *es* la búsqueda de la simplicidad, entendiendo que aquí simplicidad (*simplicity*) significa laconismo (*terseness*) de la descripción relativa a la representación original de los datos.

Los actos primordiales de la Ciencia son observar los fenómenos, buscar pautas (la redundancia) en ellos, y redescubrirlos en términos de las pautas descubiertas, eliminando así la redundancia. La simplicidad que se busca y se encuentra hermosa (*beautiful*) es la simplicidad de la sobriedad, que descansa, a su vez, en la explotación de la redundancia. No buscamos la ley absolutamente más simple, sino la ley que es más simple en relación con la serie de fenómenos que explica, que es la más sobria.

El platónico en busca de pautas

Puedo contar cinco anécdotas de mi experiencia personal que ilustran mi ímpetu (*urge*) platónico de búsqueda de pautas. Las tres primeras se remontan a las Matemáticas de Enseñanza Secundaria, donde tuve el placer de descubrir, a partir de ejemplos, que $(x - y)(x + y) = x^2 - y^2$. Al principio, yo no era capaz de probar la relación en general, pero podía mostrar empíricamente que valía (*worked*) para cualquiera de los ejemplos que intentaba. Acumulaba una gran cantidad de hechos en una fórmula simple, que encontraba hermosa.

Poco después, en Álgebra encontré un hecho feo: las ecuaciones cuadráticas pueden tener dos soluciones, una solución o ninguna. Sólo me reconcilé con la aparente ausencia de pauta cuando supe, más tarde, de los números imaginarios y complejos, y que —dentro de este sistema numérico ampliado— todas las ecuaciones cuadráticas tenían exactamente dos soluciones.

De modo similar, pensaba que era feo que un conjunto de n ecuaciones lineales con n variables —donde al menos k de esas variables aparecen en cada subconjunto de k ecuaciones— podía o no tener solución, dependiendo del rango de ciertos [factores] determinantes. Algunos años después tuve el placer de descubrir que, si se define una medida apropiada acerca de los conjuntos de coeficientes de las ecuaciones, todas las ecuaciones de este tipo que no tengan solución se encuentran en un subespacio de medida cero⁹. (Huelga decir que este subespacio puede definirse por los rangos de los mismos [factores] determinantes, pero la “rareza” de las excepciones me consoló de alguna manera de su existencia). Todos estos ejemplos muestran que el descubrimiento de una pauta desempeña un papel crítico en la comprensión no sólo de los datos empíricos, sino también de los datos con los que se crean pautas de manera tautológica, mediante las leyes de la Matemática y de la Lógica.

Mis dos ejemplos siguientes están relacionados con cuestiones empíricas. En la Universidad de Chicago, mientras estudiaba Econometría con el profesor Henry Schultz, un problema de mis ejercicios requería que ajustase (*fit*) una función a datos, donde la variable independiente era la estatura de niños pequeños de los tres a los nueve meses, y la variable dependiente era su peso. Mis ímpetus platónicos me llevaron a ajustar la función $y = Ax^3$, sobre la hipótesis según la cual el tamaño y la forma de los niños se mantendría aproximadamente constante a lo largo de este periodo. Schultz calificó el ejercicio con una B [un notable], indicando que yo debería haber ajustado $y = Ax^B$, para contrastar después la relevancia de la diferencia $B - 3$. Aún no estoy seguro de si estaba justificada la crítica; después de ajustar la función cúbica cabía, sencillamente, haber computado qué porcentaje de la varianza (*variance*) en los datos se explicaba mediante la curva de ajuste.

En otra ocasión, el profesor Schultz llamó mi atención sobre el maravilloso libro de A. J. Lotka, *Elements of Physical Biology*¹⁰, lleno de hechos fascinantes y, a menudo, misteriosos. Un hecho que me atrajo especialmente fue que, si clasificamos las ciudades de Estados Unidos (o de muchos otros países) por tamaño, encontramos que la población de una ciudad varía (con un alto grado de aproximación) en $1/R$, donde R es su puesto en la clasificación. Así, la

⁹ Cfr. HALL, P., “On Representations of Subsets”, *Journal of the London Mathematical Society*, v. 10, (1934), pp. 181-204.

¹⁰ LOTKA, A. J., *Elements of Mathematical Biology*, Dover, Nueva York, 1956. [Publicado originalmente como *Elements of Physical Biology*, 1924].

octogésima ciudad más grande de EE. UU. es casi exactamente un décimo de la octava ciudad más grande. (En décadas recientes la regla se ajusta mejor a las áreas metropolitanas).

Trabajé esporádicamente durante un buen número de años antes de encontrar una fórmula apropiada que encajase con esos datos (la llamada distribución de Yule, que es similar a la distribución de Pareto) y una explicación, que me satisficiera, sobre por qué funcionaba¹¹. Aparecen también en muchos otros fenómenos sociales y biológicos pautas esencialmente iguales a la pauta de la ordenación por tamaños para ciudades: frecuencias de palabras en textos, frecuencia de autores, tamaños de empresas de negocios (volveré más tarde sobre este ejemplo), tamaños de géneros biológicos en términos de número de especies en cada uno de ellos, etc. Resultó que la explicación (estadística) de la distribución de Yule, con una pequeña reinterpretación de los mecanismos de probabilidad subyacentes, también funcionaba para esos otros fenómenos, extendiendo así considerablemente el ámbito de aplicación de la pauta sin pérdida de simplicidad.

Algunos ejemplos notables de pautas en Ciencia

Un poco de lectura de Historia de la Ciencia me aseguró que no estaba solo en mi pasión por las pautas en los datos y la sobriedad (*parsimony*) que se podía obtener a partir de ahí. Dejen que les cite unos pocos ejemplos de casos notables donde la pauta se encontró esencialmente sin ayuda de teoría alguna preexistente: casos de puro empirismo. Un caso ya mencionado es la tercera ley de Kepler, que probablemente fue descubierta (las pruebas son escasas) por Kepler de un modo totalmente inductivo y que, como veremos, ha sido redescubierta por un programa de ordenador, usando un camino que es inductivo de manera demostrable (o abductivo, si preferimos el término de Peirce para ello), sin recibir ayuda de ninguna teoría¹².

Un segundo caso es la ley de Prout (dada a conocer alrededor de 1815), que afirma que todos los pesos atómicos son múltiplos enteros del peso atómico del hidrógeno¹³. Los hechos observados fueron que muchos pesos atómicos (por ejemplo, todos salvo dos de los primeros veinte) estaban cerca de ajustarse a la ley, aunque hubiese egregias excepciones (p. ej., el peso atómico del cloro es 35.5). Los químicos tomaron partido sobre la realidad de la pauta de Prout, y Stoney constató estadísticamente que el gran número de casi-enteros pudo haberse producido por casualidad (las posibilidades en su contra eran muy altas). La cuestión se resolvió (a favor de Prout) alrededor de un siglo después, con el descubrimiento por Aston de los isótopos y la hipótesis según la cual todos los núcleos atómicos están hechos de protones y neutrones con masas aproximadamente iguales. La ley correcta, tomando los isótopos en cuenta, fue un poco menos simple que la primera aproximación de Prout, pero todos podrían preferir ahora la más exacta¹⁴.

Un tercer caso es la Ley de Bode (en realidad, sugerida en primer lugar por Titius en 1766), según la cual los sucesivos planetas: Mercurio = 0, Venus = 1, ..., i, ... están a las dis-

¹¹ Cfr. SIMON, H. A., "On a Class of Skew Distribution Functions", *Biometrika*, v. 52, (1955), pp. 425-440.

¹² Cfr. LANGLEY, P. W., SIMON, H. A., BRADSHAW, G. L. y ZYTKOW, J. M., *Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Processes*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1987. (De la tercera ley de Kepler se ocupa el libro en sus páginas 55-56, 66-67, 77, 85-86, 99-101, 108-109, 130, 224 y 285. *N. del T.*)

¹³ Véase "Prout's Hypothesis", en BYNUM, W. F., BROWN, F. E. J. y PORTER, R., *Dictionary of the History of Science*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1981.

¹⁴ Incluso la ley revisada no es exacta, porque no tiene en cuenta las fracciones de agrupamiento (*packing fractions*), cuya explicación depende de la equivalencia masa-energía introducida por la Relatividad especial. De ahí que, para algunos fines, los físicos hoy podrían preferir una segunda aproximación mediante una ley aún más compleja.

tancias (aproximadas) $D_i = 4 + 3 * 2^{(i-1)}$ del Sol¹⁵. Como la “ley” es sólo muy aproximada, que no se cumple para los dos planetas más exteriores —Neptuno y Plutón— y no se ha encontrado una explicación teórica clara, deja abierta la cuestión de si existe aquí una ley o una coincidencia. Una regularidad muy similar se mantiene, sin embargo, para los satélites de Júpiter, y los astrofísicos buscan aún una explicación, basada tal vez en la dinámica de los orígenes planetarios y la separación del Sol.

Hay que notar que, en el caso de la ley de Prout, lo que inclinó la balanza hacia la aceptación fue una nueva pauta (que implicaba los isótopos), que proporcionó no sólo un ajuste mucho mejor a los datos sino también una explicación; algo que aún falta en el caso de la ley de Bode. La explicación también hizo más aceptables las desviaciones restantes, que eran muy pequeñas comparadas con aquellas que habían sido suprimidas, ya que se podría esperar que requiriesen una explicación diferente (una pauta o mecanismo diferente) para eliminarlas. Hoy las atribuimos a la fracción de agrupamiento nuclear (*nuclear packing fraction*).

Un cuarto caso, el último que mencionaré, es la ley de Balmer (1885) para las longitudes de onda de las líneas sucesivas en el espectro del hidrógeno: $i^2/(i^2 - 4)$, $i = 3, 4, \dots$, (pronto generalizada en $i^2/(i^2 - j^2)$)¹⁶. Encaja con los datos con extraordinaria precisión. Fue descubierta por alguien que no era físico mediante pura inducción —quizás “numerología” describiría mejor el proceso— y no tuvo explicación hasta 1913, cuando Bohr proporcionó una con su nuevo modelo cuántico del átomo de hidrógeno. Aquí el ajuste fue tan bueno y la sobriedad (*parsimony*) tan grande que la ley obtuvo inmediata aceptación en 1885, incluso sin una explicación.

Así pues, encontrar pautas es el nombre del juego; o, al menos, de un juego muy importante en la Ciencia. Reitero que estamos hablando tanto de pautas exactas, descubiertas inductivamente en “datos” matemáticos (mis ejemplos de Enseñanza Secundaria), y pautas *aproximadas* en datos reales. En pocos casos (p. ej., la ley de Balmer), la pauta puede ajustar perfectamente bien; con frecuencia, el ajuste (*fit*) es bastante aproximado. Volveré, más tarde, a la cuestión de la aproximación, y a cómo deberíamos juzgar si una aproximación es satisfactoria o insatisfactoria.

3. LOS USOS DE LA SOBRIEDAD

Vemos que la sobriedad (*parsimony*) está en la raíz de lo que entendemos por ley científica. Con la simplicidad, que también desempeña diversos papeles en el descubrimiento de leyes y en su verificación. La sobriedad no es sólo el producto final de la actividad científica, sino que también ayuda a guiar los procesos de descubrimiento y verificación. Veamos cómo tiene lugar esto.

Descubrimiento versus verificación de leyes

Los filósofos de la Ciencia distinguen normalmente entre el descubrimiento de leyes y su verificación¹⁷. Autores anteriores —incluidos Sir Francis Bacon, en *Novum Organon*¹⁸, John

¹⁵ Véase “Bode’s Law”, en BYNUM, W. F., BROWN, F. E. J. y PORTER, R., *Dictionary of the History of Science*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1981.

¹⁶ Cfr. BANET, L., “Evolution of the Balmer Series”, *American Journal of Physics*, v. 34, (1966), pp. 496-503.

¹⁷ Cfr. REICHENBACH, H., *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938.

¹⁸ BACON, F., *Novum Organum sive iudicia vera de interpretatione naturae et regno hominis*, Londres, 1620. Versión inglesa: *The New Organon*, Liberal Arts Press, Nueva York, 1960.

Stuart Mill, en *A System of Logic*¹⁹, y William Whewell, en *The Philosophy of Inductive Sciences*²⁰—prestaron considerable atención al descubrimiento de leyes y proporcionaron principios normativos que guían una experimentación eficiente. Considérese, por ejemplo, el Canon de la diferencia de John [Stuart] Mill:

Si un caso (*instance*) donde se da (*occurs*) un fenómeno y otro en el que no lo hace difieren sólo en una circunstancia, ésta es la causa o el efecto —o una parte indispensable de la causa— del fenómeno.

Si observamos que un fenómeno sucede de vez en cuando, pero no siempre, podemos tratar de determinar sus causas y efectos buscando las circunstancias que distinguen su aparición respecto de su no aparición. Si encontramos esa circunstancia, nunca podremos estar seguros que ésa es única; pero ello no debe desalentarnos, porque no estamos buscando un método infalible de descubrimiento científico —algo que nadie nos prometió—. El descubrimiento es un proceso de búsqueda heurística cuyo éxito no se puede garantizar.

Debido a que la búsqueda de leyes es un proceso heurístico que no conlleva garantías de éxito o validez, muchos filósofos de la Ciencia de este siglo, de los que quizás Karl Popper sea el más notable²¹, niegan la posibilidad de formular reglas de descubrimiento normativas. Sólo en los últimos treinta y cinco años, comenzando con *Patterns of Discovery* de Norwood Hanson (1958)²², se ha cuestionado seriamente esta concepción. Sin embargo, mediante la construcción, en años recientes, de un buen número de programas de ordenador que incorporan con éxito mecanismos de descubrimiento, poseemos una demostración constructiva, en gran medida concluyente, según la cual son posibles las teorías del descubrimiento normativas (heurísticas)²³.

Consideraremos por separado los papeles de la simplicidad y la sobriedad (*parsimony*) en el descubrimiento (generación) de teorías y sus cometidos al verificarlas o falsarlas (contrastarlas). Después también diremos algo acerca de la simplicidad (*simplicity*) tanto en la aplicación de la teoría como en la experimentación. Veremos que la simplicidad no se usa siempre en el sentido que definimos al comienzo, sino que tiene significados en cierto modo diferentes y distintos papeles en cada una de estas actividades.

Sobriedad y simplicidad en el descubrimiento de leyes

Podemos considerar común, aunque no sea universal, el caso de algunos fenómenos observados que necesitan su descripción y explicación; esto es, que requieren una ley que se ajuste a ellos —y, si es posible, una ley que represente un mecanismo que los explique—. Puede que haya una teoría que pudiese desempeñar el papel de esta ley o que no exista aún. Como un primer caso particular (*subcase*), asumamos que no existe una

¹⁹ MILL, J. S., *A System of Logic*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1963. [Edición original de 1843].

²⁰ WHEWELL, W., *The Philosophy of the Inductive Sciences*, 2ª edición, Johnson Reprint Corp., Nueva York, 1966. [Publicado inicialmente en 1847].

²¹ Popper apela a la autoridad de Albert Einstein, entre otros. Lo cita cuando dice: “no existe un camino lógico que lleve a estas ... [ampliamente universales] ... leyes. Sólo se pueden alcanzar por intuición, sobre la base de algo como un amor intelectual por los objetos de la experiencia”, POPPER, K., *The Logic of Scientific Discovery*, p. 32.

²² HANSON, N., *Patterns of Discovery*, Cambridge University Press, Cambridge, 1958.

²³ Cfr. LANGLEY, P. W., SIMON, H. A., BRADSHAW, G. L. y ZYTKOW, J. M., *Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Processes*, pp. 5, 7, y 37-62, donde se trata de las teorías del descubrimiento normativas. (N. del T).

teoría semejante. Nos enfrentamos, pues, a la tarea de descubrimiento de leyes guiada por datos (*data-driven*).

El descubrimiento guiado por datos. El programa BACON ha mostrado su propia capacidad de descubrimiento de leyes mediante el ajuste (*fitting*) de funciones a datos²⁴. En el nivel más general, BACON consta de un generador de hipótesis y una contrastación (*test*). El generador de hipótesis da lugar a funciones, la contrastación las ajusta a los datos y decide si el ajuste (*fit*) es satisfactorio o no. (El programador fija el estándar de aproximación que se debe cumplir). El modo más fácil de construir ahora un generador de hipótesis semejante es comenzar con un conjunto pequeño de funciones simples, y generar sucesivamente otras más complejas a partir de combinaciones de estas primitivas. La siguiente función que se genera está seleccionada sobre la base de la información acerca del ajuste o desajuste (*misfit*) de las funciones ya generadas.

Como las funciones no son secuencias (*strings*) binarias simples, por lo que no tienen un orden único que sea obvio, nuestra definición inicial de simplicidad no es aplicable sin una ampliación. Un significado de simplicidad en este caso es, sin más, el orden de generación. Llamamos simple a una función si es generada pronto dentro de una cadencia (*sequence*). Este orden puede ser diferente para distintos conjuntos de datos, porque —como se comentó antes— las relaciones observadas respecto de los datos de las funciones ya generadas afectan a cuál vaya a ser la siguiente función que se generará después. Como una función es compleja (en un sentido informal) en cuanto que se forma como un tipo de combinación de funciones generadas previamente, la nueva definición de simplicidad no está del todo desconectada de una básica relacionada con secuencias (*strings*) binarias.

De nuevo, consideremos el ejemplo específico de la tercera ley de Kepler. Los datos obtenidos (podemos usar los datos reales de Kepler) son las distancias desde el Sol (x) y los periodos de revolución (y) de los planetas que entonces eran conocidos. BACON observa que, en cuanto que x crece en mayor medida, también y aumenta en mayor medida, y da lugar a la hipótesis según la cual $(y/x) = k$, una constante. Cuando esta función no logra ajustarse a los datos, BACON aprecia que, en cuanto que x aumenta en mayor medida, también crece en mayor medida y/x , y propone la hipótesis según la cual $x/(y/x) = x^2/y = k$, una constante. El ajuste es ahora más cercano (*closer*), pero la contrastación (*test*) falla de nuevo²⁵. Con perseverancia, BACON observa después que, cuando y/x aumenta en mayor medida, también lo hace x^2y , y propone la hipótesis según la cual $(y/x)/(x^2/y) = (y^2/x^3) = k$, una constante. En este caso, la contrastación tiene éxito, proporcionando la tercera ley de Kepler: el periodo de revolución de un planeta varía a la potencia 3/2 de su distancia.

Ahora parece completamente natural construir el sistema BACON a partir de un pequeño conjunto de elementos primitivos que, en cuanto tales, sean simples en otro sentido: simples por tener sólo unos pocos parámetros. Del mismo modo que los axiomas de Peano generan todos los enteros a partir de cero, con la ayuda de una sencilla operación de sucesión; así BACON genera un gran conjunto de funciones a partir de la función lineal, con

²⁴ Cfr. LANGLEY, P. W., SIMON, H. A., BRADSHAW, G. L. y ZYTKOW, J. M., *Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Processes*, parte II, pp. 65-192, donde se abordan los programas de BACON. (N. del T).

²⁵ Como en todos los procedimientos semejantes en Ciencia, el nivel de proximidad en el ajuste (*closeness of fit*) que se considera aceptable es un parámetro arbitrario. Aceptar o rechazar la ley de Prout (o cualquier otra) es un asunto de gusto; ¿o deberíamos denominarlo libre albedrío?

la ayuda de dos operaciones de multiplicación y división, aplicadas como respuesta a las pistas (*cues*) proporcionadas por los datos. Mediante el paso de lo simple a lo complejo (en este nuevo sentido) incrementamos la probabilidad (*likelihood*) de encontrar, en primer lugar, la función que proporciona la sobriedad más grande.

Tiene su interés —con respecto al balance (*trade off*) entre simplicidad y sobriedad— que Kepler, diez años antes de descubrir la ley de la potencia de $3/2$, hubiese publicado la hipótesis según la cual varía al cuadrado de la distancia el periodo de los planetas. Sólo unos años después llegó a estar insatisfecho con el ajuste de la hipótesis a los datos y buscó una ley que proporcionase un mayor acuerdo. Al generador BACON le aconteció que también descubrió la ley del cuadrado antes de la ley de la potencia de $3/2$. Que se acepte la primera, o que se rechace y se vaya a la segunda, depende del criterio de bondad del ajuste (*goodness-of-fit*) que se aplique (determinado por el programa). BACON, como Kepler y Prout (y todos los demás), necesita un parámetro diferente (una “propensión a la simplicidad”) para determinar qué grado de aproximación es aceptable.

Para un rango más amplio de aplicación en Ciencia, podríamos querer dotar a BACON de algunos elementos primitivos más (p. ej., la función logarítmica, la exponencial, la senoidal), pero cabe destacar que, con la función lineal como único elemento primitivo, se descubre no sólo la tercera ley de Kepler, sino también la ley de Joseph Black del equilibrio de las temperaturas de las mezclas de líquidos, la ley de Ohm sobre la corriente y la resistencia, la ley de Snell de refracción, la ley de conservación del momento y muchas otras. Lo más llamativo es que logra cada uno de estos éxitos después de sólo un pequeño número de pruebas (*trials*). Lo que, en definitiva, no hace es “poner a prueba todas las funciones posibles”. Por el contrario, su búsqueda es altamente selectiva y guiada por pistas (*cues*).

En el curso del descubrimiento de leyes que se ajustan a los datos, BACON también descubre un buen número de conceptos teóricos, incluidos masa inercial, calor específico, voltaje, peso molecular, peso atómico (distinguiendo los dos últimos) y otros. La motivación para estos descubrimientos de conceptos teóricos es que, mediante su introducción, se pueden simplificar las leyes previamente encontradas y, por tanto, cabe explicar los mismos datos más sobriamente (*parsimonously*)²⁶.

Por ejemplo, BACON encuentra que, cuando los cuerpos A y B son acelerados por un resorte estirado que los conecta, la razón de sus aceleraciones es siempre la misma constante k_{AB} . Los cuerpos A y C proporcionan otra constante, k^{AC} , y los cuerpos B y C proporcionan una tercera k_{BC} . BACON, al encontrar una nueva pauta, que el producto de k_{AB} por k_{BC} es igual a k_{AC} , postula una constante asociada con cada cuerpo, m_A , m_B y m_C , respectivamente, y propone la hipótesis según la cual la *ratio* de las aceleraciones de I y J, $k_{IJ} = m_I/m_J$, para todo I y J. Si tenemos N objetos, podemos establecer ahora la ley que relacione las aceleraciones de todos ellos por pares en términos de N constantes, las m_i , en lugar de N^2 , las k_{ij} . Desde luego, las m son familiares para nosotros, como masas inerciales. Al introducir términos teóricos, hemos ganado una nueva fuente de sobriedad (*parsimony*).

A partir de esta breve (y, en cierto modo, demasiado simplificada) descripción de BACON, vemos al menos tres papeles para la simplicidad en el descubrimiento o generación

²⁶ Cfr. SIMON, H. A., “Quantification of Theoretical Terms and the Falsifiability of Theories”, *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 36, (1985), pp. 291-298.

de leyes. El primero, en cuanto que las hipótesis han de ser probadas en algún orden: el modo más fácil de construir un generador de hipótesis de cierta generalidad es empezar con una *función primitiva simple*, o un *pequeño conjunto de funciones simples primitivas*, y generar sucesivamente funciones más complejas mediante la aplicación de *operaciones combinatorias simples* (en nuestro ejemplo, la multiplicación y la división).

El segundo papel (*role*) para la simplicidad es reducir al mínimo el número de funciones que hay que generar antes de encontrar una que se ajuste a los datos. En los sistemas de descubrimiento del tipo BACON, el orden de generación de la función no está fijado, sino que responde al modo en que se produce el desajuste de las aplicaciones sin éxito. Esta retroalimentación (*feedback*) sirve como una heurística poderosa que, con frecuencia, permite que se encuentren funciones satisfactorias con muy poca búsqueda.

El tercer papel de la simplicidad es hacer más sobrias (*parsimonious*) las leyes que se encuentran, introduciendo nuevos términos teóricos (nuevas propiedades que no son directamente observables, pero que se infieren a partir de las observables). Así, términos teóricos importantes en Física (p. ej., masa, calor específico, voltaje y semejantes) se pueden descubrir en respuesta a la meta de simplificar las formas de las leyes²⁷.

En todos estos papeles, la simplicidad va de la mano con la sobriedad. Es decir, buscamos explicar los datos con funciones simples, que contengan pocos parámetros constantes, antes de contrastar las funciones complejas. De manera semejante, al introducir términos teóricos, reducimos en gran medida el número de parámetros independientes cuyos valores deben establecerse para explicar los datos. Este es el aspecto de la sobriedad que Popper defendió con su énfasis en la verificación (*verification*). Mantuvo, en efecto, que “las cuestiones epistemológicas que surgen en conexión con el concepto de simplicidad puedan tener respuesta, si igualamos este concepto con el de *grado de falsabilidad*”²⁸ (las cursivas son suyas). Popper, sin embargo, no vio que el interés por la sobriedad pueda llevar a reglas normativas para sistemas de descubrimiento: que se deberían diseñar esos sistemas —en la medida de lo posible— para pensar reglas simples antes de generar reglas complejas.

La progresión en la generación de hipótesis de lo simple a lo complejo no es peculiar del programa BACON, sino que se ve en la mayor parte de los ejemplos existentes de programas buscadores de leyes (*law-finding*). Por ejemplo MECHEM, de Valdés-Pérez²⁹, acepta datos sobre las sustancias que se introducen en una reacción química y alguna de las sustancias producidas por ella; e intenta después encontrar una secuencia de fases de la reacción que dé cuenta, de manera cuantitativa, de lo introducido (*input*) y lo extraído (*output*).

MECHEM hace esto probando, en primer lugar, todas las reacciones posibles de una fase (*one-step*) (1) con productos intermedios que no sean inobservables y (2) que son consistentes con las restricciones (*constraints*) aplicables derivadas de la Teoría Química.

²⁷ Cfr. LANGLEY, P. W., SIMON, H. A., BRADSHAW, G. L. y ZYTKOW, J. M., *Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Processes*, passim.

²⁸ POPPER, K., *The Logic of Scientific Discovery*, p. 140.

²⁹ Cfr. VALDES-PEREZ, R. E., “Theory-driven Discovery of Reaction Pathways in the MECHEM System”, *Proceedings of 10th National Conference on Artificial Intelligence*, AAAI Press, San Jose, CA, 1992, pp. 63-69.

Después, si la correspondencia con los datos falla, se incrementa gradualmente el número de fases y el número de reactivos inobservados postulados, hasta encontrar una cadena de reacciones que encaje con los datos. En este sentido, MECHEM es similar a los programas de prueba de teoremas que, primero, buscan pruebas (*proofs*) de un paso, luego de dos pasos [etc.], para construir cada nueva estructura sobre las generadas previamente. La arquitectura que va desde la simplicidad a la complejidad en la generación de hipótesis descubre el máximo de redundancia en los datos y se pone en práctica fácilmente.

Descubrimiento guiado mediante teoría (theory-guided). Los ejemplos tratados hasta ahora, excepto MECHEM, se ocupan del descubrimiento cuando no hay una teoría que guíe la búsqueda de pautas (o esencialmente sin teoría alguna). Es, de hecho, un caso común en la Historia de la Ciencia, pero ciertamente no es universal. Con frecuencia la existencia de una teoría, aunque no sea adecuada para dar cuenta de los fenómenos que interesan, puede proporcionar una poderosa ayuda a la búsqueda. Consideremos la cuestión de encontrar una ley que proporcione la temperatura de equilibrio de la mezcla de un líquido contenido en dos recipientes, cada uno con su propia masa y temperatura iniciales (ley de Black). Si se propone la hipótesis según la cual debe ser simétrica la ley con respecto a dos líquidos (una hipótesis que, por sí misma, contribuye a la simplicidad de la ley), entonces —tras determinar la forma de la función para el primer líquido— se puede postular la misma forma para el segundo. Igualmente, si se propone la hipótesis según la cual se van a conservar la masa y el calor (el producto de temperatura por masa), esta restricción adicional limitará aún más el conjunto de funciones a generar.

De hecho, cuando a BACON se le ponen estas tres restricciones de simetría, masa y conservación del calor, encuentra la ley sin búsqueda superflua alguna. *De facto*, en este caso *deduce* la ley de la teoría previamente aceptada, tal como Newton dedujo la tercera ley de Kepler a partir de sus propias leyes de la Mecánica. Más adelante tendremos ocasión de examinar otros casos de descubrimiento de ley donde la relación entre las teorías previas y las nuevas pautas es más compleja que en estos dos ejemplos.

Sobriedad y simplicidad en la verificación

He mencionado ya el importante papel de la simplicidad en el aumento de la sobriedad, haciendo por tanto que una teoría sea más fácil de falsar. Desde luego que hoy sabemos, como resultado del trabajo de Lakatos y otros, que el asunto no es tan simple como Popper lo presenta. Lo que falsamos normalmente mediante nuestras observaciones o experimentos no es una ley aislada, sino la consistencia con las pruebas (*evidence*) de un conjunto complejo de leyes, junto con los supuestos iniciales y las condiciones limitadoras. Normalmente, podemos salvar una parte concreta del complejo sacrificando alguna otra parte. No voy a entrar de lleno en la historia lakatosiana de los programas de investigación progresivos y degenerativos, sino que simplemente, por ahora, no voy a tener en cuenta esta complicación añadida y voy a hablar de falsación (*falsification*) en un sentido popperiano simple.

Comparación directa de las teorías con los datos. Cada grado de libertad —cada parámetro de nuestra teoría que debe ser estimado a partir del conjunto de datos que se emplean para contrastar la teoría— a la vez incrementa la complejidad de la teoría y debilita nuestra capacidad de falsarla, si es errónea. Considérese la ley de Ohm, $I=kV/R$, donde

I es la corriente, V el voltaje, R la resistencia y k una constante. En el experimento original de Ohm, pudo medir la resistencia (la longitud de un hilo) y la corriente (el ángulo de la aguja en un amperímetro), pero no el voltaje. Así, “necesitó” un conjunto de observaciones para estimar el producto kV. Y esta prueba aislada no pudo falsar la hipótesis. Sólo después de estimar kV pudo contrastar su teoría mediante la modificación de R (cambiando la longitud del hilo de la resistencia) y la inserción en las ecuaciones de los valores observados en un segundo ensayo (*trial*) experimental (que mantuvo constante kV mediante el uso de la misma batería).

En el experimento de Ohm, el problema de encajar los parámetros es muy simple; mientras que la situación habitual en Econometría (o en la mayoría de las Ciencias observacionales, en cuanto diferentes de las experimentales) es mucho más difícil, no por principio sino de manera cuantitativa, debido a que queremos considerar, a menudo, la interacción simultánea de muchas variables. Supongamos que queremos encajar N puntos dados en V variables mediante un sistema de ecuaciones lineales simultáneas. Como debemos calcular $V^2 + V$ parámetros a partir de los datos, obtendremos siempre un encaje perfecto, a menos que $N > V^2 + V$, de ahí que sólo en este caso podemos contrastar la hipótesis según la cual encajan los datos en el modelo.

Si deseamos experimentar con formas funcionales que tengan más parámetros, la situación empeora progresivamente. Si tenemos el número suficiente de puntos de datos (*data points*) para que el modelo se pueda falsar, podemos entonces introducir un término de error en cada ecuación, aplicar el método de los mínimos cuadrados (*least square*) y usar el porcentaje de varianza de los datos que se explican para determinar si deseamos aceptar que las ecuaciones describen las pautas de los fenómenos. En el primer caso —de falsabilidad— decimos que las ecuaciones están *sobre-identificadas* (*over-identified*); con la introducción de términos de error y la minimización de la varianza, decimos que están *justo identificadas* (*just identified*). La base racional (*underlying rationale*) es esencialmente la misma que en BACON. Como en toda contrastación (*testing*) estadística, el criterio de aceptación es arbitrario.

Identificación de relaciones estructurales. Me llevaría demasiado lejos tratar en este capítulo acerca de todo el concepto de identificación y las razones de por qué la Ciencia, tanto para entender los mecanismos como para aplicar las teorías a cuestiones prácticas, prefiere siempre —de manera clara— las ecuaciones de estructura sobre-identificada a las ecuaciones cuya identificación es incompleta³⁰. La relación de la identificabilidad con la sobriedad (*parsimony*) puede ser caracterizada, brevemente, del siguiente modo. Supongamos que tenemos una teoría que postula k mecanismos que gobiernan el comportamiento de k variables. Vayamos ahora a una situación en la que tenemos razones para creer que k – 1 de los mecanismos permanecen efectivos, pero ha sido alterado el que queda. Por motivos de sobriedad, podríamos preferir postergar las partes no cambiadas de la teoría, haciendo modificaciones sólo en la ecuación correspondiente al mecanismo que ha sido cambiado. Si tenemos información sobre la naturaleza del cambio, podemos incluso ser capaces de usar esta información para inferir el mecanismo modificado. No hemos de recrear la teoría, a partir de cero, cada vez que sufra un cambio estructural.

³⁰ Cfr. KOOPMANS, T. C., “Identification Problems in Economic Model Construction”, *Econometrica*, v. 17, (1949), pp. 125-144.

Los sistemas de ecuaciones estructurales son descripciones sobrias (*parsimonious*) de la realidad, que factorizan los sistemas complejos en subsistemas más simples. El efecto aproximado de la factorización sucesiva —cuando es posible— es reducir la complejidad de un sistema desde una función lineal hasta una función logarítmica del número de sus elementos.

Podemos construir teorías de sistemas complejos de manera combinatoria, a partir de las teorías de sus componentes, en la medida en que podamos encajar (*match*) los componentes de los sistemas de ecuaciones con los componentes correspondientes de los sistemas que ellos describen. El actual cuerpo teórico de la Biología Molecular es un ejemplo llamativo del resultado que se puede obtener de esta estrategia de divide y vencerás. La posibilidad de extraer factores (*factorability*) es una fuente poderosa de simplicidad y de sobriedad. (Véase el tratamiento de la casi-descomponibilidad (*near-decomposability*) en las últimas páginas de este capítulo³¹).

La adecuación de las inferencias (matching inferences) desde la teoría a los hechos. Pasemos ahora a otra cuestión de la verificación (*verification*). En las situaciones examinadas hasta ahora, nos hemos ocupado de la adecuación (*matching*) de leyes [obtenidas] directamente de datos (*data*). Sin embargo, en muchas situaciones debemos sacar las consecuencias de las teorías antes de poder contrastarlas con los datos disponibles. Por ejemplo, para contrastar la Relatividad especial, Einstein tuvo que razonar, a partir de su teoría del tiempo y de la sincronización de los relojes, acerca de las transformaciones de Lorentz y, desde éstas, sobre la invarianza de las ecuaciones de Maxwell bajo las transformaciones de Lorentz (asumiendo que se había encontrado que estaban de acuerdo las ecuaciones de Maxwell y los datos acerca del Electromagnetismo). Por tomar un ejemplo más simple, Newton tuvo que deducir las leyes de Kepler a partir de las leyes del movimiento y la ley del cuadrado inverso de la atracción gravitatoria, para mostrar que éstas eran consistentes con los movimientos planetarios.

La simplicidad en computación. En estos procesos de inferencia, puede ser importante otro tipo de simplicidad: la simplicidad que facilita la computación. Sacar las consecuencias de una teoría requiere deducción o simulación o alguna otra forma de computación, que puede ser simple o compleja. Si un conjunto de ecuaciones diferenciales se puede resolver en forma cerrada, las rutas (*paths*) que definen las ecuaciones se pueden comparar directamente con los datos para contrastar su ajuste. En la literatura de la Mecánica teórica, encontramos muchos escritos que resuelven un sistema de ecuaciones simultáneas para las tensiones (*stresses*) en una plancha (*board*) mediante, por ejemplo, una hendidura infinita u otras condiciones de contorno (*boundary conditions*) no realistas. En estos casos, no se seleccionan las condiciones de contorno porque haya muchas planchas (*boards*) reales en el mundo con infinitas ranuras, sino porque si se usan esas condiciones de contorno —en lugar de otras más realistas—, las ecuaciones pueden resolverse de una manera cerrada.

Incluso en nuestro mundo actual de superordenadores, es todavía un asunto trivial encontrar problemas de profundo interés científico donde se requiere una simplificación heroica para hacer posibles las computaciones que se necesitan para comprender (*understand*) el comportamiento del sistema de interés, bien sea mediante soluciones con una forma cerrada o mediante una simulación. El foco de atención reciente sobre los sistemas caóticos ha

³¹ Se trata de las páginas 66-69 del texto original, que corresponde a las páginas 102-104 de esta traducción (*N. del E.*).

aumentado de manera considerable nuestra receptividad hacia la viabilidad de la computación (*computational feasibility*). El ordenador ha reducido, pero no ha eliminado, la necesidad de simplificación y de aproximación, en cuanto necesidades prácticas para contrastar (*testing*) y aplicar la teoría.

El campo de la Informática (*Computer Sciences*) se ha estado ocupando, en gran medida, de cuestiones de complejidad computacional, el anverso de la simplicidad computacional. Pero, en la literatura de este ámbito, “complejidad” significa habitualmente algo bien distinto del significado que tiene aquí, en el presente contexto. Debido, en gran parte, a razones de accesibilidad (*attainability*) matemática —y a [estar a] expensas de la relevancia—, los teoremas de complejidad computacional se han ocupado principalmente del comportamiento en el peor de los casos (*worst-case behaviour*) de algoritmos computacionales, cuando se incrementa el tamaño del conjunto de datos. En el límite, se han llegado a centrar incluso en la computabilidad, en el sentido de Gödel, y en Turing y el problema de la parada (*halting problem*)³². Debo confesar que estas cuestiones me causan un inmenso sentimiento de hastío.

Cuando hablo aquí de complejidad computacional (o de simplicidad), me refiero a la cantidad de computación que se ha de llevar a cabo, por término medio, para resolver un problema de cualquier tipo, y qué porcentaje de problemas de ese tipo es probable que, sobre la base de la experiencia previa, se resuelvan con una cantidad aceptable de computación (donde “aceptable” es una palabra flexible del estilo de “significativo”). Del mismo modo que, a la larga, todos morimos, así también los problemas aumentan su tamaño sin límite, si no los resolvemos. Los científicos no piden garantías (y, ciertamente, ninguna garantía en forma de teoremas) en cuanto que resolverán cualquier problema dado o, incluso, sobre que tenga solución el problema (una fórmula sobria para los datos). Siguen varios procedimientos en la búsqueda de pautas (como los procedimientos de BACON descritos anteriormente) y, a veces, tienen éxito —con la frecuencia suficiente para mantener su adicción a la Ciencia—. (La Psicología experimental ha mostrado que el refuerzo parcial aleatorio propicia la adicción en mayor medida que el refuerzo consistente).

Finalmente, las ventajas de la simplicidad (en mi sentido del término) para la computación tienen como contrapartida la pérdida de ajuste (*fit*) de la teoría a los datos a través de la aproximación. Me ocuparé de este tema con alguna extensión, tras considerar otras consecuencias de la simplicidad para la aplicación de las teorías.

Simplicidad en la aplicación de la Ciencia

A partir de nuestra caracterización de la simplicidad computacional, podemos ver que la simplicidad desempeña un papel en la aplicación de teorías aceptadas que es similar al

³² Me ha sorprendido encontrar, en los últimos años, que la expresión “racionalidad limitada” (*bounded rationality*), de la que puedo reclamar alguna autoría, la han tomado prestada los partidarios de las expectativas racionales (p. ej., SARGENT, TH. J., *Bounded Rationality in Macroeconomics*, Oxford University Press, Oxford, 1993) y los autores de la Teoría de Juegos (p. ej., AUMANN, R. J., *Rationality and Bounded Rationality*, Conferencia Nancy L. Schwartz, pronunciada en mayo de 1986 en la J. L. Kellogg School of Management, Northwestern University) para referirse a la teoría de la complejidad del peor de los casos y a los límites sobre la computación impuestos por Gödel y Turing. ¡Válgame Dios! (*bless me*), ¡los auténticos límites de las capacidades de computación que poseemos nosotros los mortales son tan severos que casi nunca tenemos ocasión, en nuestra práctica científica, de lamentar que somos sólo máquinas de Turing y maldecidas por la incompletud de Gödel! Nuestras dificultades con la computación comienzan en niveles mucho más bajos, que ni siquiera incluyen el peor caso. Al fin y al cabo, yo pertenezco a una generación que recuerda cómo se invertían (*were inverted*) las matrices mediante calculadoras de mesa operadas a mano.

que lleva a cabo en la contrastación (*testing*) de nuevas teorías. La sobriedad incrementa nuestra capacidad para hacer predicciones sólidas (*strong*) acerca del comportamiento de los sistemas de interés, bien sean sistemas que hemos diseñado o sistemas naturales, mediante la disminución del número de grados de libertad que perdemos a través de la estimación de parámetros. Al mismo tiempo, la simplicidad computacional incrementa nuestra capacidad de deducir o simular el comportamiento del sistema dentro de las condiciones anticipadas de aplicación.

Hay que señalar que la sobriedad y la simplicidad computacional no son siempre compatibles. Cuando nos limitamos nosotros mismos respecto de las formas funcionales que facilitan la computación, podemos tener que introducir parámetros adicionales en aras de obtener aproximaciones suficientemente cercanas (*close*) a los fenómenos reales. Por ejemplo, las series de Fourier y de Taylor proporcionan formalismos poderosos para la aproximación de amplias clases de funciones, pero a expensas de introducir un número potencialmente infinito de parámetros. Estos formalismos proporcionan simplicidad computacional, pero no necesariamente sobriedad (*parsimony*). El problema así creado es serio, si nuestra meta es contrastar una teoría; pero no lo es si meramente vamos a aplicar una teoría aceptada cuya validez no cuestionamos. Incluso en este último caso, la ausencia de sobriedad hace imposible el realizar predicciones sólidas (*strong*) a partir de la teoría, cuando tenemos que estimar la mayoría de los parámetros o todos a partir de los datos.

Simplicidad en la experimentación

Voy a distinguir dos clases de experimentos (o procedimientos observacionales): uno de ellos puede denominarse bien estructurado (*well-structured*), el otro exploratorio. Requieren heurísticas bien distintas para su diseño.

Experimentos bien estructurados. El diseño de experimentos, tal como se describe normalmente, proporciona una aplicación obvia de otro tipo adicional de simplicidad. Según la doctrina estándar, modificamos una variable cada vez, controlando otras variables que sabemos que tienen influencia o lo sospechamos, y procedemos aleatoriamente (*randomize*) donde no podemos controlar. Buscamos situaciones donde las variables que vamos a medir suenen alto y claro ante un trasfondo de ruido no deseado. Las estructuras rígidas y los controles de este tipo son de especial valor cuando tenemos ya una hipótesis específica, originada a partir de una teoría o desde cualquier otro lugar, que queremos contrastar. Entonces un buen diseño experimental elimina elementos irrelevantes (*irrelevancies*) y centra la atención en las variables de interés.

Procedimientos exploratorios. Los experimentos bien estructurados encajan bien con la imagen popperiana de la Ciencia donde el principal interés es la verificación [sic] o falsación de hipótesis ya existentes. La generación de hipótesis es una cuestión diferente. Hemos de distinguir dos casos. En uno de ellos, tenemos ya una teoría general. Deducimos algunas consecuencias nuevas a partir de la teoría y después diseñamos un experimento para contrastar si esas consecuencias tienen apoyo empírico. Esta es la pauta (*pattern*) de lo que Kuhn llama “Ciencia normal”. En el otro caso, tenemos algunos fenómenos de interés —por ejemplo, bacterias—; pero, por el momento, no tenemos ninguna hipótesis sobre ellos que deseamos contrastar. Entonces podemos diseñar experimentos o, meramente,

oportunidades de observación, que nos puedan revelar pautas nuevas e inesperadas. Una vez halladas esas pautas, podemos buscar explicaciones para ellas.

La mayor parte de mis ejemplos anteriores de descubrimientos de leyes encajan con esta última descripción de la actividad científica. En mis clases de Álgebra detecté ciertas pautas en las ecuaciones: cuando la suma y la diferencia de dos cantidades se multiplicaban, el producto siempre tenía la misma forma: la diferencia de sus cuadrados. Habitualmente, una función cuadrática tenía dos soluciones (aunque había excepciones), y n ecuaciones lineales de n variables tenían, generalmente, una única solución (aunque, una vez más, había excepciones). Prout encontró muchos de los elementos cuyo peso atómico era múltiplo entero del peso atómico del hidrógeno, un resultado improbable si sólo interviniese la casualidad (*chance*). Balmer halló una regularidad en las líneas del espectro del hidrógeno. Kepler detectó una relación entre las distancias y los períodos de revolución de los planetas.

Consideremos dos ejemplos de un tipo en cierto modo más complejo. En un plato Petri que había dejado sin lavar en su laboratorio al irse de vacaciones, Fleming observó algunas bacterias en estado de lisis y, junto a ellas, un cultivo (*growth*) de hongos que reconoció como pertenecientes al género *Penicillium*. Usted y yo (a no ser que usted sea bacteriólogo) no habríamos detectado nada, porque no habríamos visto nada inusual en las células bacterianas que estaban disolviéndose en la proximidad de un hongo (o, incluso, que eran un hongo). Como observó Pasteur, los accidentes acaecen a la mente preparada.

La observación de Fleming le condujo a una hipótesis muy vaga: que podría haber una relación causa-efecto entre la presencia del hongo y el destino de la bacteria. Como muchos otros científicos, tenía un modo estándar (una heurística) para afrontar pautas inesperadas cuando sólo se disponía de hipótesis vagas (o de ninguna): (1) diseñar experimentos para contrastar el alcance de los fenómenos, y (2) buscar un mecanismo capaz de producirlos. El seguir esta heurística (de modo incompleto) por parte de Fleming —y su posterior compleción por Florey y Chain— condujo al descubrimiento de los antibióticos.

El segundo ejemplo trata del joven Hans Krebs, que tomó como su primer proyecto importante de investigación independiente el diseño de una secuencia de experimentos para elucidar la trayectoria (*path*) de la reacción química que produce la urea en mamíferos vivos³³. No tenía una hipótesis sólida (*strong*), sino una pregunta (y algunas herramientas de investigación que pensaba que le podrían ayudar a hallar la respuesta). Sabía (una hipótesis débil) que las fuentes probables del nitrógeno en la urea eran el amonio y los aminoácidos. Sin embargo, la tarea que se fijó no era contrastar esa hipótesis, sino aceptarla y diseñar experimentos que pudiesen revelar el mecanismo (la trayectoria —*path*— de la reacción).

En consecuencia, añadió varias mezclas de amonio y aminoácidos concretos a láminas de tejido de hígado vivo y midió los resultados. En muchos de estos experimentos observó sólo una mínima producción de urea; pero, en una ocasión, cuando contrastó (*tested*) amonio junto con el aminoácido ornitina, obtuvo una considerable producción. Para su mente preparada —y sobre la base de sus recientes experimentos—, esto era una pauta diferente (*contrasting*) y sorprendente. Respondió haciendo exactamente lo mismo que hizo Fleming: (1) contrastó el alcance del fenómeno ((a) ¿se requiere ornitina, o sustancias similares harían el mismo efecto?, y (b) ¿qué le sucedía al producto cuando variasen las

³³ Cfr. HOLMES, F. L., *Hans Krebs: the Formation of a Scientific Life*, Oxford University Press, Nueva York, 1991.

cantidades de amonio y ornitina?); (2) buscó una trayectoria (*path*) plausible de la reacción química. En pocos meses había encontrado la trayectoria para la síntesis de la urea. Resulta interesante que, en esta trayectoria, la ornitina *no* servía como fuente del nitrógeno en la urea, sino como catalizador de la reacción que extraía el nitrógeno del amonio. Así, la respuesta que obtuvo Krebs a su pregunta inicial sobre los orígenes del nitrógeno *questionó* (*disconfirmed*) la hipótesis que le condujo a experimentar con ornitina. ¡Había llevado a cabo el experimento correcto por motivos equivocados!

Los casos de Fleming y Krebs no son inusuales en la Historia de la Ciencia. Se podrían presentar fácilmente otra docena que llevaron a [conseguir] Premios Nobel. Una persona que es experta en un dominio está abierta a los fenómenos, observa lo inesperado (una pauta), diseña entonces nuevas observaciones o experimentos para dar cuenta de ello. Un rasgo atractivo de este procedimiento es que es tolerante con la complejidad en los fenómenos que se van a observar. Todo lo que se requiere es que esos fenómenos tengan una variedad de propiedades (una pauta) que alguien diestro en el arte llegará a conocer. Así pues, una pauta “sorprendente” no es más que una pauta que es diferente de las conocidas y esperadas.

Un examen más simple de las pautas encontradas ayuda a mostrar lo que vamos a tratar aquí. Los *tests* de inteligencia estándar utilizan con frecuencia la tarea de las Series de compleción de letras de Thurstone³⁴. Se presenta una serie de números o letras, por ejemplo, ABMCDMEF ..., y se le pide a quien hace el test que proporcione la continuación (en este caso, MGHM podría ser la respuesta “correcta”). Se puede proponer un caso riguroso (*strong*) de esta tarea, como una buena medida de la aptitud de habilidades cognitivas de alto nivel. Los estudios sobre cómo se dan las respuestas revelan un cuadro muy simple. Los sujetos constatan dos tipos de relaciones, repeticiones del *mismo* símbolo y relaciones de *siguiente* entre pares de símbolos, donde “siguiente” se refiere a la sucesión en algún “alfabeto” familiar. Por ejemplo, los hablantes de inglés en nuestra cultura encontrarían relaciones de sucesión entre X e Y, martes y miércoles, octubre y noviembre, los enteros 16 y 17, etcétera.

Habiendo percibido tales relaciones en las series del *test*, quien lo realiza encuentra un modelo simple que, normalmente, comporta repetición periódica y jerarquías de las relaciones, que da cuenta de la secuencia presentada y permiten su extrapolación. Un número muy pequeño de relaciones primitivas, aquellas que normalmente asociamos con el concepto de simetría, da cuenta de la mayor parte de las pautas que se han encontrado en las Ciencias, desde la Genética Molecular hasta la Física de Partículas. La pauta descubierta se forma combinatoriamente a partir del pequeño conjunto de relaciones primitivas.

¿Qué forma de experimento? Al observar el mundo natural no tenemos esos lujos de modificar las cosas de una en una y eliminar el ruido; y ahí reside la capacidad superior de los experimentos de laboratorio para revelar las relaciones estructurales subyacentes que nos interesan, *una vez que sabemos qué variables debemos separar y examinar*. Ahí también descansa la debilidad de la experimentación formal, cuando se diseña estrictamente para contrastar hipótesis concretas: normalmente no nos proporciona las sorpresas que, con frecuencia, llevan a los descubrimientos científicos más estimulantes e importantes. Para éstas —para las hipótesis iniciales que guían nuestros experimentos—, hemos de depender, en gran medida, de la observación de fenómenos complejos con el trasfondo de un amplio cuerpo de conocimiento experto almacenado, con el objetivo (*aim*) de encontrar sorpresas.

³⁴ Cfr. SIMON, H. A. y KOTOVSKY, K., “Human Acquisition of Concepts for Sequential Patterns”, *Psychological Review*, v. 70, (1963), pp. 534-546.

La exploración, en cuanto distinta de la experimentación sistemática, no se considera de modo muy favorable en las teorías normativas típicas de diseño experimental. La búsqueda “aleatoria” (*random*) en situaciones complejas se considera que es un procedimiento altamente ineficaz. Por el contrario, para un científico que ha elaborado un amplio cuerpo de conocimiento sobre determinado dominio, cualquier situación que entra en conflicto con ese conocimiento —de manera que hace saltar las expectativas— es un punto de partida para un programa de experimentación, al usar la heurística de la “sorpresa” —descrita anteriormente en los casos de Fleming y Krebs— como una base para guiar la investigación.

Sucede que se ha probado (*proved*) históricamente que el examen rápido del entorno, hasta que aparece una pauta inesperada —una sorpresa—, ha sido una estrategia científica altamente productiva (lo que no excluye, por supuesto, otras estrategias). Una exposición plausible en términos del mecanismo de sorpresa es posible para muchos ejemplos de los fenómenos “ajá”, que son tan ampliamente apreciados por los historiadores de la Ciencia y considerados tan misteriosos por los legos.

4. SIMPLICIDAD VERSUS CERCANÍA (*CLOSENESS*) DE AJUSTE

Al construir teorías hay casi siempre un equilibrio (*trade-off*) entre simplicidad y aproximación cercana a los hechos. Mi anécdota sobre la “teoría” que relaciona estaturas y pesos de niños, $W=aL^3$, ilustra bien este punto. Al suponer que la densidad y la forma no cambian con el crecimiento, salvamos un grado de libertad en nuestra ecuación. ¿Deberíamos hacer esta suposición o deberíamos debilitar la teoría sustituyendo un parámetro, b , por el número 3? ¿O deberíamos descomponer primero b en un producto de dos parámetros, uno para el cambio en la densidad, el otro para el cambio en la forma? La respuesta obvia es que “depende”. ¿De qué depende? Depende de qué cerca se aproximen nuestras suposiciones a la realidad y qué precisa necesitamos o queremos que sea la teoría.

El principio de “ausencia de realismo” (unrealism)

En Economía, la defensa de Milton Friedman del “principio de ausencia de realismo”³⁵ [en los supuestos] ha proporcionado un frecuente campo de batalla para la contienda entre la simplicidad y la cercanía (*closeness*) de la aproximación. Uno de sus ejemplos, la ley de Galileo de la aceleración uniforme, celebra el genio de Galileo manteniendo con firmeza la simplicidad (sobriedad con relación a los hechos). Para entender el movimiento de los cuerpos en el espacio donde la resistencia del aire es despreciable —o, incluso, cerca de la Tierra a bajas velocidades—, la obtención de la relación entre una fuerza constante y una velocidad que aumenta uniformemente con el tiempo ($v = gt$) fue un logro científico estelar. Proporciona también una excelente ilustración de la estrategia experimental de modificar las variables cada vez, para determinar los mecanismos subyacentes que están presentes —e interactúan— en situaciones más complejas. De hecho, su valor para el descubrimiento de leyes —y, quizás, para la verificación— es mucho más evidente que su valor para la aplicación de las leyes, bien sea en el diseño o en la predicción.

Por ejemplo, el descubrimiento de Galileo fracasa al avanzar la Ciencia lo suficientemente lejos como para apoyar el diseño y la manufactura de los paracaídas. El confeccionador de paracaídas, ante $v = gt$ o su equivalente $dv/dt = g$, podría preferir una fórmula más parecida a

³⁵ Cfr. FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953.

$dv/dt = (g - fv)$ —que lleva hacia la aún más compleja $v = (g/f)(1 - e^{-ft})$ —, donde f es un parámetro que representa la resistencia del aire sobre el cuerpo. En verdad, hay otro parámetro aquí que se debe estimar, que tomará diferentes valores ante cuerpos de diferentes tamaños y formas, y el aire de diferentes densidades. Pero la nueva fórmula tiene la virtud de que, una vez hechas estas estimaciones, podría predecir el comportamiento del paracaídas (p. ej., su velocidad terminal, (g/f)); lo que no puede hacer la fórmula más simple. De ahí que, como las dos fórmulas tienen diferentes ámbitos de aplicación, carece de sentido preguntar cuál de las dos es más sobria (*parsimonious*). Antes de considerar su sobriedad, lo primero que debemos preguntar de una fórmula es si describe los datos de interés con un nivel aceptable de aproximación.

Simplicidad y complejidad en la Biología moderna

Antes de volver a los ejemplos tomados de la Teoría Económica, permítanme abordar un ejemplo más de las Ciencias de la Naturaleza: la simplicidad y la aproximación en Genética³⁶. Comenzamos con Mendel que, en sus experimentos con guisantes dulces, llega al importante concepto de gen y a una ley probabilística simple de la herencia por combinaciones de genes que (debido a buena suerte en su elección del material experimental) se heredan de manera independiente y presentan un contraste dominante/recesivo total. Mendel pudo explicar sus datos por medio de una teoría extremadamente simple (que aún se mantiene como un caso especial en el modelo genético actual), como resultado del hecho afortunado de tener las situaciones concretas que investigó esas propiedades especiales concretas.

Antes del fin del siglo diecinueve, los cromosomas se observaron bajo el microscopio y se identificaron como los agentes de la herencia debido a su comportamiento (escisión) durante la meiosis. Estas observaciones produjeron nuevos datos que, interpretados dentro del modelo existente, dieron lugar a una gran ganancia en sobriedad (*parsimony*).

El siguiente paso importante se dio con el tránsito al siglo veinte cuando, junto al redescubrimiento del trabajo de Mendel y su asociación con los cromosomas, se observaron los cruces de cromosomas (que den cuenta de la dependencia estadística entre los genes). La observación de cromosomas había fortalecido la teoría (al proporcionar un hipotético mecanismo para los fenómenos observados), pero ciertamente la complicaba. El descubrimiento del cruce la complicaba aún más al introducir los parámetros que describían la dependencia entre pares de genes, pero también proporcionaba una explicación potencial en términos de situación real de los genes en los mismos o en diferentes cromosomas. Aquí tenemos un caso clásico de balance (*trade-off*) entre la simplicidad de la hipótesis, el ámbito de los fenómenos explicados y la falsabilidad.

La idea según la cual a los genes se les podría asignar ubicaciones en cromosomas concretos sugirió nuevas manipulaciones experimentales (por ejemplo, el incremento de la frecuencia de mutación por radiación) y condujo hacia la curiosidad sobre la estructura química de los genes y los cromosomas. Pasó casi medio siglo antes de comenzar a encontrar respuestas para esas preguntas: primero, la identificación del ADN, en lugar de las proteínas, como la base para la diferenciación entre los cromosomas (que contienen ambos); y, segundo, la identificación de la síntesis proteínica, como el proceso clave

³⁶ Cf. WATSON, J. D., *Molecular Biology of the Gene*, 3ª edición, W. A. Benjamin, Menlo Park, CA, 1976.

governado por los genes, a través de la distribución de tripletes del nucleótido sobre aminoácidos. La introducción de estos mecanismos produjo una teoría aún más compleja (que llegó a ser todavía más, a medida que se fueron descubriendo miríadas de detalles); pero era una teoría que pudo comenzar a explicar el proceso completo en términos de principios aceptados de la Química Física, de ahí que fuese, de hecho, enormemente sobria (*parsimonious*).

Durante el siglo completo al que me estoy refiriendo, no parecía existir ninguna resistencia a pasar de teorías más simples a otras más complejas, que proporcionasen explicaciones (y predicciones) de los fenómenos mucho más completas. La sobriedad estaba muy valorada, como lo estaba una comprensión detallada de los fenómenos complejos; pero la mera simplicidad de la teoría, que sólo se podría obtener al sacrificar la capacidad explicativa, difícilmente era valorada en modo alguno.

Leyes de estructura cualitativa

Además de los modelos de Genética formal que hemos desarrollado, con su cuadro exquisitamente detallado de los procesos químicos, también han aparecido amplias generalizaciones cualitativas de gran importancia: lo que Allen Newell y yo hemos llamado, en otro contexto³⁷, “leyes de estructura cualitativa”. Un ejemplo de tales leyes es, en Genética, ‘Una proteína es una secuencia de aminoácidos que se sintetiza (con frecuencia) in vivo sobre una plantilla consistente en una secuencia lineal de nucleótidos (ARN); esto último distribuido 1-1, a partir de la secuencia correspondiente (ADN) en el cromosoma’. Éste es el significado del eslogan: ‘Un gen, una proteína’.

Nótese el “habitualmente” y el “con frecuencia” en el enunciado de la ley, así como su vaguedad general. Muchas de las leyes de la Biología más importantes (e incluso de la Física) tienen este carácter cualitativo y casi de eslogan: dos ejemplos son la teoría del germen de la enfermedad y la teoría de la célula. La teoría del germen de la enfermedad equivale, sencillamente, al consejo según el cual, ‘si encuentras una enfermedad, busca un micro-organismo como causa; puede que, a menudo, haya uno. Desde luego, hay muchas enfermedades que no traen consigo micro-organismos’. La teoría de la célula sugiere que ‘los organismos están divididos en células, cada una de las cuales tiene muchos orgánulos, incluyendo (al menos en las eucariotas) un núcleo que contiene (la mayor parte del) material genético, y varios orgánulos capaces de llevar a cabo procesos metabólicos’.

Mientras estas leyes de estructura cualitativa no sean sustituidas por teorías detalladas y relativamente rigurosas, desempeñan un papel importante para organizar el pensamiento de expertos en dominios científicos acerca de los fenómenos con los que tratan, y para guiar la búsqueda de soluciones de los problemas que abordan. Por ejemplo, la teoría del germen de la enfermedad sugiere la heurística de aplicar a un organismo enfermo los métodos conocidos para detectar e identificar micro-organismos en tejidos. Se podría decir que proporcionan enunciados simples, pero muy toscos, de teorías muy complejas pero potentes (*powerful*). Los científicos mantienen a su alcance tanto los “eslóganes” como las teorías detalladas, y alternan entre usar uno u otro según dictan las circunstancias. Después, habré de decir más sobre qué circunstancias pueden ser.

³⁷ Cfr. NEWELL, A. y SIMON, H. A., *Human Problem Solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1972.

5. SOBRIEDAD Y SIMPLICIDAD EN ECONOMÍA

Los mismos principios de construcción de teorías y de elección entre simplicidad y complejidad, que he ilustrado con ejemplos tomados de la Física y la Biología, se aplican —sin apenas necesidad de modificación— a la Economía. Una vez más, los ejemplos concretos —que tomo a partir de mi obra— nos van a ayudar a ver el porqué³⁸.

Maximización de la utilidad versus racionalidad limitada

La maximización de la utilidad esperada, el axioma central de la Economía neoclásica, se considera habitualmente como una teoría excesivamente simple, porque todo lo que postula es la consistencia de la conducta de elección (*choice behaviour*) sobre la totalidad del conjunto de elecciones que hace un actor. Dada la función de utilidad del sujeto, los ingresos y las distribuciones de probabilidad sobre eventos futuros, y todo el conjunto de precios del mercado, se determina la demanda de cada uno [él o ella] respecto de todos los bienes. Los ingresos y los precios de mercado se pueden observar, por lo que no crean problema alguno. Pero, como la función de utilidad está completamente indeterminada —al margen del requisito de consistencia—, virtualmente cualquier pauta de demanda es consistente con la teoría. Y, a pesar de la “preferencia revelada”, no existe generalmente un modo práctico para describir empíricamente el contenido de la función de utilidad —aquella de la pauta real de la demanda— en cada momento dado.

Las cosas están un poco mejor si comparamos dos situaciones que están próximas en el tiempo, cuando la segunda es idéntica a la primera, salvo por el aumento del precio de una mercancía. Ahora, con unos pocos supuestos “inofensivos” sobre la función de utilidad (que esencialmente es invariable y que no existen mercancías inferiores), podemos predecir que se demandarán menos que antes aquellos bienes cuyo precio ha aumentado. Sin embargo, sin otro supuesto adicional o información (acerca de la elasticidad), no podemos predecir si la cantidad total gastada en ese producto crecerá o disminuirá y, mucho menos, cuál será la magnitud del cambio. Así, cada componente (*bit*) de la predicción adicional parece requerir pruebas empíricas sobre uno o más parámetros adicionales. Puede pensarse que la teoría es simple, pero no especialmente sobria.

Medida de la elasticidad de la demanda. Henry Schultz, en su monumental *The Theory and Measurement of Demand*³⁹, hizo lo que habitualmente no hacen los científicos de otros campos en esas circunstancias: trató de determinar empíricamente los parámetros, en particular la elasticidad de la demanda. En el proceso reveló las cuestiones difíciles de identificación de ecuaciones estructurales que afronta un quehacer semejante. Lo que constituyó motivo adicional de desánimo fue que difícilmente se podía esperar que los parámetros, si se estimaban, mantuviesen sus valores durante un amplio período de tiempo. Medir la elasticidad de la demanda era más parecido a medir el campo magnético de la Tierra —o, incluso, las pautas cambiantes de las presiones barométricas— que a medir la velocidad de la luz, la constante gravitacional o la constante de Planck.

Más aún, no estaba claro qué se debía tomar como variables independientes. La teoría de la elección en condiciones de incertidumbre estaba en aquel tiempo en un estadio primitivo

³⁸ Cf. SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*, vol. 3, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

³⁹ SCHULTZ, H., *The Theory and Measurement of Demand*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938.

y, aunque Schultz era muy consciente de que tenía que introducir supuestos acerca del proceso predictivo, los supuestos que escogió se parecían mucho más a la telaraña que a las expectativas racionales. (En 1930 no se disponía, por supuesto, de pruebas empíricas —y hoy son muy escasas las que tienen valor— de modo que pudiesen llevar fácilmente a la elección de uno de estos modelos o de cualquier otro).

Utilidades marginales y presupuestos (budgets). Volvamos a mi primer encuentro con las utilidades marginales como investigador. En 1935, estudié de primera mano la administración de los programas de esparcimiento público en mi ciudad natal de Milwaukee. Entre otras cosas, estaba interesado en el proceso presupuestario que requería elegir entre plantar más árboles en parques, por ejemplo, y contratar más animadores de tiempo libre. Obviamente (o así me lo enseñaron mis cursos de Economía) el dinero debía ponerse donde el retorno marginal fuese mayor. Sólo había unas pocas dificultades para la aplicación de este principio: (1) había que poder estimar los resultados producidos por los gastos alternativos, y (2) había que poder determinar los incrementos de utilidad producidos por esos resultados.

Como cuestión práctica, mis observaciones y entrevistas mostraron que ninguno de los participantes en el proceso estaban pensando en el asunto de ese modo, puesto que no tenían ni la menor idea de cómo realizar las medidas requeridas. Además, las observaciones mostraron que, en los dos departamentos implicados en el funcionamiento del programa, los administradores asociados al departamento de obras públicas de la ciudad preferían casi siempre la primera alternativa (árboles), mientras que los asociados a la comisión escolar casi siempre preferían la segunda (animadores de tiempo libre).

No obstante, se tomaron las decisiones presupuestarias. En el proceso, las principales referencias a los datos fueron a los gastos del último año para estos mismos fines. Si era posible gastar más en el año siguiente, el incremento se asignaba más o menos proporcionalmente a los niveles previos de gasto. Por supuesto que el proceso era más complejo que esto (al menos, más prolijo), pero estas observaciones transmiten su tono. A partir de mis observaciones (y de la consiguiente sorpresa ante la irrelevancia de lo que había aprendido en el excelente curso de teoría de los precios de Henry Simons) emergieron algunas leyes de estructura cualitativa relacionadas con los procesos presupuestarios y los procesos de toma de decisiones humanas en general.

Racionalidad limitada y lealtades (loyalties) *organizativas*. La primera de estas nuevas leyes de estructura cualitativa fue el principio de racionalidad limitada (*bounded rationality*): los seres humanos tienen razones para lo que hacer, pero rara vez maximizan la utilidad. No maximizan porque, dadas las complejidades e incertidumbres de las situaciones de elección que afrontan, no tienen ni el conocimiento (teorías y hechos) ni las capacidades de computación para llevar a cabo los procesos de inferencia necesarios. El principio de racionalidad limitada es, al igual que la teoría del germen de la enfermedad (y, para el caso, como la teoría de la utilidad), una licencia de caza del científico más que una respuesta definitiva a la pregunta sobre cuál es la conducta que se observará. Su simplicidad es engañosa, su aplicación requiere discernir una miríada de hechos.

Afortunadamente (y en contraste con la teoría de la utilidad), cuarenta años de investigación en Psicología Cognitiva, dentro del marco de los procesos de información, han revelado muchos de estos hechos, especialmente el mecanismo que se usa en la toma de decisiones cuando es imposible la maximización de la utilidad subjetiva esperada (USE).

La teoría resultante no es simple⁴⁰, pero es sobria (*parsimonious*), y permite la predicción del comportamiento con cierto detalle y alguna exactitud (*accuracy*) en un gran número de situaciones que se han estudiado, incluyendo algunas dentro del campo de la Economía. Es mucho más parecida a la teoría en Biología Molecular que a las leyes del movimiento de Newton.

La segunda ley de estructura cualitativa que surgió de mi estudio del esparcimiento (*recreation*) fue que los miembros de organizaciones se identificaban, de modo cognitivo y emocional, con las metas (*goals*) de las organizaciones o con las unidades organizativas a las que pertenecen. Este principio tiene también una importancia central en Economía, de manera específica (1) en la cuestión de la naturaleza del altruismo y el papel que desempeña el altruismo en la elección humana, y (2) en las motivaciones que subyacen al comportamiento en las organizaciones y las consecuencias de estas motivaciones para los papeles respectivos de las organizaciones y los mercados en una Economía⁴¹.

Ambas leyes de estructura cualitativa, que surgen de mi primera aventura investigadora, tenían algo de la misma simplicidad seductora que posee la maximización USE. Al igual que en este caso, el intento de aplicarlas reveló que se debería proporcionar una considerable cantidad de información empírica antes de poder hacer predicciones sobre situaciones concretas a partir de principios generales de este tipo (o incluso otros [principios] más rigurosos que se puedan expresar mediante ecuaciones).

Explicación de cambios de la oferta y la demanda. Antes de dejar esta cuestión, veamos un ejemplo más —que no considero atípico— de una aplicación de la teoría de maximización USE: la “explicación” de Gary Becker del movimiento de las mujeres hacia el mercado de trabajo después de la Segunda Guerra Mundial⁴². Claramente, la teoría USE requiere que algo cambie, bien sea en la función de utilidad para las mujeres (y, por tanto, en la función de la oferta) o bien en su demanda de su trabajo. Becker opta por lo segundo sin proporcionar ninguna prueba empírica para su elección o, incluso, para abordar la posibilidad de cambios en la función de la utilidad.

Seguramente no es implausible suponer que, como resultado del cambio gradual del papel de las mujeres en la sociedad durante la primera mitad del siglo [xx], las familias más pequeñas y la experiencia de las mujeres en el puesto de trabajo durante la Segunda Guerra Mundial, ha habido grandes cambios continuos en sus preferencias en favor del empleo fuera de casa frente a la gestión del hogar. Claramente, la cuestión del incremento del empleo, si se produjo a partir de un cambio en la demanda o en la oferta (y, por tanto, en la utilidad), es empírica, y la teoría —sin esa prueba (*evidence*)— no puede apoyar una explicación sobre la otra.

El “trabajo” de llegar a la explicación de Becker no lo hace la teoría, sino los supuestos empíricos sin apoyo, que sólo podrían ser refrendados (*validate*) por los datos; datos que no se proporcionaban. Todavía más prejudicial para las propuestas (*claims*) de Becker: el mismo fenómeno del crecimiento del empleo de las mujeres podría haber resultado de

⁴⁰ Véase, por ejemplo, NEWELL, A. y SIMON, H. A., *Human Problem Solving*, capítulo 14.

⁴¹ Cfr. SIMON, H. A., “A Mechanism for Social Selection and Successful Altruism”, *Science*, v. 250, (1990), pp. 1.665-1.668; y SIMON, H. A., “Organizations and Markets”, *Journal of Economic Perspectives*, v. 5, (1991), pp. 25-44.

⁴² Cfr. BECKER, G. S., *A Treatise on the Family*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1981.

mecanismos consistentes con la racionalidad limitada, sin apelar a la hipótesis de maximización USE. Entre numerosas posibilidades voy a sugerir sólo dos: la experiencia de la guerra pudo haber llamado la atención de las mujeres sobre las opciones de empleo fuera de casa, del que habían sido sólo vagamente conscientes, o pudo haber redefinido lo que constituía una pauta satisfactoria de las actividades de la vida.

¿Salimos ganando o estamos peor con respecto a la simplicidad o sobriedad (*parsimony*) si sustituimos racionalidad limitada por maximización de la utilidad, para explicar éste y otros fenómenos concretos? Hemos visto que el principio de racionalidad limitada es claramente una ley de estructura cualitativa, sujeta a muchos tipos de imprecisión. Nos aconseja que, para predecir la conducta, debemos saber algo no sólo acerca de las preferencias del actor y el entorno donde actúa él o ella (lo que también requiere la teoría de la utilidad), sino también acerca del conocimiento que tenga el actor (de las alternativas y de las consecuencias) y de su habilidad para computar y realizar inferencias.

¿Qué propone la racionalidad limitada como sustituto de la maximización de la utilidad? Dice que debemos examinar empíricamente la conducta humana, para averiguar qué procedimientos se usan realmente para tomar decisiones. Estos procedimientos pueden variar de manera considerable, dependiendo de cuál sea el conocimiento y la información disponible y de la complejidad de la situación. Pueden cambiar en el curso de la historia, con la adquisición de nuevo conocimiento y nuevas técnicas de computación y con el cambio en la atención pública. Sin embargo, los procedimientos que se usan para la decisión no se construyen de forma arbitraria ni de nuevo para cada situación de decisión, sino que se derivan de principios más generales.

La investigación psicológica que he mencionado con anterioridad ha reunido y contrastado algunos modelos de procesos de decisión más precisos, que incorporan mecanismos tales como la investigación heurística (que incluye la búsqueda para aumentar el espacio del bien [*commodity*]), niveles de satisfacción y de aspiración (buscando alternativas que reúnan niveles “satisfactorios”, donde lo que es satisfactorio es modificado constantemente por la experiencia), análisis de medios a fines, el foco de atención, reconocimiento, el contenido y la organización de memorias expertas, y así sucesivamente.

Podríamos decir que este cuerpo de teoría se parece a la teoría de la Biología Molecular de manera cualitativa, cuando no cuantitativamente. Postula una gran cantidad de mecanismos específicos y se requiere una gran cantidad de conocimiento empírico antes de poderse aplicar a cualesquiera circunstancias particulares. Ni la maximización USE ni la racionalidad limitada son teorías excepcionalmente sobrias (*parsimonious*). Ni son simples, excepto cuando se presenta en forma de leyes de estructura cualitativa: [son] toscas guías cualitativas de los fenómenos. ¿Cómo vamos a escoger entre ellas?

Podría proponer que eligiéramos de la misma manera que escogemos en otras Ciencias. Primero, debemos buscar las pruebas empíricas (*evidence*) de si los mecanismos avanzados por cada teoría se comportan, de hecho, como se postula. En la medida en que lo hacen, la teoría tiene al menos valor explicativo, cuando no valor predictivo. Desde luego que podríamos concluir que no hay modo de averiguar nada sobre estos mecanismos. En ese punto deberíamos considerar a la teoría como vacua: “metafísica” o “no operativa”, en lenguaje positivista.

Si nuestros intereses son más aplicados que básicos, podríamos escoger entre teorías, como propone Friedman, sobre la base de la capacidad predictiva en lugar del valor explicativo. Pero si lo hacemos, debemos incluir no sólo el esqueleto de la teoría, sino los parámetros que han de ser estimados para hacer predicciones. Aquí, de nuevo, una teoría es esencialmente inútil, a menos que haya maneras prácticas de estimar esos parámetros, y que el éxito de la predicción se deba a que descansa, por lo menos en la misma proporción, sobre las medidas de los parámetros que [lo hace] sobre la forma exacta de los axiomas.

Distribuciones del tamaño de empresa. Vuelvo a otro ejemplo de mi propia investigación económica para ilustrar los aspectos que acabo de exponer. En los capítulos sobre Teoría de la Empresa —en los libros de texto de Economía neoclásica— se presta cierta atención a los determinantes del tamaño de la empresa. La teoría estándar, transmitida por todos los libros de texto con los que estoy familiarizado, parte de Jacob Viner y su celebrado debate con Wang, su delineante (*draftsman*). Cada empresa, de acuerdo con Viner corregido por Wang, tiene una curva de coste a corto plazo en forma de U, determinada por el nivel de operación para la que ha sido diseñada, y una curva de coste a largo plazo en forma de U que es el envoltorio de las curvas de corto plazo para todos los niveles posibles de operación. A largo plazo, las empresas operarán en la escala que corresponda al punto de mínimo coste en la curva de coste a largo plazo.

¿Qué permite decir esta teoría (deducida de la maximización del beneficio) sobre la distribución de las empresas por tamaños en una industria o en una entera economía? Esencialmente nada, a menos que todas las empresas de la industria se enfrenten a la misma curva de coste a largo plazo. En ese caso, se podrá predecir que todas las empresas van a tener aproximadamente el mismo tamaño; una predicción que está en egregio conflicto con todos los hechos conocidos. Si, por otra parte, cada empresa tiene una curva de coste idiosincrásica, entonces cada una tendrá su tamaño determinado por esa curva. En este caso, no se puede decir nada en absoluto sobre la distribución del tamaño de las empresas en la industria sin el previo conocimiento del óptimo para cada empresa: una predicción no muy sobria (*parsimonious*).

Como mencioné anteriormente en este capítulo, llegué a la cuestión del tamaño de la empresa desde la dirección opuesta: a partir de los datos empíricos de la distribución real de tamaños, que casi siempre encajaba bastante bien con la distribución de Yule (o de Pareto), una distribución relacionada con la distribución *lognormal*, aunque aún más asimétrica que ella⁴³. Para los fenómenos de los tamaños de las empresas, se puede derivar esta distribución a partir de supuestos cuyas exigencias de cálculo humano son mucho más débiles que las que hace de la maximización USE, y que son compatibles con la racionalidad limitada humana. El supuesto básico (normalmente llamado el supuesto de Gibrat) es que la proporción promedio del crecimiento de las empresas de todos los tamaños es independiente del tamaño presente. Si el promedio (*average*) de las empresas pequeñas crecen un 5 por ciento por año, entonces las empresas de tamaño medio también crecen el 5 por ciento en promedio, y las grandes, otro 5 por ciento.

Este supuesto de Gibrat tiene varias cosas elogiadas. Primera, es simple: mucho más simple que la maximización de USE y, por tanto, mucho más sobrio. Segunda, es fácil

⁴³ Cfr. IJIRI, Y. y SIMON, H. A., *Skew Distributions and the Sizes of Business Firms*, North-Holland, Nueva York, 1977.

encontrar datos para contrastarlo. Tercera, y quizás lo más importante, se ajusta a los hechos muy bien en casi todos los casos donde se ha contrastado. Cuarta, el supuesto de Gibrat se sigue de algunos supuestos bastante plausibles acerca de los mecanismos subyacentes: *grosso modo*, que la cantidad de dinero que una empresa puede pedir prestado a un coste razonable para su expansión, la velocidad con la que puede incrementar a un coste razonable su producción y los instrumentos de mercadotecnia y de mercados (*markets*), y todas las magnitudes similares que gobiernan la expansión en su totalidad serán aproximadamente proporcionales al presente tamaño de la empresa. (Si queremos poner el asunto en términos de curvas de coste en forma de U, deberíamos comenzar con las curvas para el coste del *cambio* de la tasa (*rate*) de producción, en lugar de las curvas para el coste de producción en los distintos niveles de salida [*output*]). No me consta que esas hipótesis sobre la facilidad de la expansión se hayan contrastado alguna vez de manera sistemática, pero los datos casuales con los que estoy familiarizado encajan (*fit*) con ellas, y cuando se proponen a personas con experiencia en los negocios se hacen eco (*resonate*) de ellas.

En el caso de los tamaños de las empresas de negocios, parece claro que, de los principios que se aplican normalmente en la Ciencia para escoger entre teorías —ya sea la simplicidad, la sobriedad (*parsimony*), o la capacidad predictiva y la exactitud—, escogeremos la explicación de las distribuciones del tamaño de las empresas basada en el supuesto de Gibrat antes que la explicación casi vacua basada en la maximización del beneficio. Que la teoría Viner-Wang persista en los libros de texto, que apenas mencionan la teoría de Gibrat, sólo se puede explicar por la mística de USE que continúa dominando a la profesión de la Economía. Es como si los físicos continuasen creyendo que el espacio está ocupado por éter cuarenta años después de haberse publicado los experimentos de Michelson-Morley.

6. SOBRIEDAD Y SIMPLICIDAD EN EL MUNDO

Hasta este momento, nos hemos interesado por el significado de la simplicidad y la sobriedad (*parsimony*) en las teorías científicas. En esta sección final, enfocándolo todavía sobre mi propia investigación, me gustaría proponer algunas generalizaciones sobre la simplicidad en los fenómenos que estudiamos. Voy a examinar dos ejemplos: uno relacionado con las Ciencias Humanas, el otro más abstracto y general. Las lecciones que vamos a extraer son [dos]: primera, que la simplicidad (como diferente de la sobriedad) se puede lograr en la Ciencia en la medida en que los fenómenos que estamos estudiando sean simples; y segunda, que encontramos en muchos campos —afortunadamente para nosotros— un tipo concreto de simplicidad que nos permite seguir una estrategia de *divide-y-vencerás* en nuestra investigación.

¿Es simple la conducta humana?

En el tratamiento hasta ahora de la simplicidad y la sobriedad en la Ciencia, no he hecho distinción entre las Ciencias Humanas y las así llamadas Ciencias “Naturales”. Se suscitan algunas consideraciones especiales cuando construimos teorías sobre el comportamiento de organismos adaptativos, entre los cuales los seres humanos revisten para nosotros un interés especial. Nuestras investigaciones nos llevarán a generalizaciones acerca de la relación entre la complejidad del entorno en el que viven los sistemas adaptativos y la simplicidad o la complejidad de los propios sistemas (y, por tanto, de las teorías sobre ellos).

En otro contexto he propuesto que, si dejamos a un lado por un momento los contenidos de la memoria humana, entonces “[un] hombre, considerado como un sistema de comportamiento, es muy simple. La complejidad aparente de su comportamiento a través del tiempo es, en su mayor parte, un reflejo de la complejidad del entorno en el que se encuentra”⁴⁴. La razón para excluir a la memoria de esta caracterización es que los contenidos de la memoria reflejan en gran medida la complejidad (o la simplicidad) del entorno. No son una parte integrada de la arquitectura humana, pero se adquieren y conforman a través de la experiencia del mundo (incluyendo, por supuesto, la experiencia social).

Tenemos aquí otra ley de estructura cualitativa. ¿Qué sostiene acerca de la simplicidad o la complejidad de la teoría? Asevera que si dividimos nuestra teoría del comportamiento humano en dos partes —(1) la arquitectura, y (2) el conocimiento y la destreza (*skill*) que se han aprendido—, la primera será relativamente simple (al menos en el nivel de detalle de los procesos de información, aunque no necesariamente en el nivel neuronal) en comparación con la última. Los propios procesos de aprendizaje, al ser parte de la arquitectura, serán simples; pero no lo será el cuerpo de conocimiento y la destreza (*skill*) adquiridos a través de ellos. Las teorías contemporáneas de la cognición —incluidas las teorías de solución de problemas y de percepción, aprendizaje y memoria— dividen de esta manera la cuestión, adquiriendo así una enorme sobriedad. Permítanme comentar acerca de una teoría de este tipo, que se ha empleado para explicar, entre otras cosas, las bases para el conocimiento humano especializado de experto (*expertise*).

EPAM es un modelo de percepción, aprendizaje, memoria (a corto y largo plazo) y reconocimiento humanos. La teoría fue propuesta primeramente por Feigenbaum, para dar cuenta del fenómeno del aprendizaje verbal memorístico humano⁴⁵, y el siguiente tercio de siglo se ha ampliado progresivamente para explicar una amplia gama de los fenómenos que estudian los psicólogos experimentales. En años recientes, EPAM ha sido valioso en particular para explicar las amplias diferencias entre las actuaciones (*performances*) de los novatos y los expertos en cualquier campo concreto⁴⁶. Para llevar esto a cabo, interactúa con otra teoría, el Solucionador General de Problemas (*General Problem Solver*, GPS), cuya historia se remonta a 1958, y que proporciona una explicación de los procesos humanos de solución de problemas⁴⁷. EPAM y GPS, tomados conjuntamente, pueden ser considerados como especificaciones, en el nivel simbólico, de los mecanismos principales que la racionalidad limitada llevan a cabo en los seres humanos.

No voy a intentar describir ni EPAM ni GPS, pero mostraré de manera sencilla cómo proporcionan una teoría simple del conocimiento experto (*expertise*); una [teoría] que es simple, al menos en el nivel de estructura cualitativa, y que no es demasiado compleja ni siquiera cuando miramos a los detalles de las cuestiones básicas (*nitty-gritty details*) de

⁴⁴ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª edición, The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

⁴⁵ Cfr. FEIGENBAUM, E. A., “The Simulation of Verbal Learning Behavior”, *Proceedings of the 1961 Western Joint Computer Conference*, v. 19, (1961), pp. 121-132.

⁴⁶ Cfr. RICHMAN, H. B., GOBET, F., STASZWESKI, J. J. y SIMON, H. A., “Perceptual and Memory Processes in the Acquisition of Expert Performance: the EPAM model”, en ERIKSON, K. A. (ed), *The Road to Excellence: the Acquisition of Expert Performance in the Arts and Sciences, Sport and Games*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 1996, pp. 167-188.

⁴⁷ Cfr. NEWELL, A. y SIMON, H. A., *Human Problem Solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1972.

su puesta en práctica. Aun cuando valoramos su simplicidad, la teoría es seguramente sobria (*parsimonious*) —probablemente la valoración más importante—, porque EPAM y GPS usan sólo unos pocos mecanismos para dar cuenta de comportamientos sumamente complejos (p. ej., jugar como un gran maestro del ajedrez, hacer diagnósticos médicos, descubrir leyes científicas, conducir un coche, escribir música, hacer dibujos).

Los mecanismos centrales de GPS son la investigación heurística y, en particular, el análisis de medios a fines, que ya se ha tratado. Los mecanismos centrales de EPAM son el proceso de aprendizaje y el proceso de reconocimiento. A través del proceso de aprendizaje, EPAM adquiere la habilidad de distinguir entre los estímulos que se le presentan. Lo hace mediante el empleo de procesos muy simples, para construir una red de discriminación de tamaño ilimitado (se han desarrollado redes de más de 200.000 nodos terminales) que realizan contrastaciones sucesivas sobre rasgos del estímulo y los clasifica en consecuencia. El proceso de discriminación capacita a EPAM para reconocer los estímulos ya conocidos a través del aprendizaje, y, por consiguiente, para acceder a la información acerca de ellos que había sido previamente almacenada.

En resumen, la teoría del conocimiento experto (*expertise*) asevera que los expertos son capaces de actuar (*perform*) como lo hacen debido a que, (1) en virtud de las estructuras y los procesos del tipo GPS, tienen heurísticas poderosas que convierten su solución de problemas en el dominio de órdenes de expertos de una magnitud mucho más poderosa y eficiente que la solución de problemas de los novatos; (2) en virtud de estructuras y procesos del estilo EPAM, reconocen una mayor cantidad de situaciones a partir de las pistas que perciben en ellos, y, por tanto, consiguen acceso al conocimiento y a las destrezas (*skills*) relevantes para estas situaciones, que les capacitan para resolver muchos problemas mediante el reconocimiento inmediato y que aumentan considerablemente su eficiencia en la búsqueda de solución para los otros. Se podría decir que el experto opera como una enciclopedia bien indizada con capacidades (GPS) para búsqueda selectiva.

La prueba que apoya esta exposición de conocimiento experto se ha reunido en muchos dominios y es ahora aplastante. Puede decirse con seguridad, por ejemplo, que una gran cantidad de diagnóstico médico se lleva a cabo mediante reconocimiento (de síntomas), y cuando esto no basta, el resto del trabajo se hace a través de búsqueda heurística, que guía la recolección de pruebas (*evidence*) adicionales y su interpretación. No le ha faltado a la teoría aplicación a los fenómenos económicos, que elucida, entre otros, los procesos utilizados por un analista financiero para determinar áreas de problemas de la empresa, los procesos empleados para seleccionar una cartera de inversiones, los sistemas para programar (*scheduling*) fenómenos complejos cuando la optimización no es realizable de modo computacional, procesos de elección de trabajo, los procesos utilizados para analizar casos de negocios del tipo habitualmente usado en los cursos de política empresarial (*business policy*), y los procesos de decisión sobre inversiones de empresas⁴⁸. Recientemente, se ha anotado alguno de sus éxitos más importantes al mostrar cómo la racionalidad limitada (podría denominarse en este caso racionalidad mínima) puede producir un relativamente eficiente equilibrio de mercados, en ausencia de mecanismos de maximización de la utilidad.

⁴⁸ Las referencias a esta investigación se encuentran en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*, Vol. 3, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

A través de la construcción de una teoría de un dominio independiente de búsqueda heurística (GPS) y de mecanismos de reconocimiento (EPAM) —y al proporcionar conocimiento del dominio que se ha determinado de manera independiente, para estar disponible a los expertos en dominios específicos—, las teorías en forma de modelos de programas que funcionan en el ordenador han podido dar cuenta de la actuación (*performance*) experta en estos dominios. Porque los modelos de ordenador mismos pueden realizar tareas profesionales en ese dominio, pueden hacer predicciones directas de conducta experta que puede ser comparada con las observaciones de los expertos humanos en el laboratorio o en las situaciones de la vida real. Como muestran los ejemplos del párrafo anterior, estos métodos se pueden usar para estudiar y explicar la toma de decisiones de los actores económicos, de un modo que se puede verificar o refutar empíricamente.

¿Son simples los sistemas grandes?

El tema final que voy a abordar tuvo sus comienzos en la Economía, pero tiene implicaciones importantes para campos tan distantes como la Biología evolutiva y la Informática (*computer science*), e incluso para la organización de las Ciencias en general. Trata de la relación entre, por un lado, los tipos concretos de pautas (*pattern*) en los fenómenos que se estudian y, por otro lado, la sobriedad de las teorías que describen los fenómenos. Aparece bajo las etiquetas de “casi descomponibilidad” (*near decomposability*) y “descomponibilidad casi completa” (*nearly complete decomposability*) de los sistemas dinámicos, y cuyo núcleo se encuentra en el Teorema de Simon-Ando, publicado por primera vez en *Econometrica*⁴⁹.

Sistemas dinámicos de bloque triangular y diagonal. Poco después de su publicación, atrajo mi atención un artículo de Richard M. Goodwin⁵⁰. Estaba interesado Goodwin en la justificación del análisis de equilibrio parcial, en especial la legitimidad de tratar conjuntos de variables como inconexas, tanto si su conexión es muy débil como si están acoplados (*coupled*) unilateralmente (sistemas cuyo acoplamiento unilateral de los subconjuntos de variables se denomina bloque triangular).

Más tarde, la exploración de esta idea me llevó a una caracterización formal de la ordenación causal y su relación con la identificabilidad⁵¹. En 1957, Albert Ando y yo, al volver de nuevo a las ideas de Goodwin, vimos cómo simplificar radicalmente —sin pérdida relevante de información— la descripción de sistemas que eran descomponibles casi por completo y, de este modo, hacer sus descripciones mucho más sobrias. Los sistemas casi completamente descomponibles son sistemas compuestos de bloques de variables, donde cada bloque está sólo débilmente conectado con los otros⁵². Por ejemplo, en las matrices *input-output* de sistemas económicos, es típico que las variables dentro de un grupo concreto de industrias estén estrechamente vinculadas una con otra, pero sólo débilmente vinculadas a las variables de los otros grupos. Las variables y las ecuaciones de

⁴⁹ SIMON, H. A. y ANDO, A., “Aggregation of Variables in Dynamic Systems”, *Econometrica*, v. 29, (1961), pp. 111-138.

⁵⁰ GOODWIN, R. M., “Dynamical Coupling with Special Reference to Markets having Production Lags”, *Econometrica*, v. 15, (1947), pp. 181-204.

⁵¹ Cfr. SIMON, H. A., “Causal Ordering and Identifiability”, en HOOD, W. y KOOPMANS, T. C. (eds), *Studies in Econometric Methods*, John Wiley, Nueva York, 1953, pp. 49-74.

⁵² Cfr. SIMON, H. A. y ANDO, A., “Aggregation of Variables in Dynamic Systems”, pp. 111-138.

los sistemas casi completamente descomponibles pueden ordenarse de tal modo que sus matrices estén casi en un bloque diagonal (figura 1).

X	X	X			€			
X	X	X					€	
X	X	X		€		€		
			X	X	X	X		
	€		X	X	X	X		€
			X	X	X	X	€	
€			X	X	X	X		
		€					X	X
€				€			X	X

Figura 1. Una matriz casi completamente descomponible: X representa un posible vínculo fuerte; € es un vínculo débil (épsilon).

Sucede que esta estructura jerárquica de relaciones entre variables y conjuntos de variables no era peculiar de los sistemas económicos o de las organizaciones humanas. Habitualmente también se observa tanto en la naturaleza inorgánica (estratos [*layers*] desde los *quarks* hasta las moléculas, a través de los átomos) como en la naturaleza orgánica (estratos [*layers*] desde las moléculas orgánicas —a través de las reacciones complejas— hasta las células, los órganos y los organismos).

Esto nos lleva a la hipótesis (una ley de estructura cualitativa) según la cual los sistemas que, en la Naturaleza, que parecen ser complejos, se encontrará normalmente que siguen pautas de jerarquía; y que serán describibles de manera simple y sobria, si esta propiedad especial y poderosa les proporciona alguna ventaja.

Somos capaces de probar (con el Teorema Simon-Ando) que, en un sistema dinámico estable cuya matriz de coeficientes es casi un bloque diagonal (figura 1), cada uno de los bloques diagonales se encamina hacia su estado constante (*steady state*), casi independientemente de los otros. En un periodo de tiempo más dilatado, la matriz entera se dirige gradualmente a un estado continuo a largo plazo; y, durante este segundo periodo, los bloques diagonales se mueven monolíticamente, casi preservando sus estados constantes individuales. Así, para describir aproximadamente el sistema completo, es necesario sólo resolver las ecuaciones para cada uno de los bloques diagonales; el reemplazar cada bloque por un elemento individual (*single*), que es un promedio ponderado de los elementos de su principal vector eigen (*eigenvector*); y entonces resolver este sistema agregado (con un grado de libertad para cada bloque) para el comportamiento del sistema a largo plazo.

Sistemas multinivel. Esta posibilidad de simplificar sistemas casi completamente descomponibles mediante la agregación no está limitada a los sistemas de dos niveles, como el reflejado en la figura 1. Cada bloque de la diagonal en esa figura podría representar por sí mismo un sistema casi completamente descomponible, y así sucesivamente, para cualquier número de niveles. En términos de escalas de tiempo, los eventos del nivel más bajo

de la jerarquía acaecerían muy rápidamente; desde ahí las escalas de tiempo serían cada vez más lentas, conforme ascendemos hacia niveles más altos. La agregación comporta seleccionar fuera de los procesos que operan en cada escala de tiempo concreta y estudiar su conducta de manera independiente de los procesos más rápidos o los más lentos⁵³. Para la escala de tiempo seleccionada, los fenómenos dinámicos se observan a un particular nivel de agregación; las variables a altos niveles de agregación permanecen aproximadamente constantes; y los subsistemas a niveles bajos se ven sólo como agregados en estado continuo de movimiento.

La casi-descomponibilidad y la especialización de la Ciencia. En un mundo levantado sobre este plan, como lo están amplios aspectos de nuestro mundo, fenómenos en torno a diferentes escalas de tiempo se pueden estudiar casi independientemente unos de otros; y buena parte de la especialización entre las Ciencias se basa, precisamente, en esta posibilidad de descomponer y agregar. Cada una de las Ciencias selecciona fenómenos en torno a una escala de tiempo concreta, considera a las variables de las escalas de tiempo más lentas como parámetros constantes, y trata a los subsistemas que operan en escalas de tiempo más rápido como agregados cuyos detalles internos son irrelevantes en una escala de especial interés. Esta partición se ve quizás en su forma más aguda en Física y Química, en la progresión desde los *quarks*, a través de las así llamadas partículas elementales, los componentes atómicos, hacia las pequeñas moléculas, macromoléculas, etc.

La casi-descomponibilidad es de gran importancia también para las Ciencias Sociales. Por ejemplo, las teorías cognitivas que he descrito en este capítulo postulan procesos que tienen duraciones que van de los diez milisegundos a unos pocos segundos. (Puede llevar alrededor de 10 milisegundos contrastar una propiedad aislada en un estímulo; alrededor de 500 milisegundos reconocer un estímulo; alrededor de 8 segundos almacenar un nuevo estímulo simple en la memoria a largo plazo). En el siguiente nivel inferior están los procesos neurales, que son más rápidos en uno o más órdenes de magnitud. (Lleva alrededor de un milisegundo por señal el cruzar la sinapsis entre dos neuronas). Es la diferencia de velocidad de los procesos en los dos niveles la que nos permite construir una teoría de la cognición en el nivel del símbolo-proceso que es reducible, en principio, a una teoría neuropsicológica, pero que se puede desarrollar independientemente de los detalles de la teoría anterior. Para entender la resolución de problemas, no necesitamos conocer con detalle acerca de las operaciones de las neuronas.

Un segundo modo de representar la casi-descomponibilidad de sistemas complejos es por medio de programas de ordenador que emplean subrutinas cerradas. En tales programas, cada rutina se ejecuta mediante la ejecución en secuencia de sus rutinas componentes, hasta que bajamos al nivel de las instrucciones primitivas, que se ejecutan directamente (traducidas directamente al lenguaje de la máquina). Una rutina se ejecutará correctamente en tanto que se le proporcionen las entradas (*inputs*) correctas a sus subrutinas, y las subrutinas, a cambio, lleven a los resultados (*outputs*) correctos. Más allá de este requisito, la operación de una rutina es completamente independiente de la estructura y la operación de sus subrutinas (y de sus sub-subrutinas, por debajo del nivel de las primitivas). Del mismo modo que los mercados reducen la información que han de tener

⁵³ Los físicos, luchando con ciertos problemas de Electrodinámica cuántica, parecen haber redescubierto una idea aproximadamente similar, que emplean bajo la etiqueta de “renormalización”.

los actores económicos sobre las otras partes del sistema económico, así la arquitectura de las subrutinas cerradas —y la arquitectura, íntimamente relacionada, de la casi completa descomponibilidad— reduce la dependencia de cada componente respecto de la estructura detallada y el funcionamiento de los otros.

Simplicidad “natural” en las teorías. La suspensión de las teorías desde enlaces superiores (*sky-hooks*) jerárquicos es característica de toda la Ciencia. Se podría describir como la concesión de la Naturaleza a la racionalidad limitada de los científicos: los fenómenos no tienen que ser comprendidos de golpe a la vez, sino que se pueden dividir en sus componentes que se pueden estudiar separadamente. Pero el proceso de subdivisión, si ha de tener éxito, debe respetar la estructura de los sistemas naturales. La estructura jerárquica de muchos sistemas complejos, y la estrategia del divide-y-vencerás que la hace posible, es la mayor fuente de simplicidad en las teorías científicas, porque es la mayor fuente de pautas (*pattern*). El tratamiento independiente de los componentes del sistema no representa la simplicidad por la simplicidad misma, sino la explotación de la sobriedad (*parsimony*) que está presente en la Naturaleza. En particular, la casi-descomponibilidad consigue esta sobriedad con una pequeña pérdida en la exactitud de aproximación. La simplicidad que se logra es un subproducto del modo de ser de las cosas, no una celebración de un “principio de ausencia de realismo”.

Bases evolutivas de la casi-descomponibilidad. Es natural preguntar cómo somos tan afortunados como para encontrar la Naturaleza estructurada de este modo. Una respuesta plausible se puede dar en términos de selección natural. Como he dado esa respuesta con considerable extensión en *The Sciences of the Artificial*⁵⁴, sólo la esbozaré aquí brevemente. Aunque no se ha mostrado de modo concluyente, hay razones para creer que la proporción en la que los sistemas complejos están evolucionando es, probablemente, mucho más acelerada si están compuestos de subsistemas estables, cada uno de los cuales se puede alterar sin alteraciones importantes en los otros. A cada nivel de complejidad (medido, digamos que por el tamaño del sistema) los sistemas jerárquicamente ordenados evolucionarán más rápidamente que los sistemas que no lo están. Como resultado, muchos de los sistemas muy complejos que han evolucionado —y que podemos observar en el mundo— tienen estructura jerárquica.

En la naturaleza inorgánica —y en la naturaleza orgánica por encima del nivel de los organismos unicelulares— la ventaja de la casi-descomponibilidad se consigue siempre que los sistemas estables simples se combinan en sistemas estables más complejos (p. ej., los átomos en moléculas). En el nivel de los organismos multicelulares, se obtienen similares ventajas porque las interrelaciones de los procesos químicos estables de los tejidos especializados y de los órganos se asemejan a las interrelaciones de subrutinas cerradas: cada uno depende sólo de los resultados (*outputs*) de los otros y les proporciona entradas (*inputs*). El éxito de cada uno apenas se distingue de los detalles de cómo sus entradas son producidas por los proveedores.

El hígado convierte amoníaco, que se deriva previamente a partir de aminoácidos en urea, que proporcionan los riñones para excreción. Dado que la urea se sintetiza y se suministra, la operación de los riñones no se ve afectada por la secuencia exacta de las reacciones de síntesis de la urea en el hígado. El incremento de la eficiencia del hígado no afectará a los

⁵⁴ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª edición, The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

riñones a corto plazo; a más largo plazo, la *ratio* de los tamaños de los dos órganos puede cambiar si uno consigue eficiencia más rápidamente que el otro. El hecho importante es que la proporción de la evolución se acelera mediante la mutua independencia de los subsistemas, a partir de la sensibilidad de cada uno respecto del otro en cuanto a detalles de estructura y proceso.

Las implicaciones de la casi-descomponibilidad para la eficiencia y la evolución de los sistemas complejos se entiende todavía de manera imperfecta. Podemos esperar que el progreso en Biología del desarrollo molecular arrojará pronto una gran cantidad de luz sobre estos asuntos.

7. CONCLUSIÓN

¿Qué hemos aprendido de esta exploración acerca de la simplicidad y la sobriedad (*parsimony*) en la Ciencia? En concreto, ¿cuáles son las leyes principales de estructura cualitativa que podemos obtener de nuestra investigación? No voy a intentar un sumario detallado de los muchos temas tratados, sino simplemente señalar alguna de las generalizaciones más importantes que surgen del estudio.

El *desideratum* básico en la Ciencia, ya se busque para la comprensión (*understanding*), por sus resultados prácticos o por su belleza, es la sobriedad, que puede ser medida por la proporción del número de símbolos requeridos para describir los datos de manera individual respecto del número requerido para describir las pautas que conforman. Nuestro objetivo (*aim*) es descubrir pautas de hechos observados que se puedan usar para describir y explicar esos hechos sobriamente (*parsimoniously*).

La sobriedad (*parsimony*) trae consigo la onda de la simplicidad; pero la simplicidad en la teoría sin sobriedad en la relación entre la teoría y los datos se compra sólo al precio de debilitar la bondad (*goodness*) de la aproximación de nuestras descripciones, restringiendo el ámbito de los fenómenos sobre los que se extiende y empobreciendo nuestra comprensión de los fenómenos.

El descubrimiento de leyes requiere que sinteticemos hipótesis, y normalmente es ventajoso sintetizar las hipótesis simples antes que las complejas, porque (1) es más fácil generar hipótesis mediante operaciones combinatorias sobre unas pocas hipótesis primitivas, y (2) estamos buscando la hipótesis más simple que dará cuenta de los fenómenos (esto es, la más sobria).

La sobriedad (*parsimony*), medida por la *ratio* del número de puntos de datos (*data points*) respecto del número de parámetros que es necesario estimar a partir de los datos, mejora la falsabilidad de las teorías.

La simplicidad, cuando se puede alcanzar sin sacrificios inaceptables de capacidad descriptiva, explicativa y predictiva, puede facilitar la computación con las teorías y el razonamiento sobre ellas. La simplicidad computacional, la simplicidad de los enunciados de las teorías y la simplicidad de los mecanismos que aplican (*implement*) las teorías no siempre son sinónimas. La simplicidad computacional es el campo principal para escoger entre representaciones alternativas de la misma teoría.

Debemos distinguir entre la simplicidad de una teoría y la simplicidad del mecanismo en el siguiente nivel inferior, que se comporta mediante la teoría. Aunque se puede considerar la simplicidad de la teoría USE, su aplicación (*implementation*) comporta mecanismos

computacionales complejos inalcanzables para los autores humanos de la teoría. Por otra parte, la racionalidad limitada puede ser aplicada (*implemented*) mediante mecanismos computacionales que están dentro de las capacidades humanas.

Describir los datos en términos de teorías que se construyen sobre relaciones estructurales proporciona medios para predecir el comportamiento de los sistemas dentro del cambio parcial en la estructura. La validez de las relaciones estructurales en una teoría sólo se puede contrastar si la teoría está sobreidentificada (*over-identified*).

Importantes características de las teorías se hallan con frecuencia encapsuladas en leyes de estructura cualitativa, que son heurísticas y no rigurosas, y que proporcionan generalizaciones de alto nivel y representaciones útiles para la organización de la búsqueda de la solución de problemas.

La fuente de la simplicidad en una teoría es la existencia de pautas (*pattern*) descubribles en los fenómenos que la teoría describe y explica. La estructura jerárquica de muchos de los fenómenos de nuestro mundo proporciona una base para la construcción independiente —y relativamente simple— de teorías para campos de problemas distintos, cada uno de ellos relaciona el comportamiento del sistema a un nivel distinto de la jerarquía. Los niveles se distinguen en términos de velocidades y duración de sus procesos, y se pueden proporcionar teorías casi-independientes para los fenómenos de cada nivel jerárquico. Entre los sistemas grandes, la evolución seleccionará favorablemente en favor de aquéllos que sean jerárquicos.

BIBLIOGRAFÍA

AUMANN, R. J., *Rationality and Bounded Rationality*, Conferencia Nancy L. Schwartz, pronunciada en mayo de 1986 en la J. L. Kellogg School of Management, Northwestern University, 1986.⁵⁵

BACON, F., *Novum Organum sive iudicia vera de interpretatione naturae et regno hominis*, Londres, 1620. Versión inglesa: *The New Organon*, Liberal Arts Press, Nueva York, 1960.

BANET, L., “Evolution of the Balmer Series”, *American Journal of Physics*, v. 34, (1966), pp. 496-503.

BARRON, A. R. y COVER, T. M., “Minimum Complexity Density Estimation”, *IEEE Transactions on Information Theory*, v. 37, (1991), pp. 1.034-1.054.

BECKER, G. S., *A Treatise on the Family*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1981.

BERLYNE, D. E., *Conflict, Arousal, and Curiosity*, McGraw Hill, Nueva York, 1960.

BYNUM, W. F., BROWN, F. E. J. y PORTER, R., *Dictionary of the History of Science*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1981.

FEIGENBAUM, E. A., “The Simulation of Verbal Learning Behavior”, *Proceedings of the 1961 Western Joint Computer Conference*, v. 19, (1961), pp. 121-132.

FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953.

GOODWIN, R. M., “Dynamical Coupling with Special Reference to Markets having Production Lags”, *Econometrica*, v. 15, (1947), pp. 181-204.

⁵⁵ Una versión actualizada de este texto es el siguiente artículo: AUMANN, R. J., “Rationality and Bounded Rationality”, *Games and Economic Behavior*, v. 21, n. 1-2, (1997), pp. 2-14. (*N. del E.*)

HALL, P., "On Representations of Subsets", *Journal of the London Mathematical Society*, v. 10, (1934), pp. 181-204.

HANSON, N., *Patterns of Discovery*, Cambridge University Press, Cambridge, 1958.

HOLMES, F. L., *Hans Krebs: The Formation of a Scientific Life*, Oxford University Press, Nueva York, 1991.

IJIRI, Y. y SIMON, H. A., *Skew Distributions and the Sizes of Business Firms*, North-Holland, Nueva York, 1977.

KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M., "Simplicity, Scientific Inference and Econometric Modelling", *The Economic Journal*, v. 105, (1995), pp. 1-21.

KOOPMANS, T. C., "Identification Problems in Economic Model Construction", *Econometrica*, v. 17, (1949), pp. 125-144.

LANGLEY, P. W., SIMON, H. A., BRADSHAW, G. L. y ZYTKOW, J. M., *Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Processes*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1987.

LOTKA, A. J., *Elements of Mathematical Biology*, Dover, Nueva York, 1956. [Publicado originalmente como *Elements of Physical Biology*, 1924].

MILL, J. S., *A System of Logic*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1963. [Edición original de 1843].

NEWELL, A. y SIMON, H. A., *Human Problem Solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1972.

NEWELL, A. y SIMON, H. A., "Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search" [1975 ACM Turing Award lecture], *Communications of the Association for Computing Machinery*, v. 19, n. 3, (1976), pp. 113-126⁵⁶.

POPPER, K., *The Logic of Scientific Discovery*, Science Editions, Nueva York, 1961.

REICHENBACH, H., *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938.

RICHMAN, H. B., GOBET, F., STASZWESKI, J. J. y SIMON, H. A., "Perceptual and Memory Processes in the Acquisition of Expert Performance: the EPAM model", en ERIKSON, K. A. (ed), *The Road to Excellence: the Acquisition of Expert Performance in the Arts and Sciences, Sport and Games*, Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, 1996, pp. 167-188.

SARGENT, TH. J., *Bounded Rationality in Macroeconomics*, Oxford University Press, Oxford, 1993.

SCHULTZ, H., *The Theory and Measurement of Demand*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938.

SIMON, H. A., "Causal Ordering and Identifiability", en HOOD, W. C. y KOOPMANS, T. C. (eds), *Studies in Econometric Method*, J. Wiley, N. York, NY, 1953, cap. 3, pp. 49-74⁵⁷.

SIMON, H. A., "On a Class of Skew Distribution Functions", *Biometrika*, v. 52, (1955), pp. 425-440.

SIMON, H. A., "Quantification of Theoretical Terms and the Falsifiability of Theories", *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 36, (1985), pp. 291-298.

⁵⁶ Reimpreso en BODEN, M. (ed), *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, 1990, pp. 105-132. (N. del E.).

⁵⁷ Compilado en SIMON, H. A., *Models of Man*, J. Wiley, N. York, 1957, pp. 10-36, y en SIMON, H. A., *Models of Discovery*, Reidel, Boston, 1977, pp. 53-80. (N. del E.).

SIMON, H. A., "A Mechanism for Social Selection and Successful Altruism", *Science*, v. 250, (1990), pp. 1.665-1.668⁵⁸.

SIMON, H. A., "Organizations and Markets", *Journal of Economic Perspectives*, v. 5, (1991), pp. 25-44⁵⁹.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 3: Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

SIMON, H. A. y ANDO, A., "Aggregation of Variables in Dynamic Systems", *Econometrica*, v. 29, (1961), pp. 111-138⁶⁰.

SIMON, H. A. y KOTOVSKY, K., "Human Acquisition of Concepts for Sequential Patterns", *Psychological Review*, v. 70, (1963), pp. 534-546.

SOLOMONOFF, R., "A Formal Theory of Inductive Inference", *Information and Control*, v. 7, (1964), pp. 1-22 y 224-254.

VALDES-PEREZ, R. E., "Theory-driven Discovery of Reaction Pathways in the MECHEM System", *Proceedings of 10th National Conference on Artificial Intelligence*, AAAI Press, San Jose, CA, 1992, pp. 63-69.

WATSON, J. D., *Molecular Biology of the Gene*, 3ª edición, W. A. Benjamin, Menlo Park, CA, 1976.

WHEWELL, W., *The Philosophy of the Inductive Sciences*, 2ª edición, Johnson Reprint Corp., Nueva York, 1966. [Publicado inicialmente en 1847].

⁵⁸ Posteriormente compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 3: Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 205-216. (N. del E.).

⁵⁹ Después compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 3: Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 217-240. (N. del E.).

⁶⁰ Reimpreso en SIMON, H. A., *Models of Discovery*, Reidel, Boston, 1977, pp. 183-213. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 1: Economic Analysis and Public Policy*, MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 411-441. (N. del E.).

LAS CIENCIAS DE DISEÑO COMO EJE DE LA RELACIÓN ENTRE LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL Y LA TECNOLOGÍA: INCIDENCIA DE LA PREDICCIÓN Y LA PRESCRIPCIÓN

Juana M. Martínez

Cuando Herbert A. Simon propone las Ciencias de lo Artificial plantea un nuevo ámbito de reflexión filosófica: las disciplinas que reflejan una directa elaboración humana (que son *human-made*)¹. En la medida en que las concibe fundamentalmente como “Ciencias de Diseño”, dilata el campo del saber. Por un lado, amplía el terreno tradicional de las Ciencias empíricas, que hasta entonces se había diversificado normalmente en Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales; y, por otro lado, añade un elemento más a la compleja red de relaciones entre la Ciencia y la Tecnología², puesto que incide directamente en el territorio fronterizo entre ellas.

Pero no toda Ciencia de lo Artificial es una “Ciencia de Diseño”. El marco es más amplio, pues en las Ciencias de lo Artificial se incluyen también los estudios empíricos (físicos, químicos, etc.) de artefactos humanos. En este caso no trabajan con una estructura de objetivos, procesos y resultados, que es característica de las Ciencias de Diseño (entre ellas, de la Economía)³. Por eso se destaca aquí a las *Sciences of Design*, como denominación que acota a las *Sciences of the Artificial*. A este respecto, el cometido de este trabajo no es, de modo directo, el estudio del rico legado de Simon en una Ciencia como la Economía, que analizó especialmente⁴. Se busca más bien el considerar la red de relaciones epistemológicas y metodológicas que se plantean al concebir a las Ciencias de Diseño como eje de la relación entre las Ciencias de lo Artificial y la Tecnología, viendo la posible incidencia de la predicción y la prescripción.

1. EL PUESTO DE LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL EN EL CONJUNTO DEL SABER

Dentro del conjunto del saber, las Ciencias de lo Artificial se engloban en las disciplinas aplicadas: se encaminan a resolver problemas concretos y están, en principio, orientadas a conseguir metas específicas (*attain goals*)⁵. Simon las sitúa habitualmente en la frontera de la Tecnología, cuando no dentro de ella. De hecho, Ciencia y Tecnología se distinguen

¹ El lugar más célebre para esta propuesta es SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996. Pero le ocupa en muchos otros trabajos y, además, en diversas direcciones, como se aprecia en la bibliografía recogida en GONZALEZ, W. J., “Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y economista (1916-2001)”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 7-63; en especial, pp. 41-50.

² Que la relación es compleja ya lo puso de relieve Ilkka Niiniluoto con cinco opciones posibles. Cfr. NIINILUOTO, I., “Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?”, *Arbor*, v. 157, n. 620, (1997), pp. 285-299.

³ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science”, en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186.

⁴ Cfr. EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, 2 volúmenes.

⁵ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 4.

conceptualmente porque el quehacer tecnológico y la actividad científica realizan tareas diferentes a tenor de fines distintos⁶. Si bien la relación entre ellas es patente: las Ciencias de lo Artificial, al ampliar los conocimientos científicos, potencian el desarrollo de la Tecnología, porque la Ciencia es uno de los soportes de la Tecnología (sobre todo, en cuanto conocimiento). Pero se distingue conceptualmente de ella. Ambas ocupan un lugar significativo en la vida de la sociedad y esta incidencia ha despertado el interés de la Economía y de la Política.

1.1. Una orientación científica aplicada

Ciencia y Tecnología comportan un marco epistemológico de racionalidad diferente. La *racionalidad científica*, además de su tarea de incremento de conocimiento —habitual en la Ciencia Básica—, cuenta con una tarea práctica —o, incluso, pragmática—, que está encaminada a la resolución de problemas concretos dentro de esferas delimitadas⁷. En este caso, estaríamos adentrándonos en la Ciencia Aplicada, que incluye una racionalidad instrumental para llegar a las metas escogidas. Esto es lo que sucede con las Ciencias de lo Artificial, a través de las Ciencias de Diseño. En cambio, la *racionalidad tecnológica* se orienta a la transformación creativa de la realidad, para lo que se sirve del conocimiento científico (*know that*) y del saber específico tecnológico (*know how*)⁸. Es un quehacer que propicia una realidad nueva y puede dar lugar a una patente.

En este sentido, junto a la posesión de esos dos tipos de contenidos cognitivos, la Tecnología se muestra como un quehacer humano que busca modificar la realidad, para lograr productos tangibles (“artefactos”). Es un quehacer transformador de lo existente, que se orienta con criterios de eficacia y eficiencia, donde se atiende a valores de carácter económico (rentabilidad, cuota de mercado, etc.)⁹. El puesto de la Ciencia Aplicada no se encuentra en la Tecnología, pero tampoco está en la Ciencia Básica, puesto que su tarea no es transformadora de lo real ni meramente concedora de lo existente (pasado, presente o futuro) para explicarlo o predecirlo. La Ciencia Aplicada se ocupa de sacar a la luz nuevos conocimientos capaces de resolver cuestiones específicas planteadas¹⁰.

Mediante la introducción de las Ciencias de lo Artificial se ha visto modificada la clasificación habitual de las Ciencias, que está ampliada con las Ciencias Aplicadas de Diseño dentro del nuevo panorama. a) No son Ciencias Formales (como la Lógica o las Matemáticas) sino Ciencias Empíricas, debido a sus procedimientos de evaluación; y b) son diferentes a las disciplinas sobre ámbitos concretos de la Naturaleza o la Sociedad, puesto que parte de diseños acerca de lo artificial: versan sobre cómo hacer nuevas cosas. Se

⁶ Sobre los rasgos de “Ciencia” y “Tecnología”, que ponen de relieve la diferencia conceptual entre ambas, cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49; en especial, pp. 8-13.

⁷ Cfr. RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999.

⁸ Hay puntos de intersección a tenor de criterios de tipo económico, cfr. Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

⁹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, pp. 32-33; y GONZALEZ, W. J., “Valores económicos en la configuración de la Tecnología”, *Argumentos de Razón Técnica*, v. 2, (1999), pp. 69-96. Tanto por el quehacer mismo como por sus repercusiones, también entran en liza valores éticos en la Tecnología.

¹⁰ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 5-6.

plantean como conocimientos científicos que pueden tener su aplicación, sobre todo para la Tecnología,

Habitualmente, las Ciencias de lo Artificial parten de la experiencia acumulada (recogida, por ejemplo, a través de la Técnica) y del interés por ampliar nuestra experiencia vital, para alcanzar nuevas metas. Este es el caso de prácticas profesionales, que se han convertido en estudios científicos cuando han dado un paso más allá de las técnicas aprendidas y han introducido la racionalidad en el diseño¹¹. Esta “cientificación” ha llevado a objetivos nuevos, que comportan procedimientos distintos y buscan resultados para resolver problemas. Este es el caso de la Farmacología, abierta a dar respuesta a enfermedades concretas.

Esto supone entender las Ciencias de lo Artificial como Ciencias de Diseño y ha marcado su camino como saberes innovadores a tenor de nuevos objetivos. Ciertamente se distingue de las meras Ciencias de lo Artificial como estudio de las propiedades de los materiales, los elementos que los componen y de las relaciones requeridas para la creación de productos. Cuando Simon se plantea “crear lo artificial” está pensando en la primacía del diseño como factor de innovación¹², en vez de concebir la ampliación de las Ciencias de la Naturaleza con un nuevo nombre. Esto permite entender que utilice la idea de “diseño” para campos como las organizaciones, sean empresariales o de otra índole¹³.

Desde la perspectiva científica, las Ciencias de Diseño han de señalar los objetivos, procesos y resultados relacionados con la actividad humana. El diseño se orienta a la aplicación de conocimientos científicos para solucionar problemas concretos, como ocurre, por ejemplo, en la investigación acerca de una vacuna cuya finalidad es frenar una enfermedad. Para llevar a cabo esta finalidad, será preciso considerar los procesos —los medios a seguir— y conseguir el resultado buscado. Una vez que se ha logrado (en este caso, la fórmula adecuada de la vacuna), entra en liza la aprobación institucional y la fase tecnológica, donde interviene la industria farmacéutica. Aparecen entonces nuevas facetas: el destino y la distribución de lo alcanzado.

Las Ciencias de Diseño utilizan los procedimientos metodológicos de tipo empírico, como son la observación y la experimentación¹⁴ (p. ej., para contrastar la validez de las vacunas para combatir una enfermedad). Obviamente, hay interacción con la Tecnología para la investigación aplicada, debido a la necesidad de utilizar diversos instrumentos (en este caso, para la obtención de la vacuna en el laboratorio). El diseño científico delimita

¹¹ En esta dirección apunta el concepto de “cientificación”, cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, pp. 8-11.

¹² Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., cap. 5, pp. 111-138.

¹³ Cfr. SIMON, H. A., “Designing Organizations for an Information-rich World”, en GREENBERGER, M. (ed), *Computers, Communications, and the Public Interest*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, MD, 1971, pp. 37-72, compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 2: Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 171-185; y SIMON, H. A., “Some Design and Research Methodologies in Business Administration”, en AUDET, M. y MALOUIN, J.-L. (eds), *La production des connaissances scientifiques de l'administration*, Les Presses de l'Université Laval, Quebec, 1986, pp. 239-279.

¹⁴ Para Simon, hasta el campo de la Inteligencia Artificial, que es un terreno de Ciencia de Diseño, es también Ciencia Empírica. Tiene, además, consecuencias para ámbitos de gestión, cfr. SIMON, H. A., “The Design of Large Computing Systems as an Organizational Problem”, en VERBURG, P., MALOTAUX, C. A., HALBERTSMA, K. T. A. y BOERS, J. L. (eds), *Organisatiewetenschap en praktijk*, H.E. Stenfert Kroese B.V., Leiden, 1976, pp. 163-180.

cómo ha de ser el resultado capaz de solucionar el problema; indica qué elementos se necesitan y cómo han de intervenir en el proceso. Por tanto, la tarea del diseño corresponde netamente al ámbito científico aun cuando tenga obvios nexos con el aporte tecnológico. Como toda actividad científica aplicada, las Ciencias de Diseño tienen relación con valores externos, tales como los valores económicos, sociales y políticos, capaces de influir en las prioridades de la investigación.

1.2. Del diseño científico al diseño tecnológico

Que el diseño científico tiene características diferentes al diseño tecnológico se puede apreciar de diversas maneras. Una de ellas es pensando en la elaboración de modelos en Ciencias como la Economía, para comparar la conducta de agentes ideales y la actividad de agentes reales ante la toma de decisiones. Cabe pensar, en efecto, en una “Economía Artificial” donde los mercados son completamente construidos¹⁵, para comparar después con el comportamiento de las variables dentro del mundo real. Se busca así conocimiento que pueda ser utilizado para resolver problemas reales, pero no se intenta producir un artefacto.

La Ciencia de lo Artificial sintetiza conocimiento para dar respuesta a problemas. La Tecnología, en cambio, tiene otra finalidad, en la medida en que es un quehacer humano regido por la búsqueda de la transformación creativa de la realidad (que origina nuevos entes artificiales: aviones, barcos, ordenadores, etc.). Simon no pone empeño en separar ambos planos, lo que permitiría deslindar el diseño científico respecto del diseño tecnológico. Así, parece mezclar ambos —o, mejor, subordina el primero al segundo— cuando escribe que “diseñar (...) se ocupa de cómo han de ser las cosas; trata de idear artefactos para conseguir metas”¹⁶.

Hay, en efecto, una versión de instrumentalismo metodológico en sus escritos. Con frecuencia, Simon ve a las Ciencias de lo Artificial con diseños cuyo cometido final resulta, en rigor, ser tecnológico, puesto que a las Ciencias de lo Artificial se las considera afines a la tarea de la Ingeniería en cuanto contenido¹⁷, al tiempo que se insiste en que son “Ciencias” que han de crear *artefactos* que permitan alcanzar determinadas metas. Esta preferencia por el diseño tecnológico —orientado, de suyo, a transformar lo real para producir artefactos— frente al conocer aplicado del diseño científico se puede detectar en sus planteamientos¹⁸.

Para superar esta confusión conceptual entre el “diseño científico” y el “diseño tecnológico” —están entrelazados en la Tecnología pero mantienen cometidos diferentes, al tiempo que el primero puede existir sin el segundo—, habría que insistir en qué espacio ocupan las Ciencias de Diseño. No son Ciencia Básica, en cuanto que no les compete describir la realidad para explicarla o predecirla. Sí son Ciencia Aplicada, pues consideran qué

¹⁵ Cfr. SUNDER, S., “Markets as Artifacts: Aggregate Efficiency from Zero-Intelligence Traders”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 501-519.

¹⁶ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 114.

¹⁷ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 5.

¹⁸ Cfr. SIMON, H. A., “The Next Hundred Years: Engineering Design”, en JONES, L. E. (ed), *The Next Hundred Years*, University of Toronto, Faculty of Applied Science and Engineering, Toronto, 1977, pp. 89-104; y SIMON, H. A., “Integrated Design and Process Technology”, *Journal of Integrated Design and Process Science*, v. 1, n. 1, (1997), pp. 9-16.

deberíamos hacer para alcanzar nuestras metas, bien sea partiendo de la Ciencia Básica o bien obteniendo información empírica relevante para solucionar cuestiones concretas¹⁹. Siguen las Ciencias de Diseño una racionalidad práctica —de medios a fines—, que aspira a orientar a la actividad de diseñar hacia lo útil²⁰. De este modo, en las Ciencias de Diseño habría una tarea predictiva —anticipar el futuro— seguida por una función prescriptiva, que indica qué hacer para alcanzar las metas previstas.

2. EL CONTEXTO DEL DISEÑO DENTRO DE LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL

Aun cuando Simon no distingue con claridad entre el “diseño científico” y el “diseño tecnológico”, deja claro que la Ciencia de Diseño es una actividad racional orientada a resolver problemas²¹. Por eso, si las Ciencias de Diseño tienen que definir el resultado hacia el cual ha de dirigirse el esfuerzo cognitivo y práctico, hace falta especificar la meta —el fin— que se desea lograr, y los procesos —los medios— más adecuados para lograrlo. Lo prioritario es así establecer las relaciones entre medios y fines, y hacerlo a la luz de una anticipación del futuro desde el que se define el resultado final.

¿Cómo anticipar el futuro dentro del ámbito científico? ¿Cómo construir los procesos a seguir? Son preguntas que se suscitan inicialmente en las Ciencias Aplicadas (Economía, Políticas, Sociología, Medicina, Farmacología, etc.) y están en el trasfondo de los diseños que quieren dilatar el ámbito de lo artificial. Esas cuestiones que las Ciencias Aplicadas abordan no tienen su origen necesariamente dentro del estricto terreno de la Ciencia, sino que generalmente emanan de la incidencia que la Ciencia o la Tecnología tienen en las personas, en la Sociedad o en la Naturaleza.

Tradicionalmente la Filosofía de la Ciencia se había interesado por los *factores internos*, esto es, la Ciencia como “contenido”: un conocimiento cualificado que posee una Metodología que, de modo riguroso, hace avanzar el saber; y se había prestado poca atención a los *factores externos* (sociales, culturales, económicos, etc.). Importaba más cómo contrastar el saber poseído —el “contexto de justificación”— que cómo se alcanzaba el contenido (el “contexto de descubrimiento”)²². Pero, a partir de los años sesenta del siglo XX, se produjo un cambio en el panorama: la Ciencia adquirió pleno sentido como *actividad humana*, como una actividad social cargada de historicidad, de modo que la toma de decisiones de la comunidad científica ha de atender al entorno (que incluye cuestiones sociales y políticas)²³.

¹⁹ Cfr. NIINILUOTO, I., “Approximation in Applied Science”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139; en especial, pp. 128-132.

²⁰ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 7.

²¹ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, en COLLEN, A. y GASPARIKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, Vol. 3, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, pp. 245-257. Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: “Formación de problemas, detección de problemas y solución de problemas en Diseño”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 149-159.

²² El ejemplo emblemático es REICHENBACH, H., *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938.

²³ Sobre los cambios de perspectiva en las últimas décadas, cfr. GONZALEZ, W. J., “Novelty and Continuity in Philosophy and Methodology of Science”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 1-28.

Cuando el énfasis está en la Ciencia como actividad humana, la responsabilidad del científico traspasa el ámbito de los aspectos endógenos y alcanza también a los aspectos exógenos²⁴. Además, el carácter social de la Ciencia no es estrictamente “externo” a ella, pues cada uno de los elementos constitutivos de la Ciencia —el lenguaje, la estructura, el conocimiento, el método, ...— es social, en la medida en que es algo construido por seres humanos que viven dentro de una sociedad. Por eso, los cambios profundos que, periódicamente, tienen lugar en la Ciencia no se deben a razones estricta y exclusivamente endógenas, sino que tienen habitualmente —en mayor o menor grado— una base en demandas o necesidades sociales.

En las Ciencias de lo Artificial es evidente la necesidad de tener en cuenta factores externos a su propio desarrollo, puesto que se orientan a resolver cuestiones concretas, normalmente prácticas. En cierto modo, los factores considerados “externos” o “exógenos” a la Ciencia Básica pueden no serlo, si cabe estudiarlos dentro de las Ciencias Aplicadas de Diseño. Estas disciplinas existen, en gran medida, en cuanto que la comunidad científica es consciente de unos problemas que surgen en el transcurso de la vida de los individuos, de lo que puede afectarles o del propio desarrollo científico y tecnológico. A este respecto, diseñan una posible solución teniendo en cuenta la viabilidad del objetivo buscado, de los medios disponibles y de los resultados esperados.

Las Ciencias de Diseño, que surgen dentro de las Ciencias de lo Artificial, son también un recurso de la Tecnología, que ha de utilizar para configurar sus propios diseños industriales. Porque el diseño científico (p. ej., de la composición de un nuevo fármaco o de las propiedades físicas que ha de reunir un nuevo avión de pasajeros de gran capacidad) es un componente que se ha de considerar en el diseño tecnológico (p. ej., por la industria farmacéutica o por las empresas del sector aeronáutico como Airbus o Boeing). Pero, junto a los factores internos de racionalidad, tanto científica como tecnológica, hay que atender a toda una gama de aspectos externos (condicionantes sociales, valores económicos, variables políticas, etc.).

Ciertamente a las Ciencias de Diseño no les corresponde realizar un modelo descriptivo de investigación. Sin embargo, ellas necesitan de las explicaciones y predicciones de las Ciencias Básicas: han de contar con la descripción y el conocimiento de la realidad que aportan²⁵. Así, es un caso típico de las Ciencias Aplicadas el derivar la relación causal entre fenómenos basándose en información aportada por la Ciencia Básica. A diferencia de las normas categóricas, las pautas propias de las Ciencias Aplicadas, que deben regir los medios para lograr fines, tienen un carácter condicional y llevan aparejado un determinado valor de verdad. Para Ilkka Niiniluoto, la estructura y justificación de esas reglas debería basarse en modelos lógico-matemáticos junto con datos empíricos o experimentales²⁶.

Para aportar racionalidad y contribuir a la “cientificación” de la actividad práctica de índole profesional, las Ciencias de Diseño deben contar con unas pautas o normas de acción donde se regulen las relaciones entre los medios y los fines. Según Niiniluoto, hay dos formas de construir esas reglas²⁷: *desde arriba*, la pauta o norma se deriva de las afirmaciones descriptivas que proceden de la investigación de la Ciencia Básica; y *desde*

²⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, pp. 14-15.

²⁵ Cfr. NIINILUOTO, I., “Future Studies: Science or Art?”, *Futures*, v. 33, (2001), pp. 375-376.

²⁶ Cfr. NIINILUOTO, I., “Future Studies: Science or Art?”, pp. 375-376.

²⁷ Cabría distinguir tres opciones en las reglas, de menor a mayor rigor: guías, pautas y normas.

abajo, mediante la realización de un procedimiento de ensayo-error, con contrastaciones experimentales que midan la dependencia entre las variables, para encontrar los métodos adecuados que propicien el efecto deseado²⁸.

Estas dos formas no son excluyentes; más aún, conviene que sean complementarias, sobre todo por las características propias de las Ciencias de Diseño, por su esencial incidencia en la persona y en la sociedad. Sucede que, en mayor medida que la Ciencia Básica, las Ciencias de Diseño —en cuanto Ciencias Aplicadas— tienen una incidencia social, pues poseen una mayor “visibilidad” para los agentes sociales que buscan la satisfacción de sus demandas. En este sentido, se torna difícil el precisar unas reglas precisas cuando se desarrollan las Ciencias de lo Artificial a fin de resolver problemas concretos.

Conviene señalar, a este respecto, que si el objetivo de las Ciencias de lo Artificial —en particular, de las Ciencias de Diseño— es lograr un resultado final que resuelva o palie la situación problemática, han de considerarse varios aspectos: i) esta posibilidad no significa que, de suyo, lo proyectado sea alcanzable en el futuro; y ii) la propia obtención de lo buscado —el lograr ese fin— ha de estar condicionada (no tiene que ser la solución más económica o la más simple). Porque, si se acepta la necesidad de establecer límites para la Ciencia y la Tecnología, con mayor motivo habría que aceptarlo en estas Ciencias cuya incidencia en la sociedad es más directa. Estos límites vienen marcados por nuestra racionalidad, que es *limitada*, como la considera Simon²⁹. Así, hay que contemplar la predicción de lo que puede hacerse y cómo ha de hacerse, pero también la prescripción de lo que debe hacerse y cómo debe hacerse.

3. LOS LÍMITES DEL DISEÑO

Hasta el momento se han señalado dos tipos de límites relacionados con el diseño en el campo científico: a) los que cabe llamar “excluyentes” o “demarcadores”, que distinguen al diseño científico respecto del diseño tecnológico; y b) los que se pueden denominar “terminales” o de alcance, que enlazan con la capacidad racional de resolver las cuestiones concretas planteadas, lo que lleva a plantear el proceso de toma de decisiones. En esta segunda acepción, los factores internos y externos que se han considerado antes como centrales para las Ciencias de Diseño, actúan como aspectos determinantes en la conducta racional³⁰.

Simon insiste en que nuestra racionalidad es limitada (*bounded*), porque está limitada en el proceso de toma de decisiones³¹. Así, las elecciones están moduladas no sólo por la posible meta global (*overall goal*) y las propiedades del mundo externo, sino también por otras características: el conocimiento del mundo que tiene el agente, las habilidades del sujeto, las

²⁸ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 13.

²⁹ Cfr. SIMON, H. A., “Theories of Bounded Rationality”, en MCGUIRE, C. B. y RADNER, R. (eds), *Decision and Organization: A Volume in Honor of Jacob Marschak*, North-Holland, Amsterdam, 1972, cap. 8, pp. 161-176. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 51-66.

³⁰ Cfr. SIMON, H. A., “Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, p. 97.

³¹ Cfr. SIMON, H. A., “From Substantive to Procedural Rationality”, en LATSIS, S. (ed), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 129-148.

posibilidades de actuación, el modo de afrontar la incertidumbre, etc. Es una concepción de la racionalidad limitada que se ocupa “tanto de la racionalidad procesual (*procedural*) —la calidad de los procesos de decisión— como de la racionalidad sustantiva —la calidad del resultado (*outcome*)—”³².

Planteado desde la racionalidad limitada, sólo es posible predecir el resultado de la decisión si se conoce el proceso. La limitación de nuestra racionalidad se pone de relieve también ante la amplia gama de posibilidades que se ofrecen para escoger. Así, ante la imposibilidad práctica de conocerlas todas, la decisión no puede tomarse realizando una auténtica evaluación completa de las posibilidades, sino que escoge la que considera más adecuada, aquella que satisface (*satisficing*) al agente. Sin embargo, las decisiones tomadas racionalmente rara vez son las mejores, las que aportan máximos beneficios. De ahí se deriva que, por sorprendente que parezca, si se busca el máximo beneficio es más idóneo el comportamiento irracional que el racional; pero si se busca una solución sobriamente satisfactoria, lo más adecuado parece ser la decisión racional.

Si estamos de acuerdo en que la acción humana ha de ser racional y libre, la maximización no es el objetivo idóneo para la racionalidad. Siguiendo a Simon, cabe pensar que las consecuencias que se seguirían de una maximización de los diseños serían irracionales y, por tanto, podrían llegar a ser no predecibles racionalmente, aun cuando no dejarían por ello de incidir en la vida humana y en la sociedad (p. ej., en casos de diseños de planificación social de tipo urbanístico, que pueden llegar a ser inhumanos o muy perjudiciales para el medio ambiente).

Como afirma Simon, “numerosos experimentos acerca de la conducta en condiciones de incertidumbre han mostrado grandes desviaciones entre el comportamiento humano real y la predicción que habría maximizado la utilidad esperada”³³. Por eso, en el marco de la racionalidad limitada, la decisión ha de orientarse a “satisfacer”, en lugar de buscar el “maximizar”. Así, aunque la incidencia de la maximización se produce especialmente en el ámbito de la Economía —en la tendencia dominante—, no es deseable que se extienda al campo de las Ciencias del Diseño, en tanto que éstas pueden orientarse al bienestar social. La racionalidad científica rige en las Ciencias de lo Artificial y también en el diseño, para lo que hace falta articular a la prescripción con la predicción.

4. PREDICCIÓN Y PRESCRIPCIÓN EN LA ESFERA DEL DISEÑO CIENTÍFICO

Expresamente, Simon ha vinculado el modelado de sistemas a la articulación de la predicción y la prescripción³⁴. Ambas tienen relación directa con el diseño científico, toda vez que la primera ha de anticipar lo posible y la segunda ha de indicar lo realizable. Con todo, hay una inequívoca tendencia en sus textos en favor de la prescripción, pues le interesa más conformar el futuro que meramente conocerlo³⁵.

³² Cfr. SIMON, H. A., “Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana”, p. 97.

³³ Cfr. SIMON, H. A., “Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana”, p. 105.

³⁴ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 115-128.

³⁵ Cfr. SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 601-605.

Si a las Ciencias de la Naturaleza le compete averiguar cómo son las cosas, al diseño corresponde discernir cómo deberían ser. Por eso, requieren una cierta anticipación de lo que podrán llegar a ser las cosas — qué fenómenos aparecerán en el futuro—, para valorar si eso es lo conveniente y deseable o, por el contrario, es pernicioso. Las Ciencias de Diseño tienen que decidir cómo abordar las situaciones futuras, esto es, han de *prescribir* cómo lograr las metas evitando lo pernicioso y encauzando hacia lo conveniente. Han de usar una racionalidad evaluativa, que se concrete en un sistema para decidir qué hacer y cómo hacer para dar solución del problema planteado. Esto ha de estar ajustado a la *predicción* realizada a partir del conocimiento actualmente disponible.

Según esto, la prescripción y la predicción deben elaborarse sin perderse de vista una a otra. Así, aunque las Ciencias de Diseño sean disciplinas eminentemente aplicadas —dentro de las Ciencias de lo Artificial—, necesitan recurrir al conocimiento proporcionado por la Ciencia Básica para las predicciones. Esto supone buscar regularidades (y, si es posible, leyes) para inferir el futuro sobre la base del conocimiento del pasado y del presente. Pero, de hecho, en muchas situaciones no hay una teoría científica disponible desde la que poder realizar las inferencias predictivas³⁶.

Paralelamente, en cuanto a las prescripciones, no es posible generar todas las alternativas admisibles ni estar seguros de conocer la mejor alternativa. Nos encontramos aquí con el mismo problema que afecta a la inducción: podremos encontrar un número suficiente de alternativas, definir las más significativas y, de entre ellas, escoger la que mejor responda al modelo definido. Pero no podemos saber si es la mejor de entre todas las posibilidades existentes, pues pueden existir —y seguro que es así— más posibilidades que las que se han especificado. Por tanto, no se plantea la maximización de la utilidad sino la satisfacción respecto de unas aspiraciones. Sin embargo, la satisfacción siempre está abierta a una posible alternativa mejor, o bien respecto al fin mismo o bien respecto a los elementos adyacentes que tal fin supone.

A partir de lo que Simon llama la “lógica de búsqueda” (*logic of search*)³⁷, establecemos un marco para realizar la predicción y la prescripción. Para delimitar el campo de actuación, tendremos que establecer un nivel máximo de beneficio-utilidad y un nivel mínimo. El umbral mínimo se definiría a partir del estado actual, es decir, evitar estar en peores condiciones que las presentes. Más difícil de delimitar es el umbral máximo, para el que hay que definir los parámetros a tener en cuenta, que a su vez podrán variar en función del problema.

Con carácter general, cabe anticipar que habrá que considerar la obtención de una mejora considerable respecto a la situación presente, que pueda ser cuantificable en plazos previamente fijados, en los que ir midiendo la eficacia y eficiencia de las medidas adoptadas antes de realizar la valoración última, al final del periodo descrito. De este modo, si la desviación de los resultados obtenidos en los plazos convenidos es mayor de la deseable (la prolongación de la curva superaría el mínimo establecido), debería revisarse la tarea y proponer una alternativa. Los parámetros a considerar deberán ser los establecidos en los factores *internos* (las variables ordenadas en un dominio definido) y *externos* (básicamente, los económicos, políticos, ambientales y sociales) que comporta cada problema³⁸.

³⁶ Cfr. NIINILUOTO, I., “Approximation in Applied Science”, pp. 128-129.

³⁷ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 121- 124.

³⁸ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 116.

Definidos el máximo y el mínimo, se establece lo que Simon denomina unas “bandas de intereses” (*bands of interest*)³⁹. Son los modos en los que destacan los beneficios en alguno de los parámetros descritos (económico, político, ambiental o social), en dos, en tres o en todos. Y, a su vez, han de establecer jerarquías o diferencias dentro de cada banda, según se produzca el ensamblaje entre los factores internos y externos de la forma más natural posible o menos artificiosa. Han de tener en cuenta lo que resulta más aceptable por los individuos y la sociedad. Los modos y submodos más “aceptados” deberían ser sometidos a un control más exhaustivo y, en función de las necesidades definidas (y de las posibilidades presentes), se ha de diseñar el producto final y *predecir* sus consecuencias de cada caso.

Para realizar la *predicción* se requieren dos requisitos básicos: i) la comprensión teórica del fenómeno que se predice, y ii) el conocimiento de las condiciones iniciales⁴⁰. En efecto, la predicción es la anticipación de lo que ocurrirá de seguir con las condiciones en las que se está. Esto comporta el conocimiento de la situación, de los elementos que intervienen en ella y de cómo intervienen. Hemos de poder anticipar qué consecuencias se seguirían al modificar alguno de esos aspectos, qué variación provocaría. Se presupone el conocimiento de las condiciones iniciales, que es un punto central para elaborar la predicción.

Pues bien, conociendo las relaciones entre los elementos y las circunstancias en las que se producen las relaciones del fenómeno, anticipamos el problema que podría causar y se diseña una solución (p. ej., una modificación en la conducta, sea económica o social). Realizada la predicción, interviene la racionalidad de medios⁴¹, que establece las posibles vías de actuación según las “bandas de intereses”. Así, se someten a análisis y evaluación las variables hasta averiguar las más idóneas, desde las cuales elaborar la prescripción.

Una predicción en Ciencias de Diseño sin prescripción podría llegar a ser inútil, debido a la subordinación que establece de la primera a la segunda⁴². Pero también puede ser inaceptable una predicción demasiado amplia e imprecisa en sus tiempos y consecuencias. En tal caso, su carácter genérico, dificulta seriamente la realización de una adecuada prescripción. Para Simon, el núcleo de datos del problema para el diseño no es para predecir, sino para construir alternativas de cara al futuro —resolver problemas— y analizar la sensibilidad a errores en datos y teorías⁴³.

Predecir un desastre —natural o social— sirve de poco, si esa predicción no se acompaña de una prescripción para evitarlo o, al menos, para paliar sus efectos. En este sentido operacional, si predecir el desastre no evita padecerlo, la predicción es inútil. Un paliativo sería lo mínimo que podríamos exigir a una prescripción, y evitar que ocurra sería el

³⁹ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 125.

⁴⁰ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 147. Sobre los requisitos epistemológicos y metodológicos de la predicción, con especial incidencia en la Economía, cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

⁴¹ La racionalidad de medios es un tema constante en Simon. Esto permite también entender el origen de su aceptación de algunas ideas. Cfr. HOLT, C. C., “Rational Forecasting, Learning, and Decision Making”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 355-363.

⁴² Cfr. SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, p. 601.

⁴³ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 148.

máximo. Pero si las condiciones que van a provocarlos ya están dadas, una prescripción adecuada tendría que buscar los medios para afrontarlo con los menores costes en términos humanos y sociales (esto se aprecia en problemas de salud pública, p. ej., ante epidemias).

Para los individuos incluidos en este perfil (en esta “banda de intereses”), se requiere otro tipo de prescripción: establecer los medios para ser atendidos por especialistas que evalúen y midan su evolución, y realizar pruebas con regularidad, para detectar los posibles cambios que puedan conducir a un desarrollo de la enfermedad. Las prescripciones tienen, pues, que ser ajustadas a la banda de intereses en función del fin propuesto: evitar la enfermedad o, en su caso, poder controlarla. Con todo, si la predicción no va acompañada de una prescripción ajustada a los sectores definidos, el gasto podría ser inútil.

En las Ciencias de Diseño es ineludible el interés por las circunstancias en las que se producen la predicción y la prescripción. Es importante la información relativa a las circunstancias; pero más aún lo es la selección de la información relevante, sobre todo en cuanto a un mundo en el que, gracias a los avances de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, hay abundantes contenidos informativos. El exceso de datos motiva una dispersión de la atención y una dificultad para discriminar lo realmente relevante. Así que no es tan importante disponer de una amplia información de las circunstancias como lo es disponer de una información sobria que sea eficaz para resolver los problemas planteados⁴⁴.

La predicción se convierte en elemento importante en las Ciencias, tanto en las Ciencias Básicas —como *test* científico— como en las Ciencias Aplicadas, para resolver los problemas mediante el diseño. En las primeras porque los enunciados y soluciones anticipadas tienen una finalidad descriptiva y sirven como instrumento para contrastar teorías; y, en las segundas, por su tarea de prever acontecimientos que, en algún sentido, pueden resultar perjudiciales para la Humanidad. Las Ciencias de Diseño son un tipo de Ciencias a las que les es esencial mirar hacia el futuro, para explorar lo probable y lo preferible. Pero para tal fin es también necesaria la prescripción, que evalúa los medios para alcanzar los fines y marca las pautas para alcanzar del modo más adecuado aquello que es conveniente o preferible⁴⁵. Tanto en la predicción como en la prescripción entra en juego la función socio-política.

Respecto a la elección y la toma de decisiones, la racionalidad cognitiva y práctica no son suficientes para decidir acerca de los fines o los medios. Se precisa también una racionalidad deliberativa o evaluativa que juzgue los resultados y consecuencias probables del uso de los medios y los fines previstos. Además, hay que valorar también la influencia que las acciones previstas tienen en los frentes en los que van a recaer. Es el caso de la Economía como Ciencia de Diseño, marcada por componentes exógenos, como son las tendencias políticas y los intereses sociales. Pero es también el caso de la Farmacología,

⁴⁴ Cfr. SIMON, H. A., “Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena”, en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. and MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 32-72. Vers. cast. de de Pablo Vara y Wenceslao J. González: “La Ciencia busca sobriedad, no simplicidad: La búsqueda de pautas en los fenómenos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 71-107.

⁴⁵ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science”, pp. 165-187.

cuya orientación originaria es la fabricación de medicamentos destinados a curar o paliar enfermedades. En ella, junto a los aspectos internos —los principios activos que curan—, hay otros externos que se hacen más visibles en la industria farmacéutica⁴⁶.

En suma, las Ciencias de Diseño son un tipo de Ciencias de lo Artificial. Sus objetivos, procesos y resultados encajan en el entorno de las Ciencias Aplicadas. Esto propicia que tenga nexos con la Tecnología, que se apoya habitualmente en saberes científicos aplicados. En efecto, el diseño tecnológico —el industrial— requiere el diseño científico para su desarrollo. La Tecnología es conocimiento, quehacer y artefacto, de modo que el conocimiento científico en las Ciencias de Diseño es utilizado para el diseño tecnológico. Esto se aprecia en las Tecnologías que se apoyan en las Ciencias de la Naturaleza, pero también se aprecia en las Tecnologías sociales.

Debido precisamente a su estructura —objetivos, procesos y resultados— de Ciencias de Diseño, necesitan predicciones que anticipen el futuro y prescripciones sobre cómo deben hacerse las cosas para llegar a las metas previstas. Así, el diseño científico incorpora el componente predictivo y la dimensión prescriptiva de las Ciencias Aplicadas. Esto se ve con claridad en Ciencias como la Economía, como es patente cada vez que algún nuevo país se incorpora a la Unión Europea (que requiere diseños con conocimientos aplicados para ver la incidencia de la integración en el país incorporado y en el conjunto de los Estados miembros).

BIBLIOGRAFÍA

EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, 2 volúmenes.

GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

GONZALEZ, W. J., “Valores económicos en la configuración de la Tecnología”, *Argumentos de Razón Técnica*, v. 2, (1999), pp. 69-96.

GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003.

GONZALEZ, W. J., “Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y economista (1916-2001)”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 7-63.

GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49.

GONZALEZ, W. J., “Novelty and Continuity in Philosophy and Methodology of Science”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 1-28.

GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

⁴⁶ Periódicamente se plantean problemas con las patentes, generando conflictos entre la industria farmacéutica y los gobiernos de países en vías de desarrollo. Un caso representativo se dio en 2005 en la India.

GONZALEZ, W. J., "Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science", en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186.

GONZALEZ, W. J., "Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 41-69.

HOLT, C. C., "Rational Forecasting, Learning, and Decision Making", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 355-363.

NIINILUOTO, I., "The Aim and Structure of Applied Research", *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

NIINILUOTO, I., "Approximation in Applied Science", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.

NIINILUOTO, I., "The Emergence of Scientific Specialities: Six Models", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 44, (1995), pp. 211-223.

NIINILUOTO, I., "Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?", *Arbor*, v. 157, n. 620, (1997), pp. 285-299.

NIINILUOTO, I., "Future Studies: Science or Art?", *Futures*, v. 33, (2001), pp. 371-377.

REICHENBACH, H., *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938.

RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999.

SIMON, H. A., "Designing Organizations for an Information-rich World", en GREENBERGER, M. (ed), *Computers, Communications, and the Public Interest*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, MD, 1971, pp. 37-72. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 2: Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 171-185.

SIMON, H. A., "Theories of Bounded Rationality", en MCGUIRE, C. B. y RADNER, R. (eds), *Decision and Organization: A Volume in Honor of Jacob Marschak*, North-Holland, Amsterdam, 1972, cap. 8, pp. 161-176. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 51-66.

SIMON, H. A., "The Design of Large Computing Systems as an Organizational Problem", en VERBURG, P., MALOTAUX, C. A., HALBERTSMA, K. T. A. y BOERS, J. L. (eds), *Organisatiewetenschap en praktijk*, H.E. Stenfert Kroese B.V., Leiden, 1976, pp. 163-180.

SIMON, H. A., "From Substantive to Procedural Rationality", en LATSIS, S. (ed), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 129-148.

SIMON, H. A., "The Next Hundred Years: Engineering Design", en JONES, L. E. (ed), *The Next Hundred Years*, University of Toronto, Faculty of Applied Science and Engineering, Toronto, 1977, pp. 89-104.

SIMON, H. A., "Some Design and Research Methodologies in Business Administration", en AUDET, M. y MALOUIN, J.-L. (eds), *La production des connaissances scientifiques de l'administration*, Les Presses de l'Université Laval, Quebec, 1986, pp. 239-279.

SIMON, H. A., "Prediction and Prescription in Systems Modeling", *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 3: Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 115-128.

SIMON, H. A., "Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design", en COLLEN, A. y GASPARIKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, Vol. 3, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, pp. 245-257. Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: "Formación de problemas, detección de problemas y solución de problemas en Diseño", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 149-159.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

SIMON, H. A., "Integrated Design and Process Technology", *Journal of Integrated Design and Process Science*, v. 1, n. 1, (1997), pp. 9-16.

SIMON, H. A., "Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. and MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 32-72. Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: "La Ciencia busca sobriedad, no simplicidad: La búsqueda de pautas en los fenómenos", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 71-107.

SIMON, H. A., "Forecasting the Future or Shaping it?", *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 601-605.

SIMON, H. A., "Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 97-110.

SUNDER, S., "Markets as Artifacts: Aggregate Efficiency from Zero-Intelligence Traders", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 501-519.

CARACTERIZACIÓN DE LAS CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN COMO CIENCIAS DE DISEÑO: DE LA RACIONALIDAD CIENTÍFICA A LA RACIONALIDAD DE LOS AGENTES

María José Arrojo

Dentro del conjunto de las Ciencias de lo Artificial se encuentran las Ciencias de la Comunicación, como se pone de relieve por sus objetivos, procesos y resultados, que son propios de una elaboración humana (*human-made*). Pero esta vertiente artificial, vinculada a diseños, no ha sido suficientemente estudiada. Por eso, se comienza con el análisis de los caracteres de las Ciencias de lo Artificial relacionados con las Ciencias de la Comunicación —entendida como Ciencia de Diseño—, para pasar después a la contribución de la *Information Science* a las Ciencias de la Comunicación en cuanto saberes de lo artificial. Más tarde, debido a la relevancia del soporte tecnológico, se examina el nexo con *Computer Sciences*. Se ven entonces las similitudes y diferencias entre la programación informática y la programación televisiva.

Paralelamente al estatuto propio de las Ciencias de la Comunicación, donde se insiste en el plano metodológico, hay que considerar el componente epistemológico. A este respecto, en las Ciencias de la Comunicación, desde un punto de vista del conocimiento, se dan al menos dos formas de racionalidad. Por un lado, está la racionalidad científica del diseño, que sirve de base para la comunicación orientada a objetivos; y, por otro lado, se encuentra la racionalidad en los agentes, quienes toman decisiones sobre los resultados que se les ofrecen (lo que sucede cada vez con mayor frecuencia en las formas más recientes de televisión interactiva). Estos dos aspectos —la racionalidad científica y la racionalidad de los agentes— se abordan aquí en la medida en que modulan a las Ciencias de la Comunicación como Ciencias de lo Artificial. Después, se da un paso más, para profundizar en las vertientes de la programación en el ámbito comunicativo, especialmente donde se muestra una racionalidad relacionada con lo artificial (en los objetivos, procesos y resultados).

1. LAS CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN COMO CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL

Para caracterizar las Ciencias de la Comunicación, se comienza primero con los caracteres generales de la *Ciencia*, qué entendemos como “Ciencia”: i) la Ciencia posee un lenguaje específico, portador de términos con un sentido y una referencia bien delimitados; ii) aparece articulada en teorías, con una estructura que, en el caso de Ciencia Aplicada, está orientada a la resolución de problemas concretos; iii) emplea un tipo de conocimiento riguroso; iv) cuenta con un método característico que, cuando se trata de las Ciencias Aplicadas, busca solucionar problemas concretos, y el proceso científico aparece como una realidad dinámica, de modo que está marcado por la historicidad; v) se configura como una actividad humana de índole social; vi) se relaciona con una serie de valores, tanto internos (coherencia, simplicidad, objetividad, manejabilidad, versatilidad, etc.) como externos (servicio público, vehículo cultural,...); y vii) es evaluable éticamente, tanto desde una perspectiva endógena (fiabilidad, honradez...) como exógena (no causar perjuicio al usuario, darle información veraz para la toma de decisiones,...)¹.

¹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 9-10.

Esos rasgos son comunes a todas las Ciencias. Tradicionalmente se ha trazado una división entre las Ciencias Formales (Matemáticas, Lógica, ...) y las Ciencias Empíricas, entre las que, habitualmente, distinguimos dos grupos: las Ciencias de la Naturaleza y las Ciencias Humanas y Sociales. Fuera de esta división genérica quedaría entonces lo que Herbert A. Simon denomina “Ciencias de lo Artificial” y que entiende como *man made*²: aquello hecho por el hombre. El propio Simon describe cuáles son los límites o fronteras del campo de estudio de las *Ciencias de lo Artificial*.

- 1) Los objetos artificiales son producto de un proceso de “síntesis”, entendido esto en sentido amplio: constituye la articulación de un conjunto de elementos según un diseño previamente elaborado. Resultan así de una tarea realizada por el ser humano, si bien no siempre los artefactos se elaboran con plena conciencia.
- 2) Esos objetos artificiales pueden imitar apariencias de las cosas naturales, pero carecen de uno o de varios aspectos de la realidad de las cosas de la Naturaleza.
- 3) Debido a su nexa con los diseños, los objetos artificiales pueden ser caracterizados en términos de metas (*goals*), funciones y adaptación al entorno.
- 4) Pueden ser estudiados los objetos artificiales en términos imperativos (cómo deberían ser para alcanzar determinados objetivos) y también de modo descriptivo (qué rasgos específicos los caracterizan)³.

Desde un *punto de vista funcional* (esto es, para lograr un fin o para adaptarse a un objetivo), Simon señala otras características de los objetos artificiales, que requieren la interrelación de tres elementos: a) la finalidad u objetivo al que se encaminan; b) la índole del artefacto —su estructura o configuración—; y c) el entorno en el que el artefacto actúa.

Así pues, las Ciencias de lo Artificial estudian los diseños, los procesos y los resultados acerca de los “artefactos”, tanto en sí mismos considerados como en los contextos en los que se desenvuelven. Esto se aprecia en *Information Science*, que es “aquella disciplina que investiga las propiedades y el comportamiento de la información, las fuerzas que gobiernan el flujo de la información, y los medios para procesar la información para lograr el óptimo en cuanto a su acceso y utilización. Se ocupa de aquel cuerpo de conocimiento relacionado con el origen, la agrupación, la organización, el almacenamiento, la recuperación, la interpretación, la transmisión, la transformación y la utilización de la información. Esto incluye la investigación de la representación de la información, tanto en sistemas naturales como artificiales, los usos de códigos para la transmisión eficiente del mensaje y el estudio de los mecanismos de procesamiento de la información y las técnicas de esos ordenadores y sus sistemas de programación”⁴.

Hasta el momento, todos los aspectos concernientes a las “Ciencias de la Comunicación” —al igual que sucede con la *Information Science*— se han estudiado dentro de las

² Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996, p. 4.

³ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., 1996, p. 5.

⁴ TAYLOR, R. S., “Professional Aspects of Information Science and Technology”, en CUADRA, C. A. (ed), *Annual Review of Information Science and Technology*, John Wiley, N. York, 1966, p. 16. Citado por BEREJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, p. 281.

Ciencias Sociales o bien en el contorno de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). A mi juicio, las Ciencias de la Comunicación son Ciencias de lo Artificial. Tienen además una vertiente de Ciencia Social, que es donde tradicionalmente se las ha ubicado, y poseen asimismo un nexo con las TIC. En este trabajo se plantea la necesidad de estudiar las Ciencias de la Comunicación desde la perspectiva de las Ciencias de lo Artificial, entendidas como Ciencias de Diseño. Así, el estudio de la programación de la televisión se puede abordar desde esa perspectiva de Ciencias de lo Artificial.

Conviene insistir en que son un saber científico en lugar de un quehacer tecnológico. Para W. J. González, la principal diferencia entre la Ciencia de lo Artificial y la Tecnología es que la primera busca conocer y resolver *problemas concretos* (está orientada hacia fines específicos con medios cognoscitivos), mientras que las Tecnologías buscan *transformar creativamente* la realidad para dar lugar a realidades nuevas⁵. Por tanto, tras el uso de la Tecnología tenemos un artefacto o elemento nuevo, mientras que en la Ciencia de lo Artificial lo que obtenemos es distinto: no es algo que dé lugar a una patente.

En efecto, con el conocimiento de lo hecho por humanos (*human-made*) se logra un saber aplicado que soluciona problemas a partir del uso de diseños. Así, la programación de televisión se mueve en un plano distinto al quehacer tecnológico. Cuando se analiza desde la perspectiva de las Ciencias de lo Artificial, la programación televisiva pone de relieve que permite la posibilidad de solucionar problemas concretos ante fines buscados. Ciertamente utiliza los medios que la Tecnología pone a su alcance (ordenadores, equipos de gestión de documentación, equipos de edición, ...), que propician lograr unos fines. En definitiva, en cuanto ejemplificación de una Ciencia de Diseño, la programación trata de encontrar soluciones relacionadas con problemas concretos.

Herbert Simon, al amparo del marco teórico de las Ciencias de lo Artificial, trabaja muy especialmente en las “Ciencias de Diseño”, que surgen normalmente a partir de una “cientificación” de una práctica profesional⁶. Estas Ciencias de lo Artificial “se ocupan de cómo han de ser las cosas”; tratan de “idear artefactos para conseguir metas”⁷. Así, el diseño es algo elaborado por el hombre con objetivos claros. En su búsqueda de metas, normalmente el diseño se orienta a “satisfacer”⁸, en lugar de “maximizar”. Además, Simon

⁵ Para la definición de “Tecnología”, cfr. GONZÁLEZ, W. J., “Progreso científico e innovación tecnológica: La ‘Tecnociencia’ y el problema de las relaciones entre Filosofía de la Ciencia y Filosofía de la Tecnología”, *Arbor*, v. 157, (1997), pp. 261-283. Consultar también NIINILUOTO, I., “Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?”, *Arbor*, v. 157, n. 620, (1997), pp. 285-299.

Son numerosos los teóricos que han trabajado a lo largo de las últimas décadas en la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, o lo que es lo mismo, *Science, Technology and Society* o *Science and Technology Studies*. Como señala Wenceslao J. González, es el campo estudiado por K. Shrader-Frechette, Derek J. De Solla Price, Bruno Latour, G. Hottos, Javier Echeverría, Donna Haraway, Ilkka Niiniluoto o Nicholas Rescher. Cfr. GONZÁLEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZÁLEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, pp. 3-13.

⁶ Ilkka Niiniluoto denomina “cientificación” a la búsqueda de bases científicas a una práctica profesional. Sostiene este filósofo que las Ciencias de Diseño pueden tener su origen en una práctica profesional, a la que sigue un proceso de “cientificación” y que es el origen de una Ciencia Aplicada. Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21; en especial, pp. 8-9.

⁷ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 114.

⁸ Una de las constantes en H. A. Simon se encuentra en la diferencia que establece entre “maximizar” y “satisfacer”. Insiste en que la racionalidad humana no busca “maximizar” los resultados —lo óptimo posible—, sino tan sólo el “satisfacer” unas expectativas —el *good enough* de los agentes—, cfr. SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Empirically Grounded Economic Reason*, Vol. 3, The MIT Press, Cambridge, 1997.

insiste en la conexión estrecha entre la Ciencia de lo Artificial, en cuanto campo de “lo hecho por humanos” (*human-made*), y el quehacer tecnológico: ambas están orientadas a *metas* y participan de la necesidad de tener *diseños* para conseguir esas metas⁹.

1.1. Caracteres de las Ciencias de lo Artificial relacionados con las Ciencias de la Comunicación

Las Ciencias de la Comunicación son unas Ciencias de lo Artificial en la medida en que los objetivos buscados, los procesos desarrollados y los resultados obtenidos parten de un diseño. En estas disciplinas el *diseño* ha de ser acorde con los objetivos de comunicación buscados (entretener, informar, reflexionar, etc.), lo que modula los procesos y los resultados. Esto comporta *evaluar los fines* que se pretende obtener con la comunicación, de modo que, entre los fines posibles, se escogen aquellos fines que resultan preferibles.

Vistas en ese contexto, las Ciencias de la Comunicación son también —a mi juicio— un claro ejemplo de Ciencia Aplicada de Diseño. i) Como Ciencias de lo Artificial, la base de su objeto de estudio no está en la Naturaleza, sino en el campo de lo artificial (canales de transmisión, soportes, programas, contenidos interactivos, franjas horarias, etc.). ii) En cuanto Ciencias Aplicadas, los saberes de la comunicación están orientados a la solución de problemas concretos (a tenor de la audiencia y la configuración de la empresa) y se evalúa en función de la *manejabilidad* y la *utilidad* de los procesos seguidos y de los resultados obtenidos¹⁰. iii) Planteadas como Ciencias de Diseño, las Ciencias de la Comunicación se orientan a fines seleccionados y buscan unas pautas que permitan acceder a ese fin¹¹. Las metas marcadas pueden tratar de obtener la mayor audiencia posible, la mejor calidad programática o unos resultados económicos óptimos.

Si se pasa del marco general al particular, se observa que el diseño de la estrategia comunicativa de los medios está directamente condicionado por su política de programación (en el caso de la televisión y de la radio) o por la distribución de los contenidos en páginas y secciones (en el caso de la prensa escrita). Inicialmente, la programación, entendida como diseño comunicativo —en prensa, radio, televisión y medios digitales— es una práctica profesional; y, posteriormente, puede dar lugar a un saber científico (ser “cientificada”). La programación está basada en unos objetivos, procesos —un quehacer— y resultados. Todos ellos están relacionados con la transmisión de contenidos.

Una vez que se articulan los objetivos, los procesos y los resultados, se puede dar un carácter científico a una práctica profesional. Así, como argumenta el profesor Bereijo para el ámbito del Análisis Documental, pero es perfectamente aplicable a las Ciencias de la Comunicación en general, “esto se ha logrado mediante un proceso de cientificación de una práctica, que ha incluido el uso creciente de la Tecnología”¹². Esta idea, que se

⁹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 41-69.

¹⁰ En el caso de la programación televisiva estas dos características —*manejabilidad* y *utilidad*— deberían ser diferenciadas.

¹¹ Dependiendo de la televisión de la que estemos hablando, el fin buscado será distinto.

¹² BEREJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, p. 288.

apoya en Ilkka Niiniluoto y Herbert Simon, permite entender el cambio de una práctica profesional a una Ciencia Aplicada de Diseño.

El teórico Tefko Saracevic sostiene, además, que hay una materia interdisciplinar de la *Information Science*¹³: la Biblioteconomía, la Informática, las Ciencias Cognitivas y las Ciencias de la Comunicación. Compartimos la idea del profesor Antonio Bereijo de considerar esta *Ciencia interdisciplinar de la Información* como una Ciencia de lo Artificial. Es una Ciencia Aplicada con aplicaciones específicas: i) la representación de la información; ii) los sistemas de recuperación de la información; iii) la administración de sistemas de información; iv) la comunicación científica y tecnológica; v) la Biblioteconomía; vi) el estudio de usuarios; vii) la automatización, redes y sistemas de información; y viii) la Economía de la información¹⁴. A mi juicio, falta un noveno campo de aplicación, a saber, ix) la Programación de contenidos y servicios. Esta idea se ve con claridad en la medida en que estamos ante una *Ciencia de la Comunicación*.

1.2. Contribución de la Information Science a las Ciencias de la Comunicación como saberes de lo Artificial

Las Ciencias de la Comunicación y las Ciencias de la Documentación (o, lo que es lo mismo, *Information Science*) conforman dos disciplinas de las Ciencias de lo Artificial. Son saberes que estudian los procesos comunicativos (de lo que se encargan las Ciencias de la Comunicación) y que precisan de una base de información para poder llevar a cabo dicho proceso comunicativo (que analizan las Ciencias de la Documentación).

Son artificiales los objetivos, procesos y resultados buscados en la *Information Science* y en los sistemas de programación vinculados a los medios de comunicación (en cuanto estrategias para hacer llegar los productos comunicativos a una audiencia potencial), pero son “artificiales” en un sentido distinto al que corresponde a las Ingenierías. En efecto, no pretenden conocer la realidad para modificarla, pues el diseño busca poder resolver problemas concretos (para lo que han de poder realizar predicciones y evaluarlas antes de dar prescripciones sobre qué debe hacerse). En definitiva, con las Ciencias de lo Artificial se busca que se produzca *progreso científico*¹⁵.

Sucede que las Ciencias de Diseño exceden del ámbito humano y social, precisamente por ser Ciencias de lo Artificial. La diferencia con las Ciencias Sociales estriba en que en el caso de lo artificial, aunque son pautas diseñadas por hombres y que tienen repercusiones

¹³ Cfr. SARACEVIC, T., “The Concept of Relevance in Information Science: a Historical Review, Introduction to Information Science”, en SARACEVIC, T. (ed), *Introduction to Information Science*, R. R. Bowker, N. York, 1970, pp. 111-154. Esta idea de T. Saracevic se apunta en RIBEIRO, L. V. y LOUREIRO, J. M., “Traçados e limites da Ciência da Informação”, *Infolac*, v. 10, n. 3, (1997), pp. 3-13, y se recoge en BEREIJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, p. 289.

¹⁴ BEREIJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, p. 289.

¹⁵ El profesor Wenceslao J. González señala una diferencia epistemológica, que permite distinguir el “progreso científico” respecto de la “innovación tecnológica”: “el incremento del conocimiento —en sus diferentes vertientes— es la meta principal del conocimiento científico, mientras que la innovación tecnológica ya parte de un conocimiento científico, que sirve de soporte para intentar transformar una realidad dada”, GONZALEZ, W. J., “Progreso científico e innovación tecnológica: La ‘Tecnociencia’ y el problema de las relaciones entre Filosofía de la Ciencia y Filosofía de la Tecnología”, p. 264.

sociales, no son vitales para la Humanidad. Así, se ha vivido perfectamente sin Centros de Documentación o sin televisión hasta hace pocas décadas.

Desde el punto de vista metodológico, la programación de los medios de comunicación busca unos objetivos concretos, dentro de los posibles¹⁶. Lo hace a través del diseño de unas pautas absolutamente normalizadas en sus procesos. La meta es conseguir unos resultados que, en buena parte, estarán condicionados por aspectos sociales, políticos, ambientales, regulatorios y tecnológicos. La programación tiene una base epistemológica (un conocimiento específico) y un componente axiológico (unos valores que seleccionan fines y medios). Parece claro que los objetivos, procesos y resultados de la programación televisiva, radiofónica o de medios impresos o digitales son perfectamente evaluables empíricamente¹⁷.

El estudio del fenómeno de la programación puede realizarse desde diferentes ámbitos o perspectivas teóricas. Una de ellas es, precisamente, su índole artificial, debido a su dependencia respecto de diseños. Pero es también indiscutible que la programación se trata de un tipo de evento humano y social. En este caso tiene como marco inmediato el ámbito de las Ciencias de la Comunicación, en cuanto estudio de la transmisión de contenidos a través de un medio cultural. Y, de modo indirecto, la programación se relaciona también con las Ciencias de la Documentación, que es en parte Ciencia Social. A este respecto, la programación —dentro de la perspectiva de las Ciencias Sociales— se entiende como una actividad del proceso de *producción comunicativa*, un rasgo concreto sobre el que insiste el profesor Manuel Martín Serrano¹⁸.

En este proceso de producción comunicativa inicialmente hay unos actores: los programadores, que realizan un trabajo especializado como “emisores”. Se trata de un trabajo a la vez productivo y comunicativo, que consiste en seleccionar y distribuir los espacios: programas televisivos o radiofónicos (productos comunicativos) en unas parrillas o en unos tiempos de emisión. Lo mismo ocurre con los medios impresos, donde es necesario distribuir los contenidos en un planillo que articula —a tenor de su importancia y temática— cada uno de los contenidos. Tienen como cometido principal el de ofrecer a otros actores (las audiencias) una producción comunicativa de determinadas características.

Esta actividad implica tomar decisiones de producción comunicativa, en virtud de unos criterios profesionales. Son decisiones que, con independencia del hecho de poder estar condicionadas en mayor o menor medida por constricciones externas al propio contenido comunicativo (los condicionantes sociales, culturales, políticos, económicos, etc.), repercuten en la conformación de aquello que, finalmente, se ofrece a las audiencias.

¹⁶ H. A. Simon argumenta que “las pruebas empíricas ponen de relieve que la gente satisface y no optimiza”. Lo sintetiza en la expresión *bounded rationality* o racionalidad que busca aquello que es *good enough*. Cfr. SIMON, H. A., “Satisficing”, en GREENWALD, D. (ed), *The McGraw-Hill Encyclopedia of Economics*, 2ª ed., McGraw-Hill, Nueva York, 1993, p. 883.

¹⁷ Para Simon, “la Ciencia y la Tecnología originan un ensanchamiento y profundización de nuestras perspectivas del tiempo y el espacio, porque nos permiten generar alternativas más rápidamente y permiten una mejor evaluación de estas alternativas”, SIMON, H. A., *Naturaleza y límites de la razón humana*, Fondo de Cultura Económica, México D. F., 1989, p. 92.

Consideraba que “una especie que puede cambiar su cultura es *programable*... La programabilidad también es conducente a la existencia social y explotada con mayor eficacia en un medio social que en uno aislado. Examinemos en particular un aspecto esencialmente importante de la programabilidad: la susceptibilidad a aceptar programas bajo la influencia o la presión social”, SIMON, H. A., *Naturaleza y límites de la razón humana*, p. 73.

¹⁸ Cfr. MARTÍN SERRANO, M., *La producción social de comunicación*, Alianza Editorial, Madrid, 1986.

Remiten estas decisiones a una peculiar forma de hacer o de programar, que siempre será el resultado de una elección entre otras posibles. En otras palabras, la tarea de la programación como proceso de comunicación comporta una *racionalidad evaluativa*, que selecciona un fin referible entre diversos posibles¹⁹. Además, para poder llegar al fin buscado, las fases del proceso de comunicación responden a una determinada forma de hacer comunicación, que requiere saber utilizar los recursos tecnológicos disponibles. Esto supone una *racionalidad instrumental* o de medios: la selección de “medios adecuados para los fines previstos”²⁰. En este sentido, los programadores, en tanto que actores emisores especializados de un proceso de producción comunicativa, contribuyen —al igual que otros profesionales— a la conformación del producto final; un producto que resulta de la conjunción de las aportaciones de todos los que intervienen en su elaboración.

Si la participación de esos actores-programadores en el proceso de producción comunicativa se concibe como una *tarea de mediación*, de modo que alguien —en el proceso de producción social de conocimiento— llega a conocer algo a través de la información que otros han elaborado, entonces la programación se puede caracterizar también como una actividad de *mediación comunicativa* especializada. Así, se pueden estudiar los usos que hace una determinada sociedad respecto de los recursos de comunicación disponibles en un momento concreto²¹.

Hay, pues, también una base para el estudio de la programación televisiva en el ámbito de las *Ciencias Sociales*. Se justifica desde el momento en que el proceso de comunicación en televisión trasciende los intercambios individuales de información, de manera que se convierte en una actividad institucionalizada, socializada y de interés colectivo. Se trata, en suma, de una *actividad de comunicación pública*, que requiere estudio en cuanto tal. Esto es ontológicamente distinto al proceso de *diseño* propio de un campo artificial (*human-made*), pero es un rasgo complementario en la medida en que el fenómeno estudiado es dual: artificial y social.

1.3. El paralelismo con Computer Sciences: Programación informática y programación televisiva

Dentro del contexto de las Ciencias de lo Artificial, se pueden establecer algunos paralelismos entre la programación de ordenador, propia de *Computer Sciences*, y la programación televisiva orientada a la comunicación. El interés de esta programación reside en que las *Computer Sciences* y las Ciencias de la Comunicación trabajan con contenidos relacionados con la información y lo hacen sobre la base de un soporte informático de carácter tecnológico. “Programar” parece una tarea inequívocamente artificial cuando se trata de la Informática, pero cabe también considerar a la programación televisiva

¹⁹ Sobre la racionalidad evaluativa, cfr. RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999, pp. 79-80, 82 y 172.

²⁰ Acerca de la racionalidad de medios, cfr. RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, Clarendon Press, Oxford, 1988, y GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 65-96.

²¹ Cfr. MARTÍN SERRANO, M. ET AL., *Teoría de la Comunicación*, Publicaciones Universidad Complutense, Madrid, 1982, p. 203.

como artificial: rebasa el contenido social de la comunicación para llegar a objetivos expresamente diseñados.

- 1) Desde el punto de vista de los *objetivos*, la programación de ordenador establece unas metas claras y accesibles en un número relativamente reducido de pasos; mientras que la programación televisiva ha de contemplar una serie de aspectos a la hora de establecer los objetivos, tanto de contenidos como empresariales). Pero, en cualquier caso, han de ser metas alcanzables con los medios disponibles, si bien —en principio— serán más flexibles que las metas en *Computer Sciences*.
- 2) En cuanto a los *procesos*, la programación por ordenador comporta generalmente un tipo de procesos bien establecidos, de lo contrario el propio sistema operativo no nos deja avanzar para llegar a las metas previstas. La programación televisiva tiene procesos que ponen en juego un conjunto de elementos potencialmente más complejo, entre los que figuran: a) los medios humanos (el *expertise* de los profesionales); b) el soporte tecnológico; c) los condicionantes económicos; y d) las variables respecto de los propios contenidos (posible aceptación, viabilidad dentro de la “parrilla”, etc.).
- 3) A tenor de los *resultados*, la programación de ordenador cuenta con el mayor grado de previsibilidad dentro de las Ciencias de lo Artificial: salvo la aparición de elementos extraños (los virus, ...), el programa de *Computer Sciences* ha de permitir alcanzar los resultados inicialmente previstos. La evaluación de esos resultados es relativamente simple y la adecuación entre objetivos iniciales y resultados finales se puede juzgar de una manera clara. En cambio, la programación televisiva presenta un panel de resultados donde la evaluación es mucho más compleja, debido a la serie de componentes que intervienen en el diseño de objetivos y en la articulación de los procesos. Así, los resultados televisivos han de ser vistos *ad intra* y *ad extra*. La evaluación hacia adentro siempre analiza los resultados de los propios contenidos, mientras que la evaluación hacia fuera requiere contemplar la competencia con otras cadenas que ofrecen “el mismo producto” u otro similar.

Como recoge el profesor Antonio Bereijo al abordar *Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción*, “la aplicabilidad del diseño a tenor de reglas supone la existencia de unos límites en el diseño, y estos límites están directamente relacionados con su capacidad de adaptación a la realidad. En consecuencia, los resultados son acordes con la existencia de limitaciones”²². En definitiva, los procesos de comunicación dependen de los medios humanos y los materiales disponibles. En el caso de la programación de televisión entran en juego múltiples factores, entre los que cabe destacar tres: emisores, receptores e infraestructuras.

- i) Los tipos de *emisores* son muy variados: a) desde un punto de vista tecnológico, pueden ser analógicos o digitales, terrestres, satélites, ADSL ...; b) desde la perspectiva de la titularidad, son públicos o privados; y c) en cuanto al modelo de negocio, son gratuitos (tienen en la publicidad su principal vía de financiación, lucha por la audiencia) o de pago (estructuran su modelo de negocio en la obtención de abonados ...).

²² BEREIJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, p. 281.

- ii) La modalidad de los receptores es también variada. De hecho, si nos atenemos a la Tecnología, el desarrollo de unos u otros aparatos no permiten el acceso al mismo grado de interactividad o implementación. Esto condiciona la accesibilidad a los contenidos programados u ofrecidos. Desde el punto de vista sociológico, podemos distinguir entre los receptores o usuarios de pago y los que acceden de manera gratuita. Su actitud y nivel de exigencia no serán la misma.
- iii) Respecto de la *infraestructura* de transmisión cabe asimismo establecer un amplio abanico de posibilidades: puede ser terrestre analógica, terrestre digital (tecnología MHP), satélite, ADSL, a través de Internet (tecnología IP) o a través de la telefonía móvil.

Los medios materiales escogidos comportan una serie de limitaciones, que *de facto* condicionan los tres aspectos principales: tanto los objetivos como los procesos seguidos y los resultados obtenidos. La programación la realizan empresas que pueden ser privadas o públicas. Detrás de ellas subyacen necesidades de rentabilidad, que cabe traducir a términos económicos (principalmente en las empresas privadas) o bien de prestigio e influencia social (tanto públicas como privadas, en muchos casos).

2. LA COMPONENTE DE RACIONALIDAD EN LAS CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN

Diferentes Escuelas de índole sociológica han puesto en duda la racionalidad de la Ciencia en las últimas décadas. Con frecuencia son planteamientos de cariz postmoderno, que se consideran influidos por ideas de Thomas S. Kuhn, entre los que cabe destacar los siguientes: 1) la “Teoría de la finalización”, desarrollada por los sociólogos del Grupo de Starnberg; 2) el “Programa fuerte”, de la Escuela de Edimburgo; 3) el “Programa empírico del relativismo”, auspiciado por la Universidad de Bath; o 4) la Etnometodología de orientación constructivista, que aporta una visión eminentemente sociológica del conocimiento científico²³.

Frente a estos planteamientos hay una amplia gama de concepciones que defienden el carácter racional de la Ciencia en cuanto tal²⁴. Más aún, cuando se analiza esta cuestión con profundidad, se detectan tres planos epistemológicos de la racionalidad. Se encuentran en autores muy diversos, que han trabajado la racionalidad de la Ciencia, en general, y la racionalidad de la Economía, en particular, como es el caso de Herbert Simon (Premio Nobel en 1978). Es, además, uno de los autores clave en la Historia de la Inteligencia Artificial y en la configuración de las Ciencias de lo Artificial como Ciencias de Diseño²⁵.

Esos tres *planos sucesivos* de carácter epistemológico acerca de la racionalidad son los siguientes: a) la racionalidad de la *Ciencia* como tal, que es el campo más general posible, de modo que es compartido por las diversas disciplinas científicas; b) la racionalidad de la Economía como una *actividad científica* en el ámbito humano y social, de manera que

²³ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Las revoluciones científicas y la evolución de Thomas S. Kuhn”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Análisis de Thomas Kuhn: Las revoluciones científicas*, Trotta, Madrid, 2004, pp. 36-43.

²⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Novelty and Continuity in Philosophy and Methodology of Science”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 1-28; en especial, pp. 11-16.

²⁵ Se ha de resaltar que las ideas de Simon llevan a la Economía como Ciencia de lo Artificial, que comporta la idea del mercado como artefacto. Cfr. SUNDER, S., “Markets as Artifacts: Aggregate Efficiency from Zero-Intelligence Traders”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 501-519.

tiene rasgos propios aunque guarda relación con otros saberes (tanto en el ámbito social como en la esfera de lo artificial); y c) la racionalidad del *quehacer económico* en casos concretos, que resalta el papel de los agentes en la toma de decisiones y plantea un ámbito delimitado de estudio sin buscar nexo con los conocimientos de otras disciplinas²⁶. En este análisis epistemológico de Simon destaca la capacidad cognitiva humana —que considera limitada (*bounded*)— y resalta el papel de los agentes frente a lo que denomina las “transacciones económicas puras”.

A mi juicio, estos tres planos epistemológicos de la racionalidad —la Ciencia, la actividad científica propia de una disciplina y el quehacer concreto de los agentes— son perfectamente aplicables a las Ciencias de la Comunicación, entendida primero como Ciencia Aplicada y, después, como Ciencia de Diseño. Habría así una racionalidad científica compartida con el conjunto de las disciplinas científicas, una racionalidad propia de la actividad comunicativa —distinta de otras Ciencias, tanto formales como empíricas— y una racionalidad de los agentes que toman decisiones acerca de los productos comunicativos.

Planteado de esta forma, la racionalidad comunicativa aparece vinculada a tres planos sucesivos: 1) el relacionado con otras Ciencias; 2) el campo de lo comunicativo como actividad humana, donde se entrecruza el diseño artificial y los procesos sociales; y 3) la racionalidad comunicativa en cuanto tarea de los agentes que toman decisiones (en los diversos momentos de las propias empresas y de los distintos procesos comunicativos). A mi entender, se puede ver un paralelismo con el enfoque de Simon sobre la Economía, cuando plantea la observación de la conducta de los agentes en el desarrollo de su comportamiento para contrastarlo de un modo empírico²⁷. Porque, cuando se analizan procesos comunicativos concretos, el análisis de los casos particulares y concretos no es normalmente el resultado de una teoría previa, formulada con unas consideraciones a priori, sino que consiste en el intento de describir una actividad real.

Simon defiende las pruebas empíricas y rechaza la maximización de las expectativas subjetivas esperadas. Defiende que la racionalidad “satisface”, en lugar de buscar lo “óptimo posible”. El Pensamiento de este autor, a este respecto, se enmarca dentro de la línea epistemológica del empirismo. Sostiene, en efecto, que el progreso cognitivo en la Ciencia ha de sustentarse en una base empírica, de manera que ha de ser precisamente la información empírica disponible la base para dirimir la validez de las posibles propuestas científicas.

Desde una postura de pragmatismo combinada con elementos kantianos, Nicholas Rescher sostiene que tanto la racionalidad científica como la racionalidad económica se relacionan con la toma de decisiones. *Deliberar, elegir y realizar* son connaturales a ciertas actividades humanas, como es el caso de la Ciencia, en general, y de la Economía, en particular. Es —a mi juicio— una postura perfectamente extrapolable al caso de las Ciencias de la Comunicación, donde cabe hablar de una racionalidad propia de la actividad misma (en los procesos que, a partir de objetivos, buscan resultados) y una racionalidad de los agentes que eligen. Así, para poder tener capacidad de *elección*, la Filosofía desde Kant señala tres contextos principales: “los relacionados con la *creencia*, que llevan a aceptar o

²⁶ Estas ideas sobre racionalidad en Herbert A. Simon se recogen en GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, p. 66.

²⁷ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, p. 68.

suscribir determinadas tesis o planteamientos; los correspondientes a la *acción*: qué actos explícitos se han de realizar; y los concernientes a la *evaluación*: lo que se ha de valorar o dejar de valorar. Estos contextos representan, respectivamente, las esferas de la razón cognitiva, práctica y evaluativa²⁸.

Rescher distingue, por tanto, tres *tipos de racionalidad* en función del objeto de deliberación racional: 1) la racionalidad *cognitiva*, que versa sobre lo que cabe creer o aceptar, tanto en el conocimiento formal como empírico; 2) la racionalidad *práctica*, que contribuye a la toma de decisiones sobre las acciones a realizar; y 3) la racionalidad *evaluativa*, que dictamina sobre lo que se ha de preferir o valorar²⁹. El profesor González señala que las dos primeras —la cognitiva y la práctica— están presentes en el Pensamiento de Simon, mientras que la tercera —la evaluativa— no aparece como tal en sus trabajos, puesto que es un autor que no asume una racionalidad de fines sino sólo una racionalidad de medios³⁰.

Si se acepta que la Ciencia tiene que ver con el conocimiento —formal y empírico—, con acciones a realizar y con valores para elegir unos fines —los preferibles dentro de los posibles—, entonces se está asumiendo que la racionalidad científica atiende a una triple vertiente: la cognitiva, la práctica y la evaluativa. Así, se puede vincular la racionalidad de la Ciencia a diversos campos filosóficos, como son los estudiados por la Epistemología y la Metodología de la Ciencia, los abordados por la Ontología de la Ciencia, y los examinados por la Ética de la Ciencia y la Axiología de la investigación³¹.

Al mismo tiempo, si se acepta que la Ciencia es de suyo una actividad humana social conectada con otras actividades, entonces se puede considerar —como hacen algunos autores— que la racionalidad científica tiene nexos con la racionalidad económica (lo que lleva a los conceptos de “rentabilidad”, “eficacia”, “eficiencia”, ...) ³². Además, en la medida que una de las facetas de la actividad humana es su vertiente comunicativa y que los agentes deliberan al hilo de los contenidos de la comunicación, cabe ver una relación entre la racionalidad científica y la racionalidad comunicativa. a) La Ciencia es una actividad humana social y una de las vertientes de esas actividades es, sin duda, la comunicativa; y b) la toma de decisiones de los agentes están habitualmente moduladas por razones —cognitivas, prácticas o evaluativas— vinculadas a procesos de comunicación.

Normalmente, la racionalidad científica y la racionalidad comunicativa —tal como ocurre con la racionalidad económica— coinciden primero en una racionalidad instrumental o de medios. Así, eligen los mejores medios —los eficaces y, si pueden, los eficientes— para alcanzar los fines previstos. Pero también presentan un nexo de unión con la racionalidad de fines o evaluativa. Es la racionalidad que lleva a escoger los fines apropiados para la

²⁸ RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, pp. 2-3.

²⁹ Cfr. RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, p. 3.

³⁰ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, p. 71. Este problema de la racionalidad evaluativa o de fines fue tema de varias entrevistas entre González y Simon en Pittsburgh y también objeto de conversaciones entre González y Rescher, cfr. GONZALEZ, W. J., “Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y economista (1916-2001)”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 21-25.

³¹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, p. 71.

³² Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y actividad humana. Ciencia y valores en la Filosofía de N. Rescher”, en RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científicotecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999, pp. 11-44.

actividad desarrollada³³, de modo que es muy importante en el ámbito de las Ciencias de la Comunicación, que son de suyo saberes teleológicos.

2.1. La racionalidad científica del diseño y la racionalidad de los agentes que toman decisiones

Antes de abordar los caracteres propios de la “racionalidad comunicativa”, conviene señalar diversos aspectos de la *racionalidad*, de la que ya ha quedado claro que tiene al menos una triple vertiente: cognitiva, práctica y evaluativa. Dentro de las Ciencias Sociales, Simon establece diferencias en el modo de considerar a la racionalidad. Así, en primer lugar, señala la racionalidad de raigambre aristotélica, que se centra en el *proceso* de elección —donde se escoge una opción entre varias— y requiere pensar acerca de los medios y los fines. Se trata de la orientación preferente en Psicología. Y, en segundo término, está la racionalidad que destaca los *resultados* —lo obtenido mediante la elección o selección realizada al decidir—, que es la postura predominante en Economía y Sociología³⁴.

Normalmente, la posición de Simon se mueve en el campo de los procesos y su enfoque de la racionalidad es instrumental: el procedimiento para llegar a metas dadas. Concibe a la racionalidad de *medios* en términos puramente operativos: “vemos que la razón es totalmente instrumental. No podemos decir a dónde vamos; a lo sumo podemos decir cómo llegar allí. Es un arma que se alquila (*gun for hire*), que puede ser empleada al servicio de cualesquiera fines que tengamos, buenos o malos”³⁵. Esto supone que Simon considera que la razón no debe evaluar los fines (*ends*) o metas (*goals*), por lo que —como resalta el profesor González— parece no ser consciente de la *racionalidad de fines*³⁶.

Hay que destacar las reflexiones filosóficas de Rescher en favor de la racionalidad evaluativa: “la racionalidad no depende de lo que queremos, sino de lo que debemos querer, esto es, de los fines que es aconsejable escoger en las circunstancias reales imperantes”³⁷. En tal caso, la elección racional no viene condicionada meramente por lo que se prefiere, sino por lo que es preferible. En consecuencia, la racionalidad de *medios* y la racionalidad de *fines* son dos facetas de la racionalidad económica, que deben estudiarse en la convergencia entre la racionalidad *científica* y la racionalidad *tecnológica*³⁸, en cuanto que la

³³ Cfr. “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, p. 71.

³⁴ Cfr. SIMON, H. A., “Rationality”, en GOULD, J. y KOLB, W. L. (eds), *A Dictionary of the Social Sciences*, Free Press, Glencoe, IL, 1964; reimpresso en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, 1982, p. 406.

Sobre este tema, cfr. SIMON, H. A., “Bounded Rationality in Social Science: Today and Tomorrow”, *Mind and Society*, v. 1, n. 1, (2000), pp. 25-39. Vers. cast. de Wenceslao J. González y María G. Bonome: “Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 97-110.

³⁵ SIMON, H. A., *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, 1983, pp. 7-8.

³⁶ El Pensamiento de Simon está enmarcado en el carácter netamente instrumental de la razón humana y parece excluir una racionalidad evaluativa de fines: “rationality can only go to work after final goals are specified; it does not determine them”, SIMON, H. A., “Rationality in Political Behavior”, *Political Psychology*, v. 16, (1995), p. 60. Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, p. 78.

³⁷ RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, p. 112.

³⁸ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

Tecnología nos aporta los instrumentos para alcanzar los fines deseados o puede contribuir a lograr los fines considerados preferibles dentro de los posibles.

Cuando se plantea la racionalidad científica del diseño y la racionalidad de los agentes que toman decisiones hay que volver la mirada sobre la elección y la toma de decisiones. Hay aquí tres dimensiones diferentes de racionalidad: 1) la *epistémica* o *cognitiva* —que atañe directamente a los diseños—, donde la racionalidad es un atributo del conocimiento y consiste en reconocer la creencia que es correcta, dadas las pruebas empíricas a disposición del agente³⁹; 2) la *práctica* —que incide netamente en los agentes—, que busca las mejores pautas para la acción, dados los deseos y creencias del agente; y 3) la *evaluativa* —que repercute en los objetivos de los diseños y en los fines de los agentes—, de modo que se ha de seleccionar lo preferible a tenor de una serie de valores seleccionados.

Sobre la racionalidad evaluativa conviene contar con la aportación de Reinhard Selten, Premio Nobel de Economía en 1994. Este autor trabaja sobre la base de una racionalidad limitada (*bounded rationality*), continuando el planteamiento de Simon⁴⁰; pero hay una diferencia: admite la presencia de una *racionalidad evaluativa*⁴¹. Así, propone que hay “tres niveles de razonamiento”: i) el “análisis superficial”, que se da cuando hay una información de fácil acceso y donde el examen es cualitativo en vez de cuantitativo (en tal caso, la presencia de racionalidad epistémica es innegable); ii) la formación de una meta (o de un fin), tarea que parece llevar implícita —o, incluso, explícita— la utilización de una *racionalidad evaluativa*; iii) la “conformación de una actuación pública”, que mira a los medios para alcanzar el fin, donde es necesario determinar un modo en el que se pueda alcanzar la meta (en definitiva, la *racionalidad práctica*)⁴². Estos tres tipos de racionalidad se muestran en un ejemplo práctico, a través de un juego experimental de solidaridad⁴³.

Esta posición sobre la racionalidad está pensada sobre todo para los agentes que toman decisiones (en especial, económicas) y puede ser útil para entender la racionalidad en el campo del diseño, cuando se trata de Ciencias de lo Artificial. Así, en línea con la trayectoria marcada por Simon, insiste en racionalidad limitada a la hora de la elección de los medios para alcanzar los fines. Selten se distancia de la racionalidad maximizadora y de la predicción económica basada en supuestos ideales. Ve la conducta económica orientada a la obtención de determinados fines, dentro de los límites impuestos por las condiciones del entorno y las restricciones dadas.

Ahora bien, los objetivos de los diseños y los fines de los agentes que han de decidir requieren predicciones: la anticipación del futuro posible. Simon hace hincapié en que la

³⁹ Cfr. BICCHIERI, C., “Two Kinds of Rationality”, en MARCHI, N. DE (ed), *Post-Popperian Methodology of Economics*, Kluwer, Boston, 1992, pp. 155-188; en especial, pp. 161-162.

⁴⁰ Cfr. SELTEN, R., “Herbert A. Simon Opened My Eyes”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, pp. 163-167.

⁴¹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality in Experimental Economics: An Analysis of Reinhard Selten’s Approach”, en GALAVOTTI, M. C. (ed), *Observation and Experiment in the Natural and Social Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 2003, pp. 71-83.

⁴² Cfr. SELTEN, R., “Bounded Rationality”, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, v. 146, n. 4, (1990), p. 656; y SELTEN, R., “Features of Experimentally Observed Bounded Rationality”, *European Economic Review*, v. 42, nn. 2-5, (1998), pp. 413-436.

⁴³ Cfr. SELTEN, R. y OCKENFELS, A., “An Experimental Solidarity Game”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 34, n. 4, (1998), pp. 517-539.

racionalidad que acompaña a la conducta humana observable en los agentes que toman decisiones —normalmente en situaciones de incertidumbre— no permite garantizar un alto grado de exactitud y precisión en las predicciones económicas. En efecto, las predicciones dependen de capacidades limitadas para dominar las variables que versan sobre el futuro y los agentes no siempre se mueven por el propio interés, puesto que se constata también la presencia del altruismo. Así, lo habitual son las predicciones condicionales, y se han de contemplar tanto los factores endógenos como los exógenos⁴⁴.

Con mucha frecuencia, Simon habla de *conducta humana* y no de “actividad humana”⁴⁵. En su enfoque, el concepto de “conducta” (*behavior*) es importante en la racionalidad procesual —la selección de los medios— y más concretamente en el proceso de toma de decisiones. Considera que es necesario “comprender cómo los seres humanos se comportan de hecho ante la incertidumbre, y qué límites de información y de imputabilidad les acompañan”⁴⁶. Propone sustituir al agente de la Economía neoclásica —el omnisciente que toma decisiones condicionado por una situación— por un homo economicus de racionalidad limitada: “una caracterización realista (y psicológica) de los límites de la racionalidad humana, y las consecuencias de esos límites para su conducta”⁴⁷.

Por un lado, la posición de Simon sobre racionalidad —en particular, la racionalidad de los agentes que toman decisiones— es en principio extrapolable a otras Ciencias Aplicadas (en concreto, a las Ciencias de Diseño) desde la Economía. Pero, por otro lado, parece conveniente un cambio en el modo de entender el campo estudiado. Así, en lugar de “conducta económica” habría que considerar una dualidad la “actividad económica” y la “Economía como actividad”.

La *actividad económica* es algo que puede ser entendido como autónomo respecto de otras actividades humanas, pero modulada por la historicidad y la práctica (como no lo está de hecho la “conducta”, que puede ser meramente animal o, incluso, “mecánica”). La *Economía como actividad* es salir del “aislamiento” para reflejar la interdependencia del quehacer económico: conecta a la actividad económica con otras actividades humanas. Porque, en cuanto actividad humana *entre* otras, la Economía tiene nexos con diversas actividades (sociales, políticas, sociológicas, culturales...) ⁴⁸. Si se tiene en cuenta esta distinción es posible la predecibilidad de la *actividad económica* —que es, en principio, autónoma—, por lo que se puede suponer que las predicciones sean fiables; mientras que la *Economía como una actividad* humana entre otras carece de ese grado de fiabilidad, ya que existe una interdependencia de sus variables con las variables de otras actividades.

A mi juicio, es posible aplicar las concepciones expuestas —que tienen su origen en el análisis de Simon— al campo de las Ciencias de la Comunicación, en tanto que son consideradas primero como Ciencias Aplicadas y, después, como Ciencias de Diseño. En las

⁴⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, p. 86.

⁴⁵ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 223-229.

⁴⁶ SIMON, H. A., “From Substantive to Procedural Rationality”, en LATSIS, S. (ed), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976, p. 144.

⁴⁷ SIMON, H. A., “From Substantive to Procedural Rationality”, p. 148.

⁴⁸ GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, p. 87.

Ciencias de la Comunicación cabe distinguir una “actividad humana” y la “comunicación como actividad” humana entre otras. Cabe partir de lo contemplado para la Economía —Ciencia de lo Artificial y Ciencia Social— para proyectarlo sobre las Ciencias de la Comunicación, en cuanto englobadas en las Ciencias de Diseño y dotadas de una base de Ciencia Social.

Hay una *actividad comunicativa*, algo que los seres humanos llevan a cabo desde el nacimiento de la propia especie humana: es necesaria para interactuar con otros seres humanos y con el propio entorno natural y artificial. La actividad comunicativa comporta el intercambio de información, las decisiones consensuadas, las decisiones de innovación, los planes de mejora de los canales de transmisión de la información, etc. Pero también está *la Comunicación como actividad*, por la que se establecen los vínculos entre la actividad comunicativa y otras actividades humanas (políticas, económicas, legislativas, sociales, tecnológicas, etc.), que condicionan la toma de decisiones y su resultado.

Esto incide en la racionalidad científica del diseño en las Ciencias de la Comunicación y en la racionalidad de los agentes que toman decisiones dentro de este campo. Porque, en el ámbito de la comunicación —y, en concreto, en el ámbito de la programación— es necesario considerar que, por un lado, se mueve el mundo real de la comunicación con sus propias dinámicas —o “leyes internas”—; y, por otro lado, están una serie de actividades que las condicionan (políticas, económicas, legislativas, sociales, tecnológicas, etc.), como se pone de relieve en el caso de la Historia de las plataformas digitales en nuestro país. Así, el programador se encuentra en la disyuntiva de considerar el deber ser propio del quehacer mismo de la comunicación, a tenor de diseños que buscan objetivos; pero percibe el mundo que rodea ese quehacer, debido a la interconexión con otros aspectos del entorno de la comunicación.

Sobre la base del Pensamiento de Simon, se puede afirmar que el programador ha de seguir una *racionalidad limitada procesual* en vez de una racionalidad maximizadora sustantiva. En este sentido, es necesario tener en cuenta los condicionantes internos y externos a la hora de articular los fines. Las propias características de la sociedad a la que nos estemos dirigiendo, el proceso de innovación tecnológica, la madurez del propio sistema o la existencia de un número determinado de canales son factores que influyen en la programación o la articulación de la propia actividad comunicativa. Así, el diseño que triunfa en una comunidad no tiene por qué obtener los mismos resultados en otra comunidad distinta.

Como todo diseño, se ha de partir de objetivos trazados a partir de predicciones de lo posible. Pero esas predicciones están sujetas a posibles fallos, puesto que dependen, en gran medida, de cuestiones sociológicas, ambientales o políticas. El factor humano en las Ciencias de la Comunicación muestra una vertiente de *racionalidad evolutiva*: ha de adaptarse a un entorno habitualmente cambiante. Esto afecta a los dos planos señalados. a) Se puede estudiar la racionalidad de la Comunicación como una actividad científica, tanto en el campo de lo artificial —que se apoya en una construcción del deber ser de los diseños— como en el ámbito social (del que surge a partir de la función lingüística de comunicación); y b) cabe analizar la racionalidad del quehacer comunicativo en casos concretos, como actividad de los agentes que deciden al respecto.

Esa racionalidad evolutiva de tipo adaptativo atañe a los objetivos, procesos y resultados. No es sólo una racionalidad instrumental o de medios, sino que es también una racionalidad evaluativa o de fines. De hecho, la tarea de programación como proceso de comunicación comporta una *racionalidad evaluativa*, en tanto que esta actividad implica tomar decisiones de producción comunicativa, en virtud de unos criterios profesionales. Esto es así aunque estas decisiones puedan estar condicionadas, en mayor o menor grado, por cuestiones ajenas al propio contenido comunicativo (condicionantes sociales, culturales, políticas, económicas, etc.). Las decisiones conformarán un resultado entre otros muchos posibles, a partir de ciertos valores considerados como prioritarios⁴⁹.

Obviamente, en las Ciencias de la Comunicación hay que señalar también la *racionalidad instrumental* o de medios. Se ocupa de la selección de los “medios adecuados para los fines previstos”⁵⁰, de manera que se pueda llegar al fin buscado con el número menor de pasos posibles. Las fases del proceso de comunicación responden a una determinada forma de hacer comunicación, que requiere saber utilizar los recursos tecnológicos disponibles. De este modo, los programadores, en cuanto que son los actores emisores especializados de un proceso de producción comunicativa, contribuyen al diseño y conformación del producto final; un producto que, como se ha señalado, es el resultante de la conjunción de las aportaciones de todos los que intervienen en su elaboración.

2.2. Las vertientes de la programación en el ámbito comunicativo y la racionalidad en objetivos, procesos y resultados

Desde una perspectiva general, pero con clara incidencia en el ámbito comunicativo, “programar” se puede entender en términos de una acción seriada. Es aquella actitud intencional cuyas pautas, que están basadas en una interacción de agentes individuales, reúne varios aspectos: i) hay unos *objetivos* buscados, tanto respecto de los contenidos a transmitir como a tenor de factores económicos, donde la finalidad al programar puede variar (entretener, informar, educar, etc.); ii) consta de unos *procesos* para transmitir los contenidos y propiciar los logros económicos (elementos que resultan indispensables, puesto que los medios materiales hacen posible o impiden la realización de una emisión); y iii) se plantean unos *resultados* alcanzables, que tienen un efecto de retroalimentación (*feed-back*), pues lo obtenido modula futuras programaciones.

Estos elementos conforman básicamente el sentido y la referencia de lo que se llama “programación”. De este modo, programar es una acción intencional dentro de un medio social; se basa en la comunicación humana, tanto lingüística como visual; y tiene unos objetivos, procesos y resultados que pueden ser muy distintos. Esto supone un amplio margen para la variabilidad y la versatilidad, tanto respecto de medios como a tenor de fines. Programar comporta una *racionalidad de fines* —el seleccionar aquello que realmente interesa comunicar— y una racionalidad de medios o instrumental, pues hay que hacerlo con el orden y la secuencialidad más adecuados respecto de los fines que se buscan.

⁴⁹ La racionalidad evaluativa, en cuanto propia de los fines y de sus correspondientes valores, se analiza en RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, pp. 79-80, 82 y 172.

⁵⁰ Acerca de la racionalidad de medios, cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, pp. 65-96.

Según José Ángel Cortés, “por programar debe entenderse la adecuación de unos contenidos en forma de programas a una audiencia potencial a conseguir, alcanzando al mismo tiempo una amortización económica de los mismos”⁵¹. Pero la referencia a la “rentabilidad productiva” convierte esta definición en un caso particular, pues es aplicable sólo a un tipo especial de programación históricamente determinada. Sólo cabe para la programación que se somete a los criterios de mercado. Así, por mucha vigencia que tenga en la actualidad, no deja de ser una opción específica entre otras muchas posibles.

También se puede entender la programación como *un todo* o, lo que es lo mismo, como “producto comunicativo”, como una propuesta organizada de productos televisivos *estructurados temporalmente*. Esta es la acepción del término “programación” en la práctica cotidiana, la que emplea el profesional que se dedica a estas tareas. Se adecúa a la necesidad de desarrollar propuestas de producción comunicativa destinadas a una audiencia potencial. A este respecto, la programación sería el *modelo de organización* de la producción comunicativa de un medio televisivo.

Así pues, lo que se denomina “programación” en el ámbito comunicativo tiene varios planos: a) en cuanto *acción intencional*, es aquel quehacer humano que se orienta a fines seleccionados, dentro de contextos específicos; b) como *contenido* articulado, que ha de ser transmitido de manera inteligible a la audiencia potencial; y c) en cuanto *resultado* o “producto” final, que es evaluado como elemento de comunicación y producto comercial.

En otras palabras, el término programación tiene varias acepciones. Abarca los dos extremos: lo concebido para ser hecho y lo realizado, pues versa tanto sobre la explicitación previa de los *espacios que va a emitir* una cadena como acerca del conjunto de lo *realmente emitido*. Así, “programación” es la *intención comunicativa* de una cadena de televisión y es también el *resultado* del conjunto de las acciones sociales que llevan a realizar productos comunicativos. Lo evaluable es esto último, pues hace falta el despliegue de la acción para que se pueda contrastar.

Otros vocablos que con frecuencia suelen utilizar los profesionales como sinónimo de *programación* son “parrilla” o “rejilla”. Ambos términos aluden, en este caso, al instrumento material utilizado para el proceso de la programación. Es decir, corresponden al contenido de una hoja o plantilla dividida en casillas correspondientes a las distintas horas del día, que se van rellenando con los programas que se decida emitir en cada momento de la emisión. Ahora bien, al igual que el término “programación”, los vocablos de “parrilla” o “rejilla” también son duales: se utilizan asimismo para referirse al resultado de esa planificación, o lo que es lo mismo, al contenido expresado a través de la emisión pública.

Habitualmente, los usos del término “programación” en los especialistas en Teoría de la Comunicación utilizan los conceptos de “selección”, “ordenación”, “prioridad”, “secuencialidad” o “diversidad”. Básicamente, giran en torno a tres matices: a) un orden temporal en el diseño; b) una secuencia reglada del proceso, según criterios de contenido; y c) una pluralidad en los resultados. Así, 1) hay un *orden temporal* en quienes piensan que la programación es un asunto de prioridades respecto de horarios: es “la selección de los

⁵¹ CORTÉS, J. A., *La estrategia de la seducción. La programación en la neotelevisión*, Eunsa, Pamplona, 1999, p. 14.

diferentes programas estableciendo un orden de paso”⁵². 2) Se da una *secuencia reglada* cuando se insiste en el proceso de programar: que hay unas reglas o procedimientos para ordenar los contenidos, de modo que han de ser ofrecidos de modo secuenciado (en una “parrilla” espacio-temporal) a tenor de los destinatarios potenciales. 3) Existe una *pluralidad en los resultados*, como fruto de la propia diversidad de la programación, que es aceptada o cuestionada por la audiencia.

Convergen las distintas definiciones de “programación” en una idea común, presente en el ámbito comunicativo: la “programación” tiene como sentido —contenido intelectual— el *organizar racionalmente las emisiones* y su referencia versa sobre todo al proceso de elaboración de esa secuencia y, derivadamente, también designa su plasmación práctica. Al analizar esto, los teóricos unas veces ponen más énfasis en el “acto organizativo” de la producción comunicativa del medio; mientras que, otras veces, insisten en verla como un flujo continuo de programas. Es muy frecuente utilizar el término de “programación” para designar la labor de organizar las emisiones, al margen de que esa labor sea para tareas diversas, como racionalizar la actividad productiva del medio de comunicación, el darlas a conocer a la audiencia, o el proceso previo a la tarea de difusión.

Entre los teóricos de la Comunicación Audiovisual que se inclinan por destacar el aspecto organizativo de la “programación” cabe destacar a Lorenzo Soler, que lo define como “la necesidad básica de una estación de televisión, que consiste en llenar de contenidos todas las horas previstas de emisión”. La programación sería entonces “*una hoja en blanco que es necesario llenar*”⁵³. En esa misma línea de pensamiento se sitúa el profesor Mariano Cebrián Herreros, para quien “una emisora, al ponerse en funcionamiento, elabora una programación para llenar las horas que va a emitir diariamente y con la puesta en marcha de la programación se inicia un proceso de desgaste ya que ninguna programación es pensada a perpetuidad”⁵⁴.

Por lo que respecta a las definiciones que hacen hincapié en la característica de *continuidad* de la programación también se encuentra en Mariano Cebrián. Considera que existe “la programática como la unificadora de las estructuras autónomas, ya que la televisión presenta un conjunto de programas unidos, vinculados de alguna forma unos con otros, con un ritmo propio y con unas leyes específicas. De este modo es la continuidad de la emisión la que permite hablar de programación más que de programas en concreto”⁵⁵. Asimismo, incluye la observación según la cual “la televisión llena la programación con mensajes parcialmente autónomos e independientes como mosaicos. Cada uno de sus mosaicos sólo adquiere sentido en el conjunto”⁵⁶.

La programación así entendida es como un libro que tiene sentido en su conjunto. En lugar del análisis individualizado de cada uno de sus capítulos se da una visión holística: prevalece el todo sobre la parte. Cada vez más, principalmente en los canales generalistas,

⁵² WESTPHALEN, M. H. y PIÑUEL, J. L., *La dirección de comunicación. Prácticas profesionales*, Ediciones del Prado, Madrid, 1993, p. 1.093.

⁵³ SOLER, L. (ed), *La televisión. Una metodología para su aprendizaje*, Gustavo Gili, Barcelona, 1988, p. 127.

⁵⁴ Cfr. CEBRIÁN, M., *Introducción al lenguaje de la televisión. Una perspectiva semiótica*, Pirámide, Madrid, 1978, p. 250.

⁵⁵ Cfr. CEBRIÁN, M., *Introducción al lenguaje de la televisión. Una perspectiva semiótica*, p. 163.

⁵⁶ Cfr. *Introducción al lenguaje de la televisión. Una perspectiva semiótica*, p. 163.

se busca la continuidad de los diferentes espacios, con el objetivo claro de mantener a la audiencia: que no abandone ese canal; por lo que las transiciones entre los espacios de los programas no deben de ser bruscas. Se trata de evitar la pérdida de la audiencia que arrastra el programa anterior; y es que todo diseño al programar se orienta —en principio— a sumar sinergias, tratando de no debilitar la cobertura de la audiencia potencial.

Apuntan asimismo a la idea de “programación” sobre la base del concepto temporal los profesores Enrique Bustamante y Ramón Zallo. Consideran que lo más relevante del fenómeno televisivo “no son sólo los programas y los géneros, sino fundamentalmente su ubicación temporal, de acuerdo con las audiencias potenciales conocidas de cada rejilla horaria y los objetivos de cada emisora”⁵⁷. Reconocen, además, que se trata de “un concepto difícil de expresar en español, porque implica no sólo una suma de programas, sino un macromontaje, toda una estrategia desarrollada en el tiempo”⁵⁸. Esto se queda meramente en la *racionalidad instrumental*, en el proceso como secuencia orientada a fines ya seleccionados (audiencia). Se trata de una visión sumamente limitada: devalúa la racionalidad evaluativa de los agentes.

Acerca de la tarea de programar como función característica de *planificar* insiste el profesor Ángel Faus Belau, especialista en producción radiofónica. Asocia el concepto de programación con “la distribución de unos tiempos en función de unos recursos”⁵⁹. Esta idea instrumental nos permite asociar la programación a un acto de “planificación” o, lo que es lo mismo, de “diseño”. Toda planificación se apoya en una predicción de futuro, esto es, en un enunciado respecto de lo que puede acaecer (a corto, medio o largo plazo)⁶⁰; toda planificación conlleva unos objetivos que, a través de unos procesos, van a conseguir unos resultados.

En otras palabras, la *planificación* es un concepto que comporta dirección de la acción, es decir, es una noción vinculada a orientar acciones para conseguir un fin buscado. Esto es lo que hace la programación en relación con la audiencia potencial o público objetivo. Esta planificación se lleva a cabo, además, sobre la base de estimación de los recursos disponibles, de modo que normalmente está vinculada a criterios económicos. Paralelamente, estos recursos disponibles van a condicionar, al menos en la mayoría de los casos, los resultados obtenidos. Este es el análisis que se desea remarcar en el presente estudio, que analiza la programación desde la perspectiva de las Ciencias Aplicadas y, en concreto, de las Ciencias de Diseño. En ellas se ha de predecir para poder prescribir: la anticipación del futuro posible sirve de base para seleccionar las pautas de actuación.

Paralelamente a otros autores, Manuel Martín Serrano también insiste en la idea conocida de la programación como *distribución*: la entiende como una secuenciación de géneros en el tiempo de emisión. Incide en las consecuencias de esa distribución, que

⁵⁷ BUSTAMANTE, E. y ZALLO, R., *Las industrias culturales en España. Grupos multimedia y transnacionales*, Akal Comunicación, Barcelona, 1988, p. 138.

⁵⁸ BUSTAMANTE, E. y ZALLO, R., *Las industrias culturales en España. Grupos multimedia y transnacionales*, p. 93.

⁵⁹ FAUS, A., *La Era audiovisual. Historia de los primeros cien años de la radio y la televisión*, Ediciones Internacionales Universitarias, Barcelona, 1995, p. 191.

⁶⁰ Sobre las relaciones entre “planificación” y “predicción”, cfr. GONZALEZ, W. J., “On Theoretical Basis of Prediction in Economics”, *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228.

concibe como actividad de mediación, y señala las ventajas que, para las actividades de producción y consumo comunicativo, conlleva la reducción de la imprevisibilidad. Según Martín Serrano, “la mediación televisual organiza la referencia a las cosas y la perspectiva desde la que se refiere a las cosas en función de la programación del medio. Cualquier usuario familiarizado con la oferta televisiva sabe dónde y cuándo puede encontrar noticias, polémica, morbo, sexo... Ese modo de realización convierte a la programación televisiva en una sucesión de mundos estancos... a cada mundo se le da su tiempo”⁶¹.

Pero “programar” es un quehacer distinto a desestructurar, desagregar o “desconstruir”. Toda programación requiere de suyo la interdependencia de ciertos contenidos: es una secuencia dentro de un cierto sistema, donde cada elemento debe, en principio, poder ser conectado con los demás de la programación. Hay una red de interdependencias en la medida que existe un diseño de partida y que éste permite una planificación. Cuando desaparece esa articulación interna, la programación pierde uno de sus valores clave. La diversificación de la oferta ha de corresponder a unos objetivos, procesos y resultados de la propia programación.

Cabe, sin duda, un tipo de enfoque que tiende sobre todo hacia el *destinatario* de la intención comunicativa: la audiencia. En tal caso, el término “programación” se ve no desde el punto de vista de la cadena, sino a tenor del telespectador. La programación así entendida es “la adecuación de unos contenidos en forma de programas a una audiencia potencial”⁶², o también “el conjunto variado de posibilidades ofrecidas para el visionado, durante el tiempo dedicado a dicha actividad”⁶³. En consecuencia, se llega a que la programación como elemento comunicativo es *bidireccional*: va de la empresa al sujeto receptor y de los sujetos a la empresa, en cuanto inciden *de facto* en la programación, como usuarios de contenidos y como abonados de programas.

Además de la empresa de comunicación y de los usuarios reales o potenciales de los contenidos, está claro que ha de existir una actividad profesional detrás de la programación. Ese quehacer lo desarrollan diversos agentes que, dependiendo de los objetivos, medios disponibles (recursos) y resultados de la cadena, seguirá unas u otras pautas o rutinas. Los programadores son el punto de engarce entre la empresa de comunicación y el público destinatario. A este respecto, tras el estudio de las diferentes ofertas de cada una de las cadenas, subyacen unas *estrategias* y unos *patrones* de programación establecidos, que mayoritariamente lo que persiguen es conseguir la mayor cota de audiencia posible. Indirectamente la componente económica también late al seleccionar los objetivos y los procesos.

Muchas de las concepciones teóricas señaladas se quedan obsoletas cuando se trata de estudiar la programación de las plataformas digitales de televisión y, por extensión, la pauta de programación de las plataformas multicanal. Porque las pautas para la selección de objetivos y procesos ya no son las que se daban —y siguen dándose— en la televisión convencional, que está marcada por televisiones generalistas y que emiten habitualmente en analógico. Ahora el público *decide* qué quiere ver, cuándo, dónde y en qué soporte,

⁶¹ MARTÍN SERRANO, M., *Las mujeres y la publicidad. Nosotras y vosotros según nos ve la televisión*, Instituto de la Mujer, Madrid 1995, p. 27.

⁶² CORTÉS, J. A., “El programador, la nueva estrella de la TV”, *Mensaje y medios*, v. 6, (1989), p. 32.

⁶³ CASTILLO, A., “Programación a la parrilla”, *Pórtatil*, v. 10, (1996), p. 34.

por lo que el factor de la temporalidad, esgrimido en muchas de estas definiciones se resquebraja. Estamos ante un *nuevo diseño*, que se basa en una práctica profesional y que ha conseguido un mayor grado de sofisticación —una “cualificación”— que la anterior televisión nacida hace medio siglo.

Hace falta, por tanto, un marco teórico que responda al nuevo diseño que plantea la televisión interactiva (en particular, la TDT). Las Ciencias de lo Artificial, entendidas como Ciencias de Diseño —en la línea de lo propuesto por Simon—, proporcionan un conjunto de elementos para entender el nuevo entorno, que ha de contemplar lo propio de la Ciencia Aplicada: objetivos, procesos y resultados. Hay, además, varios niveles de análisis en cuanto a la racionalidad, que atañe tanto a la actividad de la comunicación —en sí misma y en su interacción con otros factores— como a los agentes que han de decidir ante una oferta plural. Aquí se han proporcionado una serie de aspectos en esa dirección.

BIBLIOGRAFÍA

BEREJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 278-309.

BICCHIERI, C., “Two Kinds of Rationality”, en MARCHI, N. DE (ed), *Post-Popperian Methodology of Economics*, Kluwer, Boston, 1992, pp. 155-188.

BUSTAMANTE, E. y ZALLO, R., *Las industrias culturales en España. Grupos multimedia y transnacionales*, Akal Comunicación, Barcelona, 1988.

CASTILLO, A., “Programación a la parrilla”, *Pórtatil*, v. 10, (1996).

CEBRIÁN, M., *Introducción al lenguaje de la televisión. Una perspectiva semiótica*, Pirámide, Madrid, 1978.

CORTÉS, J. A., “El programador, la nueva estrella de la TV”, *Mensaje y medios*, v. 6, (1989).

CORTÉS, J. A., *La estrategia de la seducción. La programación en la neotelevisión*, Eunsa, Pamplona, 1999.

FAUS, A., *La Era audiovisual. Historia de los primeros cien años de la radio y la televisión*, Ediciones Internacionales Universitarias, Barcelona, 1995.

GONZALEZ, W. J., “On the Theoretical Basis of Prediction in Economics”, *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228.

GONZALEZ, W. J., “Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 205-232.

GONZALEZ, W. J., “Progreso científico e innovación tecnológica: La “Tecnociencia” y el problema de las relaciones entre Filosofía de la Ciencia y Filosofía de la Tecnología”, *Arbor*, V. 157, n. 620, (1997), p. 261-283.

GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y actividad humana. Ciencia y valores en la Filosofía de N. Rescher”, en RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científicotecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999, pp. 11-44.

GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003.

GONZALEZ, W. J., “Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y economista (1916-2001)”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 7-63.

GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J., (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96.

GONZALEZ, W. J., “Rationality in Experimental Economics: An Analysis of Reinhard Selten’s Approach”, en GALAVOTTI, M. C. (ed), *Observation and Experiment in the Natural and Social Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 2003, pp. 71-83.

GONZALEZ, W. J., “Las revoluciones científicas y la evolución de Thomas S. Kuhn”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Análisis de Thomas Kuhn: Las revoluciones científicas*, Trotta, Madrid, 2004, pp. 15-103.

GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49.

GONZALEZ, W. J., “Novelty and Continuity in Philosophy and Methodology of Science”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 1-28.

GONZALEZ, W. J., “Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 41-69.

MARTÍN SERRANO, M. ET AL., *Teoría de la Comunicación*, Publicaciones Universidad Complutense, Madrid, 1982.

MARTÍN SERRANO, M., *La producción social de comunicación*, Alianza Editorial, Madrid, 1986.

MARTÍN SERRANO, M., *Las mujeres y la publicidad. Nosotras y vosotros según nos ve la televisión*, Instituto de la Mujer, Madrid 1995.

NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

NIINILUOTO, I., “Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?”, *Arbor*, v. 157, n. 620, (1997), pp. 285-299.

RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, Clarendon Press, Oxford, 1988.

RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999.

RIBEIRO, L. V. y LOUREIRO, J. M., “Traçados e limites da Ciência da Informação”, *Infolac*, v. 10, n. 3, (1997), pp. 3-13.

SARACEVIC, T., “The Concept of Relevance in Information Science: a Historical Review, Introduction to Information Science”, en SARACEVIC, T. (ed), *Introduction to Information Science*, R. R. Bowker, N. York, 1970, pp. 111-154.

SELTEN, R. y OCKENFELS, A., “An Experimental Solidarity Game”, *Journal of Economic Behaviour and Organization*, v. 34, n. 4, (1988), pp. 517-539.

SELTEN, R., "Bounded Rationality", *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, v. 146, n. 4, (1990), pp. 649-658.

SELTEN, R., "Features of Experimentally Observed Bounded Rationality", *European Economic Review*, v. 42, nn. 2-5, (1998), pp. 413-436.

SELTEN, R., "Herbert A. Simon Opened My Eyes", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 163-167.

SIMON, H. A., "Rationality", en GOULD, J. y KOLB, W. L. (eds), *A Dictionary of the Social Sciences*, Free Press, Glencoe, IL, 1964, pp. 573-574; Reimpreso en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 2: Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, 1982, pp. 405-407.

SIMON, H. A., "Theories of Bounded Rationality", en MCGUIRE, C. B. y RADNER, R. (eds), *Decision and Organization: A Volume in Honor of Jacob Marschak*, North-Holland, Amsterdam, 1972, cap. 8, pp. 161-176. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis*, Vol. 1, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 51-66.

SIMON, H. A., "From Substantive to Procedural Rationality", en LATSIS, S. (ed), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 129-148.

SIMON, H. A., *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, CA, 1983. Vers. cast.: *Naturaleza y límites de la razón humana*, Fondo de Cultura Económica, México, 1989.

SIMON, H. A., "Satisficing", en GREENWALD D. (ed), *The McGraw-Hill Encyclopedia of Economics*, 2ª edic., McGraw-Hill, N. York, NY, 1993, pp. 881-886.

SIMON, H. A., "Rationality in Political Behavior", *Political Psychology*, v. 16, (1995), pp. 45-63.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Empirically Grounded Economic Reason*, vol. 3, The MIT Press, Cambridge, 1997.

SIMON, H. A., "Bounded Rationality in Social Science: Today and Tomorrow", *Mind and Society*, v. 1, n. 1, (2000), pp. 25-39. Vers. cast. de Wenceslao J. González y María G. Bonome: "Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 97-110.

SOLER, L., "La programación", en SOLER, L. (ed), *La televisión. Una metodología para su aprendizaje*, Gustavo Gili, Barcelona, 1988, pp. 127-132.

SUNDER, S., "Markets as Artifacts: Aggregate Efficiency from Zero-Intelligence Traders", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 501-519.

TAYLOR, R. S., "Professional Aspects of Information Science and Technology", en CUADRA, C. A. (ed), *Annual Review of Information Science and Technology*, John Wiley, N. York, 1966, pp. 15-40.

WESTPHALEN, M. H. y PIÑUEL, J. L., *La dirección de comunicación. Prácticas profesionales*, Ediciones del Prado, Madrid, 1993.

II

Modelos de racionalidad limitada para las Ciencias de Diseño

3. La racionalidad limitada como moduladora de las Ciencias de Diseño

4. *Bounded rationality* y la Economía como Ciencia de Diseño

FORMACIÓN DE PROBLEMAS, DETECCIÓN DE PROBLEMAS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN DISEÑO¹

Herbert A. Simon

Esta reunión², que representa una confluencia de estudiantes de diseño de una serie de disciplinas totalmente distintas, es un acontecimiento de la mayor significación. Es significativo que la reunión se lleve a cabo, que todos vosotros reconozcáis vuestros intereses comunes. Es relevante que estemos consiguiendo una comprensión más profunda del proceso mismo del diseño. Si es pretencioso hablar acerca de la “Ciencia de Diseño”, al menos sabemos ahora que hay verdades sobre el diseño que se pueden formular y comunicar acerca del dominio profesional particular de cada uno, verdades generales que parecen aplicarse al diseño que cada uno de nosotros conoce.

Pero quizás no sea realmente pretencioso hablar de la Ciencia de Diseño. Hay principios que son aplicables de manera amplia; y, de modo creciente, estamos encontrando formas de poner en práctica esos principios en los ordenadores electrónicos y, por tanto, estamos asegurando la ayuda poderosa de esos ordenadores para el proceso de diseño. Lleguemos al acuerdo de admitir [que hay] “el Arte y la Ciencia de Diseño” (*the art and science of design*).

En años recientes, con independencia del campo específico en el que trabajemos, la conciencia de nuestras coincidencias (*communalities*) ha sido impulsada por las aplicaciones de los ordenadores al diseño: los sistemas expertos, el diseño asistido por ordenador, la Inteligencia Artificial. Debido a que sus programas están abiertos a la inspección, los ordenadores nos permiten ver el proceso de diseño. El programa es un objeto tangible, concreto. Y, para construir programas de diseño o de apoyo al diseño, hemos de tratar de comprender el proceso. Ese proceso es básicamente el mismo, ya sea que lo lleven a cabo personas u ordenadores, o ambos en colaboración, como es cada vez más el caso.

1. ELEMENTOS DE TERMINOLOGÍA

Diseño, tal como uso el término, quiere decir síntesis. Significa concebir los objetos, procesos, ideas para alcanzar metas (*goals*) y mostrar cómo pueden llevarse a cabo esos objetos, procesos o ideas. El diseño es el complemento del análisis, porque el análisis supone comprender las propiedades e implicaciones de un objeto, proceso o idea que ya se había concebido.

En el análisis, el diseño final está dado y la pregunta que se ha de responder es: ¿cuáles son sus propiedades y cómo se comportará (*behave*)? En el diseño las metas y las restricciones están en gran medida dadas, y la cuestión que ha de ser solucionada es: ¿qué diseño o diseños satisfarán estas metas y restricciones? Raras veces las metas y las restricciones

¹ Publicado originalmente como SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, en COLLEN, A. y GASPARIKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, vol. 3, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, pp. 245-257. La presente versión castellana se publica con la oportuna autorización de la editorial y de Katherine Simon Frank. La traducción ha sido realizada por Pablo Vara y Wenceslao J. González.

² Esta conferencia se pronunció en el Primer Congreso Internacional sobre Planificación y Teoría del Diseño.

serán satisfechas mediante un único diseño simple; y apenas será posible examinar todos los diseños posibles para decidir cuál es —en algún sentido— óptimo. Diseñar es satisfacer (*satisficing*), es encontrar una solución aceptable.

2. LA ELECCIÓN COMO UN COMPONENTE DEL DISEÑO

Un componente del diseño es la elección (*choice*), la selección de una alternativa entre un número de ellas disponibles. Contamos con muchos instrumentos analíticos poderosos para ayudar a la elección: los instrumentos forjados por la Economía, la Teoría estadística de la Decisión y la Investigación Operativa (*operations research*). Casi todos estos instrumentos encajan en el siguiente paradigma general: un conjunto de objetivos y restricciones están dados; se nos da también una serie de alternativas para escoger entre ellas. Finalmente, se nos facilita información bastante completa (aunque pueda ser probabilística) sobre el nivel de la meta —la utilidad— a la que llegará cada alternativa.

Si el problema no es demasiado complejo, de modo que sea factible el cómputo de lo óptimo, el procedimiento analítico nos anunciará la elección óptima. Necesitamos resaltar la condición: “si el problema no es demasiado complejo”. En muchas situaciones del mundo real, el problema es, en efecto, demasiado complejo y se deben hacer aproximaciones drásticas en cuanto a la descripción de la realidad antes de ser posible, de manera computacional, el realizar elecciones “óptimas” (esto es, elecciones que podrían ser óptimas, si el mundo aproximado fuese el mundo real). Afortunadamente, las elecciones que son óptimas en el mundo aproximado son, con frecuencia, satisfactorias en el mundo real.

3. ENCONTRAR O GENERAR ALTERNATIVAS

Sin embargo, no deseo extenderme sobre el aspecto de la elección en el diseño, porque no es el aspecto sobre el que emplean más tiempo y energía los diseñadores. La mayor parte de los recursos del diseño se destinan a descubrir o generar alternativas, y no a elegir entre ellas. De hecho, es bastante común que salga una única alternativa del proceso de diseño: un único plan para una casa, para un puente o para una sencilla partitura de una sonata. Ninguna elección permanece; todas las elecciones se han hecho en el curso de generar, seleccionar y combinar entre los elementos y componentes del diseño. La elección está por completo entrelazada con la generación.

Los elementos de un diseño no son, por supuesto, un puro invento. El diseñador comienza con algunos elementos básicos (*primitives*), algunos componentes que sabe —él o ella— que están disponibles o que se pueden elaborar. El diseño es un juego de combinatoria que se juega con esos elementos básicos. No debería sorprendernos que, por muy banales que sean los elementos básicos, la novedad —incluso la novedad admirable— pueda surgir de este proceso combinatorio. Después de todo, mediante la combinatoria, son suficientes 92 elementos naturales para producir todas las substancias que se encuentran en la Naturaleza o han sido creadas a través del artificio humano. Cuatro nucleótidos en el ADN bastan para codificar los 20 aminoácidos; y estos 20 aminoácidos construyen las innumerables proteínas de la materia viviente. El juego combinatorio de Darwin, jugado con los cuatro nucleótidos, da cuenta de toda la naturaleza viva. La combinatoria es el auténtico corazón de la creación y, por lo tanto, del diseño.

Aun cuando, en el curso del proceso de diseño, tenga lugar mucha selección entre alternativas parciales y componentes alternativos, quiero acentuar la diferencia radical

entre elegir dentro de las alternativas y generar alternativas. En la elección no hay lugar para la sorpresa del diseñador o de la diseñadora ante las novedades inesperadas que crea mediante la combinación o recombinación de los elementos básicos (*primitives*). En los dominios de interés científico, artístico o técnico, el diseñador no puede anticipar (*foretell*), hasta que el juego esté bastante avanzado, qué surgirá (*emerge*). (De otro modo, ¿qué necesidad habría para el arduo proceso de diseño?).

El diseño es intrínsecamente computacional, un asunto de procesar las implicaciones de los supuestos iniciales y sus combinaciones. Un Dios omnisciente no tiene necesidad de diseño: el resultado se conoce antes del inicio del proceso. Diseñar es hacer acopio de información sobre lo que se sigue de lo que uno ha propuesto o ha asumido. Sólo es interesante para criaturas de información limitada y limitado poder de computación; criaturas de racionalidad limitada (*bounded rationality*), como nosotros mismos.

4. EL FOCO DE ATENCIÓN

Hay tres modos, todos ellos vitales para el proceso de diseño, en los que la racionalidad se encuentra limitada. Ya he aludido a los dos primeros: conocemos sólo una fracción infinitesimal de las cosas que necesitamos saber —las cosas que son relevantes para llegar a un diseño óptimo—. Y nuestra capacidad de computación nos permite procesar sólo unas pocas de las innumerables implicaciones de las cosas que conocemos.

Pero nuestra racionalidad está también limitada de un tercer modo. Almacenamos lo que sabemos en esa porción enciclopédica del cerebro que habitualmente se denomina “memoria a largo plazo”. Otras partes de nuestro conocimiento las guardamos en enciclopedias externas y en fuentes de referencia —tradicionalmente en papel, pero cada vez más en memorias de ordenador— de las que, en la memoria, sólo ha de mantenerse el índice de la información. La memoria a largo plazo también está indizada y es accesible mediante el proceso denominado reconocimiento. Algún estímulo del entorno externo —una palabra en una página, una imagen, un objeto— nos da acceso a la información ya almacenada en la memoria acerca del tipo de palabra, imagen u objeto. Decimos que lo reconocemos.

Ahora bien, este método de almacenamiento de la información nos impone límites severos. Sólo podemos recobrar la información que está indizada y que está encuazada (*is cued*) mediante el reconocimiento. Y únicamente podemos mirar una página de la enciclopedia cada vez. Podemos tener una inmensa cantidad de información potencialmente a nuestra disposición, pero sólo un pequeño fragmento de ella —tanto esté almacenada internamente como externamente— puede situarse en nuestro foco de atención en un momento dado.

Nuestra pequeña capacidad de atención aparece dramatizada en “Magical Number Seven” de George Miller³. La memoria a corto plazo, la memoria de la atención, sólo se puede mantener alrededor de siete “fragmentos” (*chunks*) conocidos. Éso lo puedes contrastar fácilmente. Buscad un número de teléfono en la guía y retenedlo hasta que podáis marcarlo. La mayor parte de nosotros podemos hacerlo, a no ser que nos interrumpan. Ahora probad con dos números de teléfono, manteniendo en la memoria uno mientras marcáis el otro. Creo que fracasaráis.

³ MILLER, G., “The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information”, *The Psychological Review*, v. 63, (1956), pp. 81-97. (*N. del E.*)

Como diseñadores, sabemos que nuestras memorias a corto plazo las debemos aumentar con ayuda de memorias externas. Históricamente, la más importante de ellas es el trazado [el diseño gráfico] en una mesa de dibujo. Hoy, una pantalla de ordenador reemplaza, a menudo, al tablero de dibujo. En cuanto se recupera o se genera la información relevante, la introducimos en nuestro trazo y, de este modo, logramos enriquecer nuestro almacén de información sobre nuestro problema actual. Pero, incluso el dibujo, proporciona sólo una respuesta parcial al problema de la atención limitada. En la medida en que aumenta la cantidad de información en el dibujo, encontramos que ya no podemos atender a toda ella a la vez, sino sólo a unos pocos fragmentos. Por tanto, se transfiere al dibujo el problema de recuperación de la información de la memoria a corto y largo plazo. El problema sigue ahí, y continúa limitado el foco momentáneo de nuestra atención.

En el resto de mi conferencia responderé a nuestros propios límites de atención, poniendo el foco sobre el número mágico siete y el tablero de dibujo como los principales determinantes del proceso de diseño; determinantes que ejercen una importante influencia en las metas del diseño y en la forma en que aborda los problemas el diseño. Esto nos proporcionará solamente una visión parcial del diseño; pero, cuando se discuten asuntos complejos, las visiones parciales son todo lo que podemos tener. Esta es, de hecho, la moraleja de mi historia.

5. EL TABLERO DE DIBUJO

El tablero de dibujo —como he señalado— acumula información. Atendemos a un aspecto de la tarea del diseño, tomamos una decisión, la recogemos en el tablero. Permanece ahí, combinándose con todas las demás decisiones, que hemos tomado y tomaremos, y relacionándose con ellas. Para usar la información del dibujo, hemos de atenderlo de modo selectivo, a tenor de nuestras metas actuales y a las pistas (*cues*) que podemos ver.

Pero el dibujo hace más que recoger y acumular información. También lleva a cabo inferencias para nosotros, inferencias que sería difícil o casi imposible hacer sin él (o sin la imagen correspondiente en el ojo de nuestra mente). Permitidme que ilustre con un ejemplo trivial, lo suficientemente simple como para que podamos hacerlo en nuestras cabezas sin un dibujo. Sugiero que imaginéis un rectángulo, dos veces más ancho que largo. Trazad una línea vertical desde el medio del lado superior del rectángulo al lado inferior. Ahora vuestro ojo mental realiza para vosotros unos cálculos maravillosos. Os pregunto cuál es la forma de las dos figuras en las que se ha dividido el rectángulo. Si duda respondéis: “Son cuadrados, por supuesto”. ¿Sabrías eso, y podríais probarlo, sin la imagen mental o un dibujo?

Llevemos el ejemplo un paso más allá. Trazo una diagonal de la esquina noroeste del rectángulo hasta la esquina sureste. ¿Intersecta la diagonal la línea vertical que dibujasteis (o imaginasteis) previamente? Claro que lo hace. ¿Cómo lo sabéis? Podéis “ver” el punto de intersección. Luego el dibujo, o la imagen mental, crea nuevos objetos (p. ej., puntos) y relaciones entre objetos (p. ej., intersecciones de líneas) que serían crecientemente más difíciles de generar, si no los hubieseis inferido mediante razonamiento lógico o matemático. Un dibujo, además de ser un almacén de información, es una máquina de inferencia bastante poderosa⁴. Nosotros realizamos una serie de elecciones, que plasmamos en el

⁴ Cfr. LARKIN, J. H. y SIMON, H. A., “Why a Diagram Is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words”, *Cognitive Science*, v. 11, (1987), pp. 65-99.

dibujo; el dibujo, fácilmente, “calcula” muchas de las consecuencias de la interacción entre esas elecciones.

Hay, naturalmente, serios límites sobre estas inferencias que nos proporcionan los dibujos. Una importante contribución del Diseño Asistido por Ordenador (*CAD*) ha sido eliminar el límite concreto que imponía la bidimensionalidad del dibujo. El ordenador puede almacenar imágenes en tres dimensiones (o más); y, cuando es necesario, puede mostrarlas de modos en que resulta evidente la tridimensionalidad. E incluso sin mostrarlos, puede calcular si los objetos intersectan en tres dimensiones o pasan enfrente o detrás del otro.

La capacidad de acumular información en dibujos y de realizar muchas inferencias, de manera automática, sobre interrelaciones ejerce una influencia dominante acerca de la organización del proceso de diseño, cualesquiera que sean los dibujos que puedan usarse. Ahora el diseñador ya no se enfrenta a la tarea imposible de atender a todo a la vez. Cabe recoger una decisión de diseño (*design decision*), basada en consideraciones especializadas, y se puede revisar posteriormente, desde puntos de vista absolutamente diferentes de aquellos que la han generado.

Mientras que un dibujo se puede examinar en cualquier etapa del proceso de diseño, las pistas (*cues*) pueden evocar información relevante: sobre detalles a los que hay que atender, acerca de las restricciones que se han traspasado, en torno a alternativas que no se han considerado; información que quedaban fuera del foco de atención cuando se tomaron las decisiones previas. Las aplicaciones repetidas de este mecanismo de reconocimiento pueden garantizar que el producto final del diseño responderá a una amplia serie de consideraciones a las que no se podría haber prestado atención de manera simultánea.

Por supuesto que el ciclo elección-registro-repaso (*review*)-reconocimiento-revisión (*revise*) puede aplicarse a cualquier sistema de información acumulativa. No necesita que sea un dibujo. Sin embargo, nuestros ojos están maravillosamente adaptados a examinar (*scanning*) dibujos y otras escenas visuales, y a observar un amplio número de pistas (*cues*) en ellos. Además, como hemos observado, el dibujo es también un proceso poderoso de realización de inferencias. Por estas razones, hacemos un amplio uso de dibujos cuandoquiera que diseñamos sistemas que se despliegan en el espacio, y a veces incluso cuando diseñamos objetos más abstractos. Porque nos esforzamos considerablemente para encontrar modos de representar incluso nuestras abstracciones en dibujos: por ejemplo, programas de ordenador y otros procesos temporales en diagramas de flujo; o el ciclo del vapor en Termodinámica.

6. METAS (*GOALS*) EN DISEÑO

Diseñar algo que sea mínimamente complejo (y si no fuese complejo, no lo estaríamos considerando aquí) requiere ponderar y sopesar una enorme cantidad de consideraciones. En el diseño de una casa hemos de considerar el control de la temperatura, la vista desde las ventanas, las formas de las habitaciones y las puertas, la ubicación de las ventanas, la disposición de las habitaciones; no puedo comenzar a enumerar todas las consideraciones que entran en el criterio de función para una casa.

Al diseñar algo tan simple como un motor eléctrico, hemos de estar seguros de que libera la cantidad deseada de potencia, usando la cantidad correcta de corriente con el voltaje correcto. Debe diseñarse de tal modo que no se sobrecaliente. (Un empresario se me

quejaba una vez —estaba criticando la especialización en formación en Ingeniería— de tener que contratar a dos ingenieros para diseñar un motor: uno para hacer el circuito eléctrico, el otro para asegurar que el motor no ardiese). Debe hacerse de materiales que sean lo más baratos posible, y debería ser construido y manufacturado tan fácilmente como fuese posible.

Listas similares de *desiderata*, que habrían de ser atendidas, se podrían elaborar para diseñar organizaciones, *curricula* de bachillerato, campañas publicitarias, o cualquier otra cosa que queráis considerar. El criterio de función (*criterion function*), o la combinación de criterios y restricciones (*constraints*), es siempre complicado —mucho más de lo que podemos mantener en mente en un momento dado—.

De hecho, es engañoso hablar de un “criterio de función”, porque esta frase hace pensar en una imagen de una síntesis nítida de todos los criterios y restricciones dispares en algún tipo promedio ponderado —una utilidad, un número mágico que incorpora nuestra evaluación del diseño en términos de todos nuestros deseos combinados, y las necesidades—. No existe semejante síntesis. Evaluamos los productos del diseño aplicándoles una amplia lista de diversos criterios y restricciones. Cuando se satisfacen algunos, pero se fracasa en otros, modificamos tanto el diseño como los criterios y las restricciones. Cuando alcanzamos un punto en el que ya no estamos seguros de si los intercambios (*trade-offs*) producen una ganancia neta o una clara pérdida —cuando ni siquiera tenemos seguridad acerca de si sabemos cómo compararlos—, habitualmente estamos preparados para aceptar el resultado. Buscamos un diseño que satisfaga cada una de nuestras metas y restricciones en un cierto nivel, que exprese la aspiración que hemos formado junto a esa dimensión.

7. EL DISEÑO SATISFACE

Si este es el modo en que evaluamos nuestros diseños, se sigue entonces que no tenemos que tener en la mente todos nuestros criterios a la vez. En particular, no hemos de tener en mente todos los criterios cuando comenzamos el proceso de diseño. Podemos contar con los procesos de reconocimiento para apelar a consideraciones que no atendimos antes y, por tanto, garantizar que no las olvidaremos de manera permanente. En el curso del proceso de diseño no sólo surgen alternativas, sino que también emergen las metas del diseño —los criterios y restricciones que han de ser satisfechos—. El problema del diseño es reformulado continuamente durante el proceso de diseño. El diseño es un proceso de formación, detección y solución de problemas. No aparecen siempre en primer lugar la formación y la detección, seguidas de la solución. Los tres subprocesos están completamente entremezclados.

8. EL SURGIMIENTO (*EMERGENCE*) DE LAS METAS

Una vez aquí, puede que queráis quejaros: que me estoy dedicando a juegos verbales. Podéis objetar que, en rigor, las metas no surgen (*emerge*) en el proceso del diseño. Que, en realidad, las metas están ahí, a lo largo de todo el proceso. Lo que sucede es que no se atiende a todas desde el principio; que se almacenan en la memoria a largo plazo (o en las fuentes de referencia), para acceder a ellas y darles respuesta, cuando llegue el momento adecuado.

Esta objeción olvida, creo, la lección principal de la racionalidad limitada. En la actividad humana lo que cuenta no es lo que sabemos “en principio”, sino lo que sabemos de

manera consciente aquí y ahora. Permitidme que proponga un ejemplo simple: supongamos que os ofrecen una papaya, algo que nunca habéis probado. ¿Cuál es la función de la meta que determinará vuestra respuesta? Obviamente, la utilidad del sabor de la papaya no puede ser parte de ella, porque no sabéis cómo es. Tendréis que responder en términos de algún tipo de “valor de las nuevas experiencias”, que no tiene nada que ver, de modo directo, con las papayas. Vuestro primer bocado evocará una nueva dimensión de la utilidad: el saber real que experimentáis. Probablemente influirá en si dais un segundo bocado.

Ahora con ingenio suficiente podéis construir una función de utilidad a la que se acomodará este ejemplo. Contiene el deseo de nuevas experiencias, así como utilidades para diversas dimensiones y combinaciones de dimensiones de sabor. Con semejante función, el primer y segundo bocados tendrán utilidades completamente distintas. Pero reconozco que semejante construcción es puro artificio. Es mucho más útil describir la situación diciendo que, tras haber probado la papaya y que haya gustado, has conformado una nueva meta de comer papaya de vez en cuando —especialmente cuando nos la ofrecen—. En particular, el gusto de la papaya no toma parte en la decisión de tomar el primer bocado, y se podría omitir en el criterio de función inicial. Después de ese bocado, cambió el criterio de función.

Si aceptáis este último modo de ver la situación, podemos —a partir de él— sacar algunas consecuencias para el proceso de diseño. Hay dos fuentes de conocimiento que, aunque no se atiendan inicialmente, pueden ser incorporadas en el proceso. Una fuente es la memoria: en el curso del proceso, se evoca el conocimiento que no era considerado al principio. La otra fuente es la naturaleza: en el transcurso del proceso, podemos aprender cosas que no sabíamos antes, o tener la experiencia de cosas que no habíamos experimentado antes; y ese aprendizaje o esa experiencia pueden cambiar nuestras preferencias.

En ambos casos no podemos considerar realmente las metas del diseño como dadas, más que cuando estimemos que las alternativas vienen dadas. Un proceso de diseño comienza con algunos criterios y algunas posibilidades (o elementos básicos a partir de los cuales se pueden construir alternativas). Según avanza el proceso, se suscitan continuamente nuevos criterios y nuevas posibilidades, a partir de las fuentes que hemos identificado.

Mediante el diseño —al explorar— aprendemos lo que podemos tener; pero también aprendemos lo que queremos.

9. LA SECUENCIA EN EL DISEÑO

No comenzamos a diseñar de manera totalmente inocente acerca de las metas y las restricciones. Empezamos con metas iniciales que guían los primeros pasos del proceso de diseño. Pronto estas metas iniciales se incrementan con otras, que se suscitan según avanza el proceso.

La secuencia en la que se generan las metas no carece de significado, puesto que secuencias diferentes producirán diseños finales distintos. (En mi artículo sobre *Estilo en diseño*⁵, he argumentado que el orden en el que se toman las cosas en el proceso de diseño es un determinante fundamental de lo que habitualmente denominamos “estilo”). Las metas y restricciones que postulamos al principio representan compromisos que limitan

⁵ Cfr. SIMON, H. A., “Style in Design”, en EASTMAN, C. M. (ed), *Spatial Synthesis in Computer-Aided Building Design*, Applied Science Publishers, Londres, 1975, pp. 287-309. (N. del E.).

las alternativas que podemos generar. Muchos diseños posibles quedarán excluidos por estos compromisos iniciales.

Al escoger la secuencia en la que se introducirán las metas, los diseñadores se guían por un número de heurísticas, algunas de las cuales son específicas de dominios concretos de diseño, pero otras son completamente generales. Por ejemplo, una heurística básica es incluir las metas y restricciones más importantes entre las postuladas inicialmente. Al diseñar una casa se comienza con los criterios que rigen el emplazamiento y la distribución, no por las [pautas sobre las] tuberías del baño. Equivocarse al incluir criterios importantes en la formulación inicial del problema puede llevar al diseñador a un callejón sin salida, del que no hay recuperación salvo comenzar de nuevo.

Una segunda heurística es poner en primer lugar los criterios agregados (*aggregate*), antes de atender a los criterios que rigen a los [detalles] específicos. En el diseño de un edificio, resulta normalmente ventajoso el concretar el coste total y el volumen antes de considerar el emplazamiento y la distribución por plantas.

Una tercera heurística es postular primero los criterios más restrictivos, porque las limitaciones reducirán la explosión combinatoria de posibilidades, lo que mantendrá la tarea del diseño dentro de un radio manejable. A menudo los seres humanos dan lo mejor de sí en el diseño cuando se enfrentan con severas restricciones, porque entonces están protegidos contra la desorganización y la falta de objetivos (*aimlessness*) a que puede dar lugar un exceso de posibilidades. Para los constructores de catedrales góticas no fueron una desventaja las dificultades de estar limitados a construir colocando piedra a piedra. Por el contrario, enfrentándose a estas dificultades produjeron algunas de las bellezas esenciales de estas estructuras.

Hay, sin embargo, otra vertiente de la disciplina de las restricciones (*constraints*). Si las restricciones iniciales son demasiado rígidas, se cerrarán muchas posibles direcciones de desarrollo, y habrá pocas oportunidades, para las metas no incluidas en el conjunto inicial, de tener influencia apreciable en el diseño final. Las metas tendrán pocas posibilidades de ser modificadas por la experiencia.

Me gustaría afrontar esta necesidad de flexibilidad como mi cuestión final. Pero, para concluir esta sección, debo enunciar una vez más su tema básico: Determinar la secuencia en la que se deben considerar las metas y las restricciones es el paso más importante en el diseño, y un [factor] determinante principal del estilo del producto diseñado.

10. DISEÑAR PARA LA FLEXIBILIDAD

Debido a que la racionalidad humana está limitada severamente, todo pensar opera con modelos de la situación del problema altamente incompletos. El antídoto para esta incurable visión de túnel es mantener la flexibilidad, de modo que, cuando un problema se examine más tarde desde un nuevo punto de vista, se puedan modificar las decisiones tomadas previamente. Los compromisos deben ser provisionales (*tentative*). Sin esa flexibilidad, no se pueden aplicar secuencialmente las restricciones.

Normalmente pensamos en la flexibilidad no como una característica del proceso de diseño, sino del producto del diseño. Contemplamos la flexibilidad en cuanto a diseñar algo que se adaptará a las condiciones de futuro —y no anticipadas en el momento presente—,

que son diferentes de las condiciones del periodo en que se hace el diseño. Pero hemos visto que el proceso del diseño es, en sí mismo, un flujo temporal, una secuencia continua de decisiones con un pasado, un presente y un futuro.

La flexibilidad en el proceso de diseño permite que el nuevo conocimiento se use cuando quiera que surja, tarde o temprano. Igualmente, la flexibilidad permite responder a los nuevos criterios cuando quiera que se evoquen. Permite que se modifiquen e incrementen las metas, que se introduzcan nuevas restricciones. Lo que consideramos normalmente como el proceso de diseño —los pasos dados hasta el momento en que hemos creado un diseño que ha de ser llevado a cabo— es sólo la primera etapa de un proceso más largo. Primero diseñamos un edificio; después lo usamos (esto es, lo rediseñamos continuamente).

El papel de la flexibilidad en estas dos etapas es esencialmente el mismo. Necesitamos flexibilidad a lo largo del proceso de diseño de modo que el diseño pueda evolucionar, respondiendo a las nuevas consideraciones de cada etapa. Necesitamos flexibilidad en el producto del diseño, de manera que pueda continuar evolucionando en el uso, respondiendo a necesidades nuevas y condiciones nuevas. En suma, necesitamos flexibilidad porque nuestra racionalidad limitada es incapaz de anticipar todas las contingencias que se presentarán durante el proceso de diseño y todas aquellas que aparecerán cuando usemos después el objeto diseñado.

La necesidad de flexibilidad está implícita en todo diseño, pero puede ser también una meta explícita del diseño. Por ejemplo, cuando diseñamos un lenguaje de ordenador, sólo anticipamos en un sentido estadístico —o incluso de un modo aún más vago— qué programas queremos escribir en él.

Cuando diseñamos un lenguaje de ordenador para escribir programas de Inteligencia Artificial (IA), la necesidad de una deliberada flexibilidad se hace mayor aún. La Inteligencia Artificial utiliza la investigación heurística, y la investigación heurística busca soluciones de problemas por caminos que no pueden ser anticipados. La memoria del ordenador debe estar organizada de modo que estructuras de tamaño y conformación arbitraria puedan ser almacenadas, sean accesibles y modificables mediante rutas arbitrarias. Así, la característica más llamativa de los lenguajes IA como LISP es que apoyan esta flexibilidad en la organización de la memoria —que lo hagan así fue la especificación central en su diseño—.

11. DISEÑO DE SISTEMAS SOCIALES

El criterio de flexibilidad adquiere también especial significado en el diseño de objetos que se prevé que tengan una larga vida, tales como edificios, ciudades e instituciones.

Un plan de ordenación urbana (*city plan*) difícilmente puede considerarse como algo más que como un indicador de algunos pasos iniciales, que impulsará un desarrollo posterior en una dirección concreta. Cuando Pittsburgh, a comienzos de los años 50, autorizó su *Golden Triangle* se inició una secuencia de hechos, muchos de ellos no anticipados, que desarrolló de nuevo el centro de la ciudad, alrededor de su espectacular ubicación en la confluencia de los dos ríos. La configuración concreta de los edificios que vemos hoy es una respuesta a esa primera iniciativa; pero es considerablemente diferente de la configuración que aparecía en lo trazado en los años 50. Podemos pensar en el conjunto del período de treinta y cinco años como un ejercicio de diseño llevado a cabo, no sobre el tablero de dibujo sino sobre

el emplazamiento de la propia ciudad. No existe un límite (*boundary*) claro entre diseño y acción. Cada etapa de pensamiento o acción no es más que un punto de partida para el siguiente pensamiento o acción.

No se debería suponer que las metas del diseño estuviesen completamente especificadas en los planes originales. A medida que crece la nueva ciudad, la vamos examinando. Vivimos en ella y experimentamos sus cualidades. Cambia nuestros valores y nuestras aspiraciones. Tenemos nuevas concepciones de lo que es una ciudad.

Los diseños de organizaciones tienen la misma cualidad de ser una tentativa (*tentative*) y de carácter emergente (*emerging*). Mi ejemplo favorito es de la misma época que el plan de Pittsburgh: la Administración de Cooperación Económica (*ECA*), fundada en 1948 para dirigir el Plan Marshall de Ayuda que ofrecimos para asegurar la recuperación económica de Europa después de la Segunda Guerra Mundial. La meta de la legislación fue proporcionar a las naciones europeas fondos y bienes que hicieran posible el revitalizar sus propias capacidades productivas. Pero había muchas maneras diferentes de estructurar una organización para llevarlo a cabo.

La *ECA* pudo haber sido una organización de procesamiento de las listas de compra europeas, validándolas, y ayudando a su consecución. Ése era un modelo. Otro concebía la *ECA* como una extensión del Departamento de Estado, organizada para dedicarse a negociaciones bilaterales con naciones individuales, para fijar los términos en los que se ofrecería la ayuda. Un tercer modelo —el que se siguió— concibió la organización como un núcleo en torno al cual la cooperación económica entre los estados europeos podría desarrollarse, de modo que ellos podrían ser conducidos hacia una economía europea muy diferente de la fragmentación de la Era prebélica.

El medio para lograr esta meta de largo alcance fue establecer una poderosa oficina de la *ECA* en París, y dar a esa oficina un amplio margen de autoridad para negociar con una organización semejante de los Estados europeos. La actual Comunidad Económica Europea es el producto directo de esta decisión, aunque ciertamente no se previó nada semejante a su presente forma⁶. El proyecto de la organización no planeó el futuro; pero, sin duda, empujó los acontecimientos en una dirección concreta.

Estos dos ejemplos, uno de una ciudad, el otro de una organización internacional, nos revelan un criterio que es central en virtualmente toda planificación social, una forma particular del criterio de flexibilidad. Puesto que diseñar un sistema social es un proceso inacabable (*unending*), no podemos diseñar configuraciones concretas. Sólo podemos diseñar para un “estado estable (*steady*)”, un flujo continuo de acontecimientos que mantendrán un presente satisfactorio mientras preservan el potencial para futuros satisfactorios. El principio que guía ese diseño es que a cada generación se le debería garantizar una serie de opciones tan amplia como la que estuvo a disposición de la generación que le precedió.

12. CONCLUSIÓN

El proceso de diseño está conformado de modo fundamental por el hecho estar limitada la racionalidad humana, y conformado de manera especial por el foco muy restringido de

⁶ Hoy es la Unión Europea, con 27 Estados, que surge de la Comunidad Económica Europea y la progresiva integración de nuevos países, todos ellos vinculados mediante sucesivos Tratados con funciones cuasi-constitucionales. (*N. del E.*)

la atención humana. Los ordenadores nos capacitan para manejar un poco más de información de la que pudimos manejar antes, y procesan unas pocas implicaciones más de nuestro conocimiento. Pero no cambian el hecho básico de la racionalidad limitada. Con o sin ordenadores, podemos tomar en cuenta sólo una minúscula parte (*a tiny bit*) de la complejidad del mundo real.

Por tanto, el diseño es un proceso de búsqueda y de descubrimiento de nueva información sobre las alternativas que están disponibles y acerca de las consecuencias que se seguirán si se escogen esas alternativas. Pero el diseño es también un proceso de descubrimiento de metas a alcanzar y de restricciones a satisfacer. Las metas y restricciones no son más que elementos fijos del diseño [en mayor medida] que lo pueda ser cualquier otra cosa.

El diseño es siempre tentativa. En cada instante del tiempo, el diseño está sujeto a revisión. Y, al final de la vida del objeto diseñado, ese objeto y sus usos están sujetos a revisión. Un fin importante en cada paso del proceso de diseño es llevar a cabo fines mientras se mantienen abiertas opciones para el futuro.

Necesita el diseño ser analizado con modestia en cuanto a nuestra capacidad de prever el futuro, [capacidad] que es mucho menor para controlarlo sensatamente (*wisely*). El buen diseño decide sobre las metas y escoge alternativas sin descartar las elecciones de metas que nuestros sucesores puedan desear hacer.

BIBLIOGRAFÍA

LARKIN, J. H. y SIMON, H. A., "Why a Diagram Is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words", *Cognitive Science*, v. 11, (1987), pp. 65-99.

MILLER, G., "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information", *The Psychological Review*, v. 63, (1956), pp. 81-97.

SIMON, H. A., "Style in Design", en EASTMAN, CH. M. (ed), *Spatial Synthesis in Computer-Aided Building Design*, Applied Science Publishers, Londres, 1975, pp. 287-309⁷.

⁷ Con el mismo título hay otro trabajo suyo: SIMON, H. A., "Style in Design", en ARCHEA, J. y EASTMAN, CH. (eds), *Proceedings of the Second Annual Environmental Design Research Association Conference*, EDRA, Edmon, 1971, pp. 1-10. (*N. del E.*).

ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA COMO CIENCIA DE DISEÑO: EL ENFOQUE DE LA *BOUNDED RATIONALITY* EN LA TOMA DE DECISIONES

María G. Bonome

Uno de los cometidos de la actividad científica es contribuir a cambiar la realidad existente o, al menos, crear cosas nuevas mediante el diseño, pensando en resolver problemas concretos. Este campo de objetivos, que facilitan la adaptación del hombre a su entorno, Herbert A. Simon lo denominó “Ciencias de Diseño” (*sciences of design*)¹. Se ocupan de tareas muy diversas, entre las que figuran el diseño de organizaciones, dentro de un mundo cada vez más influido por la información², y el uso —orientado hacia el futuro— dentro del ámbito de la administración de empresas³.

Las Ciencias de Diseño, a su vez, entran dentro del territorio de las Ciencias de lo Artificial, en cuanto que son las disciplinas que atienden a la realidad propiciada por el hombre (*human-made*), viendo la creatividad humana que permite orientar cómo deben ser las cosas. Dentro de ese conjunto de saberes, Simon pone especial énfasis en la Economía, a la que considera como Ciencia de Diseño. Entiende que guarda una estrecha relación con la creatividad humana, por ejemplo cuando se adentra en la esfera de la gestión empresarial (*management*)⁴.

Precisamente en esa parcela del saber interviene de lleno la toma de decisiones, que Simon plantea desde una racionalidad humana limitada (*bounded rationality*). Esta aportación, que fue decisiva para la concesión del Premio Nobel de Economía en 1978⁵, aparece en el tratamiento que hace de la Economía como Ciencia de Diseño. Esto supone que se han de considerar los rasgos epistemológicos y metodológicos de esta disciplina, viéndolos desde la perspectiva del diseño científico.

Tras ese análisis inicial, en un segundo momento se atiende a la racionalidad en las Ciencias de Diseño. Así, se estudia cómo el proceso de diseño puede ser entendido en términos de toma de decisiones. Este papel pasa por el uso de la racionalidad en la selección de objetivos, procesos y resultados. En tercer lugar, se considera la formación y resolución de problemas en Ciencias de Diseño, desde el prisma de la Economía orientada a la resolución de problemas concretos, esto es, como Ciencia Aplicada.

¹ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996, pp. 111-138 y 164.

² Cfr. SIMON, H. A., “Designing Organizations for an Information-rich World”, en GREENBERGER, M. (ed), *Computers, Communications, and the Public Interest*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, MD, 1971, pp. 37-72. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 171-185.

³ Cfr. SIMON, H. A., “Some Design and Research Methodologies in Business Administration”, en AUDET, M. y MALOUIN, J. L. (eds), *La production des connaissances scientifiques de l'administration*, Les Presses de l'Université Laval, Quebec, 1986, pp. 239-279.

⁴ Cfr. SIMON, H. A., “What we Know about the Creative Process”, en KUHN, R. L. (ed), *Frontiers in Creative and Innovative Management*, Ballinger Publishing, Cambridge, MA, 1985, pp. 3-20.

⁵ Cfr. THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES, “The Nobel Memorial Prize in Economics 1978: The Official Announcement of the Royal Academy of Sciences”, *Scandinavian Journal of Economics*, v. 81, n. 1, (1979), pp. 72-73. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis*, Vol. 1, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 3-4.

Finalmente, se examina la relación entre la racionalidad limitada y la Teoría de Juegos. Esto requiere adentrarse, desde una óptica filosófico-metodológica, en la trayectoria seguida por la Teoría de Juegos. Se trata de un tratamiento matemático que, en Economía, ha estado durante mucho tiempo alejado de las posiciones sobre racionalidad de Simon. Pero progresivamente la idea de la racionalidad limitada (*bounded rationality*) va cobrando cada vez un mayor protagonismo en la Teoría de Juegos. Esto puede tener su eco en el diseño científico en Economía.

1. LA ECONOMÍA COMO CIENCIA DE DISEÑO

Tradicionalmente, se ha utilizado la distinción entre Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales para realizar la caracterización de las Ciencias empíricas. Se ha empleado una taxonomía basada en el objeto de estudio propio de cada una de ellas, de manera que distingue entre Ciencias de la Naturaleza (el objeto de estudio serían los componentes del entorno natural) y Ciencias Sociales (donde el contexto del hombre y la sociedad es el elemento principal a estudiar).

La Economía, que es el caso que nos ocupa aquí, se ha considerado dentro del grupo de las Ciencias Sociales. Su objeto de estudio se relacionaba con la interacción social que es propia de los seres humanos. Son ellos, en efecto, quienes han de elegir entre bienes y servicios, dictaminar ante medios que son escasos y que pueden tener usos alternativos. Pero este cuadro es insuficiente desde un punto de vista filosófico-metodológico: no cubre con claridad la creatividad humana de lo artificial ejemplificada en el uso de diseños.

1.1. Ampliación de la perspectiva sobre la Economía

Simon no cuestiona que la Economía sea Ciencia Social, de lo que se queja es de la falta de apoyo empírico de buena parte de las pretensiones de la tendencia dominante en Economía⁶. Lo que plantea es una visión de la Economía que es, a la vez, Ciencia de lo Artificial y Ciencia Social⁷, que hace diseños para encaminar la actuación pública y también que refleja la conducta de los agentes que toman decisiones en los entornos cotidianos. Pero siempre insiste en que la racionalidad económica ha de estar fundada o sustentada empíricamente, frente a las propuestas de esquemas apriorísticos sobre la Economía o la aceptación de principios contrarios al realismo de los supuestos⁸.

Una mayor especificación de la Economía lleva a considerar la distinción entre Ciencia Básica y Ciencia Aplicada, que se da en las disciplinas según sus diferentes finalidades. La Ciencia Básica es aquella actividad científica que busca expresamente nuevo conocimiento: da fundamentalmente respuestas a problemas de tipo cognitivo; mientras que la Ciencia Aplicada es aquella actividad científica que elabora conocimiento nuevo orientado

⁶ Cfr. DOSI, G., "A Very Reasonable Objective Still Beyond Our Reach: Economics as an Empirically Disciplined Social Science", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 211-226.

⁷ Cfr. GONZALEZ, W. J., "Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science", en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186.

⁸ Cfr. SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

a metas, para ser utilizado con la finalidad específica de incrementar la efectividad de alguna actividad humana⁹.

Dentro de la investigación básica, hay un protagonismo de la teoría: es el marco teórico el que permite el incremento de conocimiento para resolver problemas (al explicar o al predecir), mientras que, en el caso de la investigación aplicada, se funciona de otra manera: es precisamente el problema concreto el que hace necesario articular el conocimiento, para dar respuesta a la cuestión específica planteada¹⁰.

En el caso de la Ciencia Económica, distintas vertientes de ámbito de estudio se orientan a objetivos diferentes. En el campo de la Ciencia Básica estaría, por ejemplo, la Teoría Económica; mientras que en la esfera de la vertiente aplicada se encontraría, entre otras, la Estadística Económica o la Econometría. Esta distinción refleja la diferencia entre una orientación preferentemente descriptiva (explicativa y predictiva) y una tendencia netamente práctica (predictiva y prescriptiva).

Pero todavía cabrían otras clasificaciones de la Ciencia en su conjunto, si se tienen en cuenta nuevos parámetros. En este sentido, Simon ha realizado una importante propuesta, en la que utiliza como criterio la distinción entre *artificial*, como aquello hecho por el hombre, en oposición a lo *natural*¹¹. A partir de ahí, propone la idea de las “Ciencias de lo Artificial”, como aquellas dedicadas a crear algo distinto de lo natural y lo social. Y, dentro de ese marco de elaboración artificial, estarían las Ciencias de Diseño, que son aquellas dedicadas específicamente al diseño o creación del conocimiento que tiene una finalidad específica, que es cómo han de ser las cosas para resolver los problemas concretos planteados.

Dentro del ámbito de las Ciencias de lo Artificial, se hace hincapié en la vertiente del diseño, pues es la propuesta de tipo artificial que se encarga de crear las directrices para la creación de algo nuevo. Así, para la caracterización de estas Ciencias de lo Artificial, se pueden distinguir “varios rasgos epistemológico-metodológicos: a) buscan más ‘sintetizar’ que ‘analizar’; b) pueden imitar caracteres de la Naturaleza o de la realidad social, pero poseen siempre un factor innovador respecto de lo dado —sea natural o social—; y c) presentan una dimensión prescriptiva o normativa además del plano descriptivo, puesto que incluyen metas y un deber-ser orientado hacia ellas”¹².

Puesto que estos rasgos se cumplen en el caso de la Economía, parece claro que esta disciplina entraría también en el ámbito de las llamadas “Ciencias de lo Artificial”. Efectivamente, es tarea de la Ciencia Económica desarrollar actividades encaminadas a la elaboración de modelos, tanto teóricos —“descriptivos”— como de aplicación práctica (“prescriptivos”). Es decir, describe cómo se comporta la gente cuando lleva a cabo decisiones y acciones económicas, y prescribe también un comportamiento racional¹³.

⁹ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Science”, *Erkenntnis*, V. 38, (1993), pp. 3-5.

¹⁰ Cfr. NIINILUOTO, I., “Approximation in Applied Science”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.

¹¹ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 4.

¹² GONZALEZ, W. J., “Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, p. 8.

¹³ Cfr. SIMON, H. A., “Methodological Foundations of Economics”, en AUSPITZ, J. L., GASPARI, W. W., MLICHI, M. K. y SZANIAWSKI, K. (eds), *Praxiologies and the Philosophy of Economics*, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1992, p. 25.

Para ello, se diseñan modelos orientados, entre otras finalidades, a redirigir los sistemas económicos hacia una situación de equilibrio y al diseño de productos que incrementen valores como la riqueza o el bienestar social.

1.2. El diseño científico en este campo

Cuando Herbert Simon habla de “diseño” (*design*), se refiere a concebir las ideas, procesos y objetos para alcanzar metas y mostrar cómo éstas se pueden llevar a cabo. Tiene carácter de “síntesis” y aparece como el complemento del “análisis”, que trata de comprender las propiedades e implicaciones de esas ideas, procesos u objetos¹⁴. Estas metas a alcanzar podrían ser muy variadas: planear organizaciones sociales, articular decisiones para llevar a cabo algún tipo de actuación o la solución a un determinado problema o, incluso, la construcción de tipos de artefactos materiales¹⁵.

Al referirse Simon al resultado del proceso de diseño, en general, habla de *artefacto*, y lo define como un punto de encuentro o “interfaz” que le sirve al hombre para adaptarse al ambiente o contexto donde ha de desenvolverse¹⁶. Y, en el caso concreto de la Economía, ve reflejado ese componente artificial del comportamiento de los diferentes agentes económicos de una forma clara. Así, tanto las personas, a nivel individual, como otras entidades (las empresas, organizaciones, mercados, y la economía, en general) tienen unos objetivos marcados en función de sus necesidades. Pero la escasez de bienes hace que sea necesario diseñar sistemas que permitan adaptar esos objetivos al entorno dado, en función de nuestros conocimientos y habilidades¹⁷.

En la elaboración de diseños se sigue un desarrollo, donde se buscan unos objetivos específicos y se seleccionan los procesos más adecuados, de modo que permitan alcanzar unos resultados esperados. Se trata, pues, de una forma específica de toma de decisiones. Porque delimitar los objetivos que se han de buscar y escoger los procesos adecuados supone tener que decidir. En tal caso, la racionalidad interviene —o puede hacerlo— respecto de los fines y en cuanto a los medios.

Cabe enmarcar el diseño científico en un contexto de solución de problemas y, como tal, posee una serie de aspectos relevantes. En primer lugar, hay que establecer prioridades a la hora de elegir qué problemas merecen una más pronta atención; a continuación, tiene una importancia fundamental la correcta formulación de los problemas que se trata de resolver; y, en tercera instancia, se ha de prestar atención a la generación de alternativas, entre las cuales se elegirá finalmente la opción más conveniente¹⁸.

¹⁴ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design” en COLLEN, A. y GASPARIKI, W. W. (eds), *Design in Systems: General Applications of Methodology*, v. 3, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, p. 246.

¹⁵ Sin embargo, para Ilkka Niiniluoto, este tipo de actividad por medio de la cual se planifica el diseño y la construcción de algún tipo de objeto, sólo podrá ser considerada como “investigación científica”, si el fin de dicha actividad es la obtención de nuevo conocimiento. Cfr. NIINILUOTO, I., “Future Studies: Science or Art?”, *Futures*, V. 33, (2001), p. 375.

¹⁶ Simon habla de la necesidad de conectar el ambiente interno (*inner environment*), que sería la sustancia y organización del artefacto en sí mismo, y un ambiente externo (*outer environment*), que hace referencia al contexto en el que opera o se desenvuelve. Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 6.

¹⁷ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 25.

¹⁸ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Formulation and Alternative Generation in the Decision Making Process”, en CHIKAN, A. ET AL. (eds), *Progress in Decision, Utility and Risk Theory*, Kluwer, Boston, MA, 1991, p. 78.

En el campo de la Economía, el planteamiento de los problemas que habrán de ser resueltos es tarea de los modelos predictivos. A partir del estudio de la realidad económica, la predicción se orienta a anticipar aquellas situaciones que podrían originar consecuencias no deseadas. En el momento en que esas cuestiones a resolver están debidamente identificadas, se desarrollan modelos prescriptivos, cuya finalidad es establecer pautas para interferir el curso de los acontecimientos y poder así adaptarlos a lo deseado o, en su caso, mitigar efectos no convenientes.

Tanto los modelos predictivos como los modelos prescriptivos que se desarrollan dentro del ámbito científico pueden ser englobados en un diseño de Ciencia Aplicada. A la hora de configurar ese diseño juegan un papel fundamental la *racionalidad*, que implica las esferas cognitiva, práctica y evaluativa¹⁹. Interviene asimismo la *predicción*, como elemento que ayuda a establecer los posibles objetivos. Es decir, la racionalidad y la predicción son aspectos que contribuyen a diseñar nuevos elementos que ayuden a cambiar la realidad existente, de manera que luego se puede prescribir, que consiste en dar las pautas para alcanzar esas metas preferidas. Y si son importantes la racionalidad y la predicción para el diseño dentro de las Ciencias de lo Artificial, en general, son particularmente relevantes en el caso concreto de la Economía, cuyas aplicaciones afectan a la sociedad en su conjunto²⁰.

2. LA RACIONALIDAD EN LAS CIENCIAS DE DISEÑO

Si se considera que la configuración del diseño requiere una toma de decisiones, puesto que se ha de pasar de lo pensado —el diseño como proyecto— a lo realizado (la plasmación práctica), entonces hay que pensar en cómo seleccionar la ruta adecuada. Cuando esa ruta es eficaz consigue resolver adecuadamente el problema planteado y alcanza el objetivo elegido. Así, a partir de la información disponible al respecto, ha de contemplar una serie de alternativas respecto del proceso, entre las cuales se elegirá la más plausible en relación a los objetivos que se han establecido.

Una parte fundamental de cualquier toma de decisiones es la información a la cual se tiene acceso. En este caso, hace falta considerar especialmente que “diseñar consiste en hacer acopio de información”²¹. Acopio de información para los planos sucesivos: a) los objetivos buscados, b) la selección de los procesos más adecuados; y c) los criterios aplicables a la evaluación de los resultados²². Las decisiones que se toman a la hora de hacer diseños dentro del ámbito científico (en este caso, dentro del campo de la Economía) son más ambiciosas y, por tanto, su proceso es más elaborado que cuando tratamos este tema en otros ámbitos, dada la relevancia de los objetivos buscados y de las posibles consecuencias de sus resultados.

¹⁹ Sobre esos tres aspectos de la racionalidad, cfr. RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, Oxford University Press, Oxford, 1988.

²⁰ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality and Prediction en the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science”, en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, p. 165.

²¹ SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 247.

²² Cfr. GONZALEZ, W. J., “Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción”, pp. 5-6.

Para esa toma de decisiones, la racionalidad juega un papel fundamental. Dentro de las Ciencias de Diseño, la racionalidad puede intervenir en sus tres vertientes principales: la cognitiva (consideración del conocimiento disponible), la práctica (selección de los medios adecuados) y la evaluativa (la reflexión sobre los valores para escoger fines). Así, la racionalidad sustenta las decisiones que se toman en Ciencias de Diseño. Esto supone contemplar los parámetros de consistencia en relación a unos objetivos, juzgando esas prioridades a tenor de valores. La racionalidad permite la elección de una posibilidad entre varias opciones, para lo que ha de llevar a cabo la evaluación de las oportunidades que se presentan.

Dentro de las Ciencias de lo Artificial, y desde un punto de vista epistemológico, pueden distinguirse tres niveles de racionalidad, que serán aplicables a distinto nivel metodológico: “i) la racionalidad de *la Ciencia* en general, que atiende a sus rasgos característicos (donde “artificial” se contrapone a “natural” o a “social”) y a las diferencias de esta actividad humana con otros quehaceres humanos, tales como la Tecnología o la reflexión filosófica. ii) La racionalidad propia de *la disciplina específica* (en el caso de las Ciencias de lo Artificial: Farmacología, Biblioteconomía, Economía, Ciencia de los Materiales, *Computer Science*, ...), que requiere considerar los diseños —objetivos, procesos y resultados— de cada una de las Ciencias analizadas. iii) La racionalidad de *los agentes* relacionados con estas Ciencias, que comporta contemplar la necesidad que tienen de tomar decisiones —su papel como individuos— y la incidencia de las instituciones sociales en el terreno de la decisión”²³.

Si aplicamos estos tres niveles de racionalidad a la Economía tendríamos otras tantas vertientes epistemológicas: en primer lugar, la racionalidad propia de ser una Ciencia, una característica que, por tanto, compartiría con otras disciplinas científicas. En segundo término, una racionalidad con rasgos específicos como disciplina científica: por una parte, se derivan de su actividad de tipo social y, por otra parte, provienen de su carácter de saber artificial. Y, en tercera instancia, la racionalidad propia de la actividad económica, que desarrollan los agentes a nivel individual dentro de los entornos más variados²⁴.

Simon ha hecho aportaciones en los tres niveles epistemológicos mencionados. En su análisis da una mayor importancia al último. Le interesa especialmente la manera en la que los agentes económicos toman sus decisiones a nivel individual. Una de sus principales contribuciones a la Economía es que la “racionalidad sustantiva”, que proclama la Teoría Económica neoclásica, no explica convenientemente ese proceso de decisión económica de los agentes. Considera necesario aplicar otro tipo de racionalidad, que es la “procesual”, y que es empleada por la Psicología, que está más ajustada a las pruebas empíricas disponibles al respecto²⁵.

Insiste en ello Simon cuando menciona que la Economía, en cuanto Ciencia, se ha dedicado más al estudio de los grandes sistemas económicos (que él mismo caracteriza

²³ GONZALEZ, W. J., “Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, pp. 57-58.

²⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science”, sección 3. Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, p. 66.

²⁵ Cfr. SIMON, H. A., “Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana”, en GONZALEZ, W. J., (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 97-110.

como artificiales) que a los consumidores a nivel individual. La Ciencia Económica se ha centrado en estudiar los mercados, como organismos cuyo objetivo es coordinar las decisiones y el comportamiento de una multitud de actores económicos, para garantizar que la cantidad de bienes y su precio son razonables en relación con el coste de producirlos²⁶.

Como señala S. Dasgupta, pueden encontrarse en Simon tres modelos sucesivos de pensamiento humano, que inciden en el modo de ver la racionalidad humana²⁷. Son modelos que afectan a la caracterización de la toma de decisiones. Los cambios los introdujo Simon a medida que fue avanzando su trayectoria investigadora. El primero de esos modelos aparece en su libro *Administrative behavior*, publicado por primera vez en 1947²⁸. Es el modelo de la racionalidad administrativa: se da en un entorno de organizaciones, de modo que se desarrolla dentro de un ambiente caracterizado por determinadas normas pre-establecidas.

El segundo modelo de pensamiento humano es el propio del *homo economicus*. Describe el modelo de agente económico que toma decisiones en un entorno real, de manera que se centra en la tercera acepción de racionalidad antes señalada. Y es un desafío a la Teoría Económica convencional, en cuanto que ésta supone una perfecta capacidad decisoria para los agentes en cualesquiera circunstancias, lo que Simon ha llamado alguna vez “racionalidad olímpica”²⁹.

Este modelo alternativo que propone Simon es el que corresponde a la *racionalidad limitada* (*bounded rationality*) y lo vincula a la conducta de los agentes. Asume que, quienes toman decisiones, no lo hacen en unas perfectas condiciones de información y de capacidad de computación. Así, el *homo economicus* emplea los medios de los que dispone, dadas sus limitaciones, para realizar los cálculos que le permitan obtener resultados satisfactorios en sus decisiones. Su pensamiento al tomar decisiones está modulado por su adecuación al entorno y sus restricciones cognitivas.

Como tercera opción, Simon adopta otra acepción en los modelos sucesivos de pensamiento humano. Ofrece el modelo de racionalidad propia del *symbolic problem solver*, de manera que atañe a las Ciencias de lo Artificial. Esa racionalidad trabaja con símbolos que, planteados mediante fórmulas, ayudan a la toma de decisiones³⁰. Al mismo tiempo, está basado en la resolución de problemas según los parámetros de Psicología Cognitiva, que habrían de ser usados para la Economía, una vez que se acepta el nexo entre ambas disciplinas.

De los tres modelos sucesivos de pensamiento humano mencionados, el que centró la actividad creativa de Simon fue el segundo: el modelo de los agentes económicos. Los ve como seres racionalmente limitados, que han de ser capaces de tomar decisiones, a pesar de encontrarse en un ambiente de información imperfecto. Dentro de la complejidad del mundo real, los agentes económicos, tanto individuos como empresas, utilizan procedimientos que les ayuden a encontrar “respuestas lo suficientemente buenas a preguntas cuyas mejores respuestas no pueden conocerse”³¹.

²⁶ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 30-31.

²⁷ Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: the Case of Herbert A. Simon”, *Cognitive Sciences*, v. 27, (2003), pp. 683-707; en especial, pp. 694-695.

²⁸ Cfr. SIMON, H. A., *Administrative Behavior*, Macmillan, N. York, NY, 1947.

²⁹ Cfr. SIMON, H., *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, 1983, pp. 23, 29-30, 37-38 y 105.

³⁰ Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, p. 695.

³¹ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 28.

Señala Dasgupta cuatro elementos, de tipo descriptivo, acerca del segundo modelo de Simon, una visión racional que denomina *universal decision maker*. 1) El *principio de racionalidad limitada*: la capacidad de la mente humana está limitada para formular y resolver problemas complejos de manera completamente racional y objetiva. 2) El *principio de satisfacción (satisficing)*³²: quienes toman decisiones buscan cubrir unas aspiraciones —normalmente, no maximizan u optimizan— en relación a unos objetivos (*aims*) elegidos³³, para lo cual buscan los medios adecuados. 3) El principio de *búsqueda heurística*, que lleva a considerar diversas opciones antes de decidir por aquellas que sean satisfactorias. Así, lo importante es el proceso³⁴: se escoge una pauta para alcanzar la meta a la que se aspira. 4) El principio de *conducta adaptativa*: al tomar decisiones los agentes individuales o las organizaciones se enfrentan a la incertidumbre respecto del futuro y a la dificultad de poder hacer predicciones precisas o exactas. Para hacer frente a este tipo de limitaciones, quienes han de tomar decisiones ajustan constantemente sus acciones o comportamientos a los cambios que suceden a su alrededor³⁵.

Dentro del planteamiento de Simon, las Ciencias de Diseño tienen modelos de este segundo tipo (propio del *homo economicus*), pero también poseen modelos del tercer grupo (el procesamiento simbólico). Para la validez de los modelos se acude a la contrastación empírica —la observación y la experimentación—, donde queda claro que no es posible establecer un único modelo de racionalidad que cubra todas las posibilidades. Por eso, es complicado establecer una teoría unitaria de cómo la gente toma sus decisiones, especialmente en el ámbito de la Economía.

En este terreno, la observación del comportamiento de quienes toman decisiones lleva a la siguiente conclusión: los seres humanos son organismos adaptativos. Su capacidad de aprendizaje e influencia social comporta que la gente pueda estar continuamente cambiando la forma en la que deciden. Ante el entorno la racionalidad de los agentes se torna adaptativa. Así, la entrada de nueva información puede hacer variar incluso los objetivos que se tuvieran en mente en un principio³⁶. Se pone de relieve que el comportamiento humano se manifiesta de muy diferentes maneras, en función de una amplia gama de variables (información, inteligencia, educación, etc.).

3. FORMACIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN CIENCIAS DE DISEÑO

Por un lado, las Ciencias de Diseño son saberes dedicados a la complejidad, fruto de la creatividad humana; y, por otro lado, los agentes humanos que han de formar problemas y resolverlos son seres complejos. Simon insiste en que precisamente esa complejidad que caracteriza al ser humano ha de tener su reflejo en el diseño de los modelos económicos,

³² Cfr. BAUMOL, W. J., “On Rational Satisficing”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 57-66.

³³ Cfr. GIGERENZER, G., “Striking a Blow for Sanity in Theories of Rationality”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, pp. 389-409.

³⁴ Cfr. BROMILEY, PH., “A Focus on Processes: Part of Herbert Simon’s Legacy”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, pp. 183-189.

³⁵ Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, p. 695.

³⁶ Cfr. SIMON, H. A., “P. Albin: Barriers and Bounds to Rationality”, *Structural Change and Economic Dynamics*, n. 11, (2000), pp. 251-252. (El libro reseñado de Albin lleva por título *Barriers and Bounds to Rationality: Essays on Economic Complexity and Dynamics in Interactive Systems*).

sobre todo cuando se trata de la conducta organizativa (*organizational behavior*)³⁷. Quienes llevan a cabo procesos de diseño han de asumir una cierta flexibilidad y capacidad de reorientación frente a la posible entrada de nueva información en momentos sucesivos de su desarrollo.

El diseño científico es un proceso creativo y, a su vez, el diseño —en cuanto tal— es una cuestión de aplicación de conocimiento; o, mejor, es una síntesis de conocimientos para alcanzar objetivos (*aims*). A la hora de realizar el propio diseño, hay una serie de aspectos —normalmente relacionados con el proceso de resolución de problemas— que requieren un conocimiento científico. Los estudios empíricos llevados a cabo muestran que esa creatividad es el fruto del entrenamiento y la experiencia que han sido acumulados por los agentes, principalmente por los expertos, quienes son capaces de resolver situaciones de una forma única y rápida³⁸.

Los hallazgos científicos en las Ciencias de Diseño, al igual que otras actividades humanas creativas —como el diseño artístico— no surgen a partir de mecanismos únicos. Los procesos científicos —al igual que los artísticos— se sitúan al final de una actividad mental humana continua, que se aplica a la resolución de problemas, para lo que hace falta la toma de decisiones. De nuevo, no prevalece la maximización o la optimización: es una tarea que se realiza según una racionalidad limitada (*bounded rationality*)³⁹.

Hay una heurística: la habilidad para solucionar problemas no es ni más ni menos que la habilidad de buscar espacios para las posibles soluciones, pero de una manera altamente selectiva. El experto es capaz de reconocer situaciones en contextos que le resultan familiares. Esto le permite —mediante la asociación de ideas— el tener acceso a conocimiento e información que tiene almacenados en la memoria⁴⁰. La creatividad es, entonces, el resultado de asumir riesgos calculados, pero siempre bajo los fundamentos de un conocimiento superior⁴¹.

Visto de esta forma —el diseño en cuanto creativo—, hay un procedimiento que, para Simon, es básicamente el mismo en el ámbito de la gestión que en el caso del descubrimiento científico. Sólo cambia la motivación que origina la búsqueda para lograr un diseño⁴². En este sentido, Niiniluoto lo critica, puesto que considera ambiguo ese planteamiento. Le objeta que Simon no distingue claramente entre “diseño” y “diseño científico”. Efectivamente, el diseño

³⁷ Cfr. BAUMOL, W. J., “On the Contributions of Herbert Simon to Economics”, *Scandinavian Journal of Economics*, v. 81, n. 1, (1979), pp. 74-82. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. I*, pp. 5-14.

³⁸ Los estudios que se han llevado a cabo sobre los mecanismos de la creatividad en el método científico tienen —según Simon— dos grandes líneas: por una parte, se deben a la Historia de la Ciencia y la Sociología de la Ciencia, que han analizado las publicaciones de los científicos, así como sus notas y correspondencia; y, por otra parte, se nutren de la Psicología Cognitiva, que ha estudiado los mecanismos psicológicos del proceso creativo mediante el desarrollo y comparación de modelos. Cfr. SIMON, H. A., “Creativity in the Arts and the Sciences”, *The Kenyon Review and Stand Magazine*, v. 23, n. 2, (2001), pp. 203-220.

³⁹ Sobre la justificación de la “racionalidad limitada”, cfr. CONLISK, J., “Why Bounded Rationality: The Much Too Long Version”, en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. I*, pp. 101-164.

⁴⁰ Cfr. SIMON, H. A., “Creativity in the Arts and the Sciences”, pp. 205-206.

⁴¹ Cfr. SIMON, H. A., “What we Know about the Creative Process”, en KUHN, R. L. (ed), *Frontiers in Creative and Innovative Management*, Ballinger, Cambridge, MA, 1985, p. 19.

⁴² Cfr. SIMON, H. A., “What we Know about the Creative Process”, pp. 13-14.

científico añade nuevos factores (principalmente de base epistemológica y metodológica) al tipo de diseño que resulta de cualquier práctica profesional⁴³.

Para configurar el diseño, entendido como un procedimiento específico para la solución de problemas concretos que han sido planteados, ha de desarrollarse siguiendo unas pautas: comporta componentes metodológicos. Y el primer paso que señala Simon para resolver problemas es establecer prioridades: saber encontrar y ocuparse de los problemas cuya solución de preguntas es más apremiante. Esto significa que, a la hora de plantearse realizar algún tipo de diseño, la primera cuestión a tratar es la de establecer los objetivos que guiarán el proceso decisorio⁴⁴.

En el caso de la Economía, es especialmente relevante el diseño de modelos prescriptivos, puesto que sus objetivos están orientados a establecer las pautas correctoras de un sistema en el que los agentes económicos toman decisiones a diario. No es lo mismo realizar diseños dentro del marco de una Ciencia como es la Economía que en otros campos, porque —en el ámbito que nos ocupa— los individuos están en continua interacción con el sistema y sus reacciones a los modelos diseñados pueden provocar su reformulación en cualquier momento.

Cuando hay una clara orientación prescriptiva, es una cuestión importante a quién o a quienes va dirigido el diseño. Porque, cuando se configura un diseño, lo habitual es tener en cuenta al destinatario a la hora de establecer los objetivos a conseguir. Aparece de nuevo la complejidad: cuando el destinatario es la sociedad en su conjunto, y no un grupo específico, afloran conflictos de intereses y fenómenos de incertidumbre que, normalmente, han de resolver los especialistas. Esto no quiere decir que puedan o deban dejar de lado los intereses de los agentes económicos con sus particularidades como grupo. Quienes lleven a cabo el diseño y aquellos a quienes va destinado han de compartir la caracterización de los objetivos del diseño.

Aparece entonces con claridad la vertiente teleológica de los diseños prescriptivos. A este respecto, Simon señala que cualquier planificación cuya puesta en práctica involucre a la conducta humana, habría de intentar ofrecer un incentivo que motive o propicie su aceptación respecto de las metas buscadas. Los individuos que conforman una organización o una sociedad, para los cuales se hacen los planes de diseño, no son meros instrumentos pasivos. Más aún, ellos mismos son diseñadores que están buscando utilizar el sistema para promover sus propios fines⁴⁵.

Es, por tanto, fundamental el momento en el que se establecen los *objetivos (aims)*, lo que refuerza la idea de las Ciencias de Diseño como orientadas hacia metas (*goal oriented*). Al inicio del proceso, los objetivos buscados perfilan y determinan el diseño resultante, aunque puedan incluirse variaciones a lo largo de su desarrollo. Cabe utilizar diferentes criterios para la puesta en práctica del diseño, donde influyen los objetivos y las restricciones (en especial, respecto del entorno). Esto afectará a la generación de alternativas que se establezcan para resolver problemas. Estas variaciones consistirán en la posibilidad de

⁴³ Esta cuestión está analizada en GONZALEZ, W. J., “Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción”, pp. 9-11.

⁴⁴ Cf. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, en COLLEN, A. y GASPERSKI, W. W. (eds), *Design in Systems: General Applications of Methodology*, vol. 3, pp. 245-257.

⁴⁵ Cf. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 150-153.

incluir los objetivos y las restricciones más importantes al principio del proceso o bien con posterioridad. En ocasiones, los expertos prefieren enfrentarse a la proyección de un diseño, conociendo de antemano todas las restricciones que pueden estar involucradas. Sin embargo, otras veces, si se establecen unas restricciones de partida demasiado rígidas podrían cerrarse muchas posibilidades *a posteriori*⁴⁶.

Tras el establecimiento de los objetivos —la especificación de las metas—, el siguiente paso consiste en hacer *acopio de información*, de manera que puedan generarse las alternativas que ayuden a tomar una decisión (donde interviene la racionalidad de medios). Y esta parte es la que Simon considera como genuinamente de “diseño”. En este sentido, diseñar es sinónimo de “encontrar” o “generar alternativas”, pues es intrínseco al diseño como quehacer humano⁴⁷. Para dar con esas alternativas, se parte de la combinación de los elementos informativos que conforman el origen del quehacer de diseñar.

A la hora de hacer el diseño, Simon desea remarcar la diferencia entre *descubrir* o *generar* alternativas y la *elección* entre ellas. Insiste en que “no deseo extenderme sobre el aspecto de la elección en el diseño, porque no es el aspecto sobre el que emplean más tiempo y energía los diseñadores. La mayor parte de los recursos del diseño se destinan a descubrir o generar alternativas, y no a elegir entre ellas. De hecho, es bastante común que salga una única alternativa del proceso de diseño: un único plan para una casa, para un puente o para una sencilla partitura de una sonata. Ninguna elección permanece; todas las elecciones se han hecho en el curso de generar, seleccionar y combinar entre los elementos y componentes del diseño. La elección está por completo entrelazada con la generación”⁴⁸.

En esta parte de generación de *alternativas*, hay que considerar la información y el conocimiento disponibles, teniendo siempre presente la meta a alcanzar. Así, puede resultar realmente complejo ponderar y sopesar la enorme cantidad de consideraciones que entran en juego⁴⁹. Y aquí es donde la racionalidad se ve limitada, en cuanto piensa sobre los medios para resolver problemas, al tener un conocimiento que es restringido.

Se encuentra *limitada* de varias maneras la racionalidad del diseñar: por una parte, sólo conocemos una ínfima parte de lo que necesitamos saber; y, por otra parte, nuestras capacidades de cálculo y de almacenamiento de datos en la memoria solamente nos permiten procesar algunas de las cuestiones implicadas en el proceso de diseñar. No tenemos la capacidad de hacer presente toda la información que potencialmente podría estar a nuestra disposición en el momento en que es realmente relevante para nosotros⁵⁰.

Consiste en una racionalidad instrumental (que va de medios a fines): al elegir cuál de las alternativas se ajusta mejor a los objetivos buscados, habrá que conformarse con aquella que satisfaga las necesidades de las metas, dentro de las posibilidades que ofrecen los medios disponibles. Por ello, se hace necesaria una cierta flexibilidad en el propio

⁴⁶ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 253.

⁴⁷ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 121-122.

⁴⁸ SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 247.

⁴⁹ Este tema está ampliamente desarrollado en SIMON, H. A., “Designing Organizations for an Information-rich World”, en GREENBERGER, M. (ed), *Computers, Communications, and the Public Interest*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, MD, 1971, pp. 37-72. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 171-185.

⁵⁰ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, pp. 247-248.

desarrollo del diseño: a) los seres humanos estamos limitados en términos cognitivos y prácticos; y b) somos conscientes de poder dejar de considerar algún elemento que pudiera ser relevante. De esta manera, cuando se vuelve a reflexionar sobre el problema, éste puede verse desde una perspectiva diferente, y las decisiones tomadas con anterioridad podrían ser modificadas. La *flexibilidad* dentro de la elaboración del diseño se entiende como un elemento que permite una cierta adaptabilidad al futuro. El diseño comporta una secuencia de decisiones, donde puede haber pasado, presente y futuro⁵¹.

Esto comporta la posibilidad de utilizar, en cualquier momento de la elaboración del diseño, nuevo conocimiento que responda a nuevos criterios. En tal caso, podría ser necesario modificar los objetivos o introducir nuevas restricciones⁵². Porque, de hecho, mientras se lleva a cabo un diseño, no sólo surgen las alternativas, sino que también los criterios que han sido empleados en el establecimiento de las metas pueden dar un giro, a la luz de nuevas consideraciones que antes no estaban presentes⁵³. A este respecto, cuanto mejor esté definido de antemano el contexto para el cual será creado un diseño, más posibilidades de éxito habrá en el resultado.

4. TEORÍA DE JUEGOS Y RACIONALIDAD LIMITADA

Una de las constantes en Simon cuando trata de las Ciencias de Diseño es la apelación a la racionalidad limitada, tanto como actividad científica orientada hacia metas como en cuanto tarea donde intervienen agentes que han de tomar decisiones sobre los diseños. Al mismo tiempo, la Teoría de Juegos, que se utiliza profusamente en diversas Ciencias (entre ellas, en Economía), no se ha apoyado con ese enfoque de la racionalidad sino más bien en una visión maximizadora u optimizadora, por lo que un Premio Nobel por Teoría de Juegos (en 1994), Reinhard Selten ha podido escribir que Simon “abrió sus ojos”⁵⁴.

Sucede, además, que Simon ha tenido con frecuencia una actitud crítica ante la Teoría de Juegos (*game theory*), debido precisamente a ese soporte epistemológico y metodológico de carácter maximizador que aparece en autores representativos⁵⁵. Esto explica la escasa atención que le ha dedicado a este tema, especialmente en el caso de las Ciencias de lo Artificial⁵⁶, sobre todo si se compara con su amplia producción intelectual en otros relacionados con la Economía.

4.1. De lo descriptivo a lo normativo

Como es sabido, la Teoría de Juegos se puede plantear en términos descriptivos, para reflejar el comportamiento de los agentes, o bien de modo prescriptivo, que señala lo que

⁵¹ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 254.

⁵² También se trata este tema en SIMON, H. A., “Some Design and Research Methodologies in Business Administration”, en AUDET, M. y MALOUIN, J. L. (eds), *La production des connaissances scientifiques de l'administration*, Les Presses de l'Université Laval, Quebec, 1986, pp. 239-279.

⁵³ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, pp. 251-252.

⁵⁴ Cfr. SELTEN, R., “Herbert A. Simon Opened My Eyes”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, pp. 163-167.

⁵⁵ Cfr. EGIDI, M. y MARRIS, R. (eds), *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*, E. Elgar, Aldershot y Brookfield, VT, 1992.

⁵⁶ Su presencia en el libro clave sobre este tema es casi marginal, cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 37-38 y 166.

se debe hacer, de manera que orienta la acción. En el caso del diseño, cabe indicar —a mi juicio— que se hace necesaria normalmente una vertiente descriptiva que aporte información del contexto, para elaborar el mapa general en el que se moverán las pautas de elaboración de un diseño. Y ese cuadro descriptivo de la realidad tiene un papel fundamental: cuanto mejor refleje la realidad, mejor definidos quedarán los objetivos y las limitaciones a tener en cuenta. Sobre todo, si se pretende llevar a cabo diseños con fines prescriptivos.

En el caso de la Economía, para diseñar sistemas de actuación pública que redireccionen el mercado en un determinado sentido, es esencial contar con predicciones lo más fiables posible, de manera que pueda anticiparse el comportamiento de los agentes ante la aplicación de determinadas medidas correctoras. Y esto es así, debido a una de las características propias del comportamiento económico de los agentes, que es la incertidumbre acerca de los resultados de la interacción de quienes toman decisiones en un entorno compartido.

Se hace necesario entonces el conocer las variaciones en el ambiente natural, los cambios sociales y políticos, así como las decisiones futuras de otros actores económicos (consumidores o competidores) que puedan influir en nuestro propio comportamiento, puesto que las consecuencias de muchas acciones en el terreno económico se extienden en el futuro. En este sentido, el diseño de modelos predictivos es esencial para una elección racional objetiva⁵⁷. Y una parte de esta tarea es llevada a cabo por la Teoría de Juegos.

4.2. *Cometido de la Teoría de Juegos*

Efectivamente, la necesidad de diseñar experimentos en el ámbito de la Economía, entre otras, se incrementó con la consideración de la incertidumbre como elemento clave en la toma de decisiones humanas. Cualquier teoría que trate de hacer un análisis realista de cómo funciona la racionalidad de los agentes económicos, ha de tener en cuenta la incertidumbre humana acerca del presente y del estado futuro de los acontecimientos. A este respecto, Simon menciona tres acontecimientos que provocaron un cambio drástico en la situación: i) la Teoría de la Probabilidad, ii) la Teoría de Juegos, y iii) la concepción de las expectativas racionales⁵⁸.

En primer lugar, el desarrollo de la *Teoría de la Probabilidad* incorporó la incertidumbre al estudio del comportamiento de las personas. Pero planteó, a su vez, nuevos problemas: a) la cuestión del origen de las probabilidades de quienes toman decisiones, y b) que fuesen más difíciles que antes los problemas de computación de la toma de decisiones (como Simon concibe a la racionalidad limitada como un concepto cualitativo⁵⁹, progresivamente ha ido prestando menos atención a los modelos matemáticos, tarea a la que se han dedicado otros autores, como Ariel Rubinstein⁶⁰).

⁵⁷ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 35.

⁵⁸ Cfr. SIMON, H. A., “Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana”, en GONZALEZ, W. J., (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 99-101.

⁵⁹ Esto se refleja en el apartado “Racionalidad limitada y lealtades (*loyalties*) organizativas”, en SIMON, H. A., “Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena”, en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, p. 57. Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: “La Ciencia busca sobriedad, no simplicidad: La búsqueda de pautas en los fenómenos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, pp. 93-94.

⁶⁰ Cfr. RUBINSTEIN, A., *Modeling Bounded Rationality*, The MIT Press, Cambridge, 1998.

Señala, en segundo término, a la *Teoría de Juegos*. Considera que, inicialmente, creyó poder resolver las situaciones con incertidumbre (faceta derivada de los intentos recíprocos de quienes toman decisiones por averiguar qué piensan las personas con las que están compitiendo). Pero se vio sorprendida por las conclusiones de sus propios análisis: mostraron que los agentes no utilizan estrategias perfectamente racionales. Esto ha llevado a la comunidad de Teoría de Juegos a tener que completar con experimentación las teorías que venían diseñando.

Después, en tercera instancia, Simon menciona a la concepción de las *expectativas racionales* (*rational expectations*), que surgió en su propia Universidad con John Muth⁶¹. Apunta que esta postura dio una solución al problema de la incertidumbre acerca del comportamiento de los otros. Pero asumió que todos los actores económicos tienen el mismo modelo económico en mente cuando toman sus decisiones. Advierte que este principio de racionalidad pronto se mostró como erróneo⁶².

Hay otro desarrollo importante al que Simon atribuye interés por la incertidumbre: el ámbito de la Economía Experimental. En este terreno cabe destacar la aportación de Reinhard Selten, que compartió su Premio Nobel en Teoría de Juegos con dos figuras clave: John Nash y John Harsanyi. Inequivocamente, Selten asume el planteamiento de Simon acerca de la racionalidad limitada de la conducta humana⁶³; trabaja así para acercar el diseño de experimentos en Economía a la realidad del comportamiento de los agentes⁶⁴. Y por ello su enfoque tiene importantes diferencias con el planteamiento de otros economistas, más cercanos a la teoría de la maximización de las expectativas subjetivas esperadas.

Sin duda, no ha existido un acuerdo dentro de la comunidad de expertos que se dedican a la Teoría de Juegos acerca de la conveniencia de incorporar la propuesta de Simon de la racionalidad limitada. De hecho, estas ideas fueron ignoradas durante años, y no ha sido, hasta hace relativamente poco tiempo, cuando se han tenido en cuenta⁶⁵.

Probablemente Simon contribuyó a este silencio. Inicialmente, mostró entusiasmo por los desarrollos que se estaban llevando a cabo en Teoría de Juegos. Pero, con posterioridad, criticó algunos aspectos asumidos por los primeros modelos que se desarrollaron en este campo. En primer lugar, desaprobó la interpretación restrictiva que se hacía del comportamiento estratégico; en segundo término, esperaba que la Teoría de Juegos desarrollara modelos dinámicos, cosa que no sucedió; y, en tercera instancia, criticó la teoría de coaliciones de J. von Neuman y O. Morgenstern y cuestionó su definición del concepto de “solución”⁶⁶.

⁶¹ De hecho, colaboraron en un volumen colectivo, cfr. HOLT, C. C., MODIGLIANI, F., MUTH, J. F. y SIMON, H. A., *Planning Production, Inventories, and Work Force*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1960.

⁶² Cfr. SIMON, H. A., “Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana”, pp. 99-101.

⁶³ Selten escribe al respecto, “Simon opened my eyes to the realities of human economic decision making... Before I was exposed to Simon’s writings, I accepted the usual assumption of economic theory that full rationality is a good approximation, even if it is not a correct description of actually observed behavior”, SELTEN, R., “Herbert A. Simon Opened My Eyes”, p. 163.

⁶⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Análisis de la racionalidad y planteamiento de la predicción en Economía Experimental”, en GONZALEZ, W. J., MARQUÉS, G. y AVILA, A. (eds), *Enfoques filosófico-metodológicos en Economía*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 2002, pp. 145-172.

⁶⁵ Cfr. SENT, E. M., “The Legacy of Herbert Simon in Game Theory”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 53, (2004), p. 304.

⁶⁶ Cfr. SENT, E. M., “The Legacy of Herbert Simon in Game Theory”, p. 306.

Varias décadas después de las aportaciones de John Nash, Robert Aumann hace mención de las investigaciones llevadas a cabo por Simon en relación al tipo de racionalidad imperfecta que caracteriza a los agentes económicos en su toma de decisiones⁶⁷. Así, aunque reconoce que fue pionero en plantear esta cuestión, le reprocha haber elaborado una teoría de la racionalidad limitada más conceptual que formal. De hecho, piensa que éste puede ser el motivo que impidió el progreso de sus ideas⁶⁸. En esta misma línea, también A. Neyman y A. Rubinstein inician una línea de investigación aplicando la *bounded rationality* al diseño de formulaciones en Teoría de Juegos, siguiendo las sugerencias de Aumann (con la introducción de limitaciones a la situación de los jugadores)⁶⁹.

Sucede que, de una parte, los resultados de los experimentos, que arrojan anomalías (si se compara esos datos con las conclusiones de la teoría de la maximización de las expectativas subjetivas esperadas), y, de otra parte, los recientes avances científicos, principalmente en el desarrollo de la Informática y la teoría de la complejidad, han creado un clima intelectual propicio para el desarrollo de la racionalidad limitada dentro del diseño de modelos en Teoría de Juegos⁷⁰.

Este tipo de racionalidad asume varios aspectos: a) quienes toman decisiones se enfrentan a la necesidad de alcanzar diferentes objetivos que, en ocasiones, pueden estar en competencia; b) en lugar de asumir un conjunto de alternativas fijas entre las que elegir, la racionalidad limitada postula un proceso de generación de alternativas —asumiendo que difícilmente se podrán encontrar todas las alternativas posibles—; c) la incertidumbre acerca de la evaluación de las consecuencias presentes y futuras de las alternativas generadas, implica que solamente se pueden aplicar soluciones aproximadas a los problemas; y, d) en vez de asumir la maximización de la función de utilidad, la racionalidad limitada de Simon postula una estrategia de satisfacción⁷¹.

En suma, este enfoque de la racionalidad limitada, tanto en su versión cualitativa como en su dimensión cuantitativa, puede contribuir a diseñar modelos económicos en las dos acepciones mencionadas: la descriptiva (explicar y predecir) como la prescriptiva. Ahora bien, es una tarea francamente complicada el tener en cuenta todas las limitaciones de los agentes que toman decisiones a diario en un mundo de interacciones complejo. El desarrollo de la Informática como Ciencia de lo Artificial ha aportado herramientas que permiten procesar gran número de modelos, de modo que contribuye a la Metodología de la Ciencia, empezando por el diseño científico. Así, podemos llegar a comprender mejor cómo funcionan los sistemas complejos, donde interactúan las personas y las organizaciones que conforman. Al mismo tiempo, son los propios agentes económicos quienes deben de jugar un papel central en el diseño de un plan para dar forma a un futuro sostenible⁷².

⁶⁷ Cfr. AUMANN, R. J., "Rationality and Bounded Rationality", *Games and Economic Behavior*, v. 21, n. 1-2, (1997), pp. 2-14. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis*, Vol. 1, pp. 199-211.

⁶⁸ Cfr. SENT, E. M., "The Legacy of Herbert Simon in Game Theory", p. 304.

⁶⁹ Cfr. AUMANN, R. J., "Survey of repeated games", en AUMANN, R. J., ET AL. (eds), *Essays in Game Theory and Mathematical Economics in Honor of Oskar Morgenstern*, Bibliographisches Institut, Mannheim, 1981, pp. 11-42.

⁷⁰ Cfr. SENT, E. M., "The Legacy of Herbert Simon in Game Theory", p. 311.

⁷¹ Cfr. SENT, E. M., "The Legacy of Herbert Simon in Game Theory", p. 313.

⁷² Cfr. SIMON, H. A., "Forecasting the Future or Shaping it?", *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), p. 603.

Efectivamente, el futuro es algo que, ontológicamente, está por suceder. Lo que ocurra entonces no depende sólo de aquellos acontecimientos que suceden aleatoriamente, sino también de las elecciones que lleven a cabo los seres humanos. Son éstas últimas decisiones las que pueden ser planificadas o diseñadas. Por ello, cuando hablamos de “diseñar el futuro”, se trata no sólo de diseñar alternativas entre las que poder elegir, sino que, además, habría que evaluar cuáles de esas alternativas serían preferibles o deseables⁷³.

Los modelos prescriptivos que se realizan en Economía han de incluir diseños para solucionar nuevos problemas concretos, ampliando el campo de lo artificial donde los agentes desenvuelven su actividad. Esos diseños son planteados a partir de unos objetivos, que tratan de dar solución a problemas planteados. Entendido así, el diseño —como una configuración elaborada mediante toma de decisiones— se ve influido por el tipo de racionalidad que es propia de los seres humanos: la racionalidad limitada. La flexibilidad y la capacidad de adaptación a nuevas circunstancias serán una forma esencial de superar esas limitaciones. Simon ha avanzado en esta dirección, pero sus modelos económicos en términos de “conducta” en lugar de “actividad” restringen las posibilidades de su aportación⁷⁴.

BIBLIOGRAFÍA

AUMANN, R. J., “Survey of Repeated Games”, en AUMANN, R. J. ET AL. (eds), *Essays in Game Theory and Mathematical Economics in Honor of Oskar Morgenstern*, Bibliographisches Institut, Mannheim, 1981, pp. 11-42.

AUMANN, R. J., “Rationality and Bounded Rationality”, *Games and Economic Behavior*, v. 21, n. 1-2, (1997), pp. 2-14. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 199-211.

BAUMOL, W. J., “On the Contributions of Herbert Simon to Economics”, *Scandinavian Journal of Economics*, v. 81, n. 1, (1979), pp. 74-82. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 5-14.

BAUMOL, W. J., “On Rational Satisficing”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 57-66.

BROMILEY, PH., “A Focus on Processes: Part of Herbert Simon’s Legacy”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 183-189.

CONLISK, J., “Why Bounded Rationality: The Much Too Long Version”, en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 101-164.

DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: the Case of Herbert A. Simon”, *Cognitive Sciences*, v. 27, (2003), pp. 683-707.

DOSI, G., “A Very Reasonable Objective Still Beyond Our Reach: Economics as an Empirically Disciplined Social Science”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 211-226.

⁷³ Cfr. NINILUOTO, I., “Future Studies: Science or Art?”, p. 373.

⁷⁴ Sobre “conducta económica” y “actividad económica”, cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, pp. 87-89.

EGIDI, M. y MARRIS, R. (eds), *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*, E. Elgar, Aldershot y Brookfield, VT, 1992.

GIGERENZER, G., "Striking a Blow for Sanity in Theories of Rationality", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 389-409.

GONZALEZ, W. J., "Análisis de la racionalidad y planteamiento de la predicción en Economía Experimental", en GONZALEZ, W. J., MARQUÉS, G. y AVILA, A. (eds), *Enfoques filosófico-metodológicos en Economía*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 2002, pp. 145-172.

GONZALEZ, W. J., "Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96.

GONZALEZ, W. J., "Rationality and Prediction en the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science", en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186.

GONZALEZ, W. J., "Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 3-38.

GONZALEZ, W. J., "Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 41-69.

HOLT, C. C., MODIGLIANI, F., MUTH, J. F. y SIMON, H. A., *Planning Production, Inventories, and Work Force*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1960.

KAUFMAN, B. E., "Emotional Arousal as a Source of Bounded Rationality", *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 38, n. 2, (1999), pp. 135-144. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 276-285.

NIINILUOTO, I., "The Aim and Structure of Applied Science", *Erkenntnis*, V. 38, (1993), pp. 1-21.

NIINILUOTO, I., "Approximation in Applied Science", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.

NIINILUOTO, I., "Future Studies: Science or Art?", *Futures*, V. 33, (2001), pp. 371-377.

RESCHER, N., *Rationality. A Philosophical Inquiry into the Nature and the Rationale of Reason*, Oxford University Press, Oxford, 1988.

RUBINSTEIN, A., *Modeling Bounded Rationality*, The MIT Press, Cambridge, 1998.

SELTEN, R., "Herbert A. Simon Opened My Eyes", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 163-167.

SENT, E. M., "Sargent versus Simon: Bounded Rationality Unbounded", *Cambridge Journal of Economics*, v. 21, (1997), pp. 323-338. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 212-227.

SENT, E. M., "The Legacy of Herbert Simon in Game Theory", en *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 53, (2004), p. 303-317.

SIMON, H. A., *Administrative Behavior*, Macmillan, N. York, NY, 1947.

SIMON, H. A., "Designing Organizations for an Information-rich World", en GREENBERGER, M. (ed), *Computers, Communications, and the Public Interest*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, MD, 1971, pp. 37-72. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 171-185.

SIMON, H. A., *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, 1983.

SIMON, H. A., "What we Know about the Creative Process", en KUHN, R. L. (ed), *Frontiers in Creative and Innovative Management*, Ballinger Publishing, Cambridge, MA, 1985, pp. 3-20.

SIMON, H. A., "Some Design and Research Methodologies in Business Administration", en AUDET, M. y MALOUIN, J. L. (eds), *La production des connaissances scientifiques de l'administration*, Les Presses de l'Université Laval, Quebec, 1986, pp. 239-279.

SIMON, H. A., "Problem Formulation and Alternative Generation in the Decision Making Process", en CHIKAN, A. ET AL. (eds), *Progress in Decision, Utility and Risk Theory*, Kluwer, Boston, MA, 1991, p. 77-84.

SIMON, H. A., "Methodological Foundations of Economics", en AUSPITZ, J. L., GASPARSKI, W. W., MLIČIĆ, M. K. y SZANIAWSKI, K. (eds), *Praxiologies and the Philosophy of Economics*, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1992, pp. 25-42.

SIMON, H. A., "Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design", en COLLEN, A. y GASPARSKI, W. W. (eds), *Design in Systems: General Applications of Methodology*, vol. 3, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, pp. 245-257. Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: "Formación de problemas, detección de problemas y solución de problemas en Diseño", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 149-159.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

SIMON, H. A., "P. Albin: Barriers and Bounds to Rationality", *Structural Change and Economic Dynamics*, n. 11, (2000), pp. 243-253.

SIMON, H. A., "Creativity in the Arts and the Sciences", *The Kenyon Review and Stand Magazine*, v. 23, n. 2, (2001), pp. 203-220.

SIMON, H. A., "Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 32-72. (Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: "La Ciencia busca sobriedad, no simplicidad: La búsqueda de pautas en los fenómenos", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 71-107).

SIMON, H. A., "Forecasting the Future or Shaping it?", *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 601-605.

SIMON, H. A., “Racionalidad limitada en Ciencias Sociales: Hoy y mañana”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 97-110.

THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES, “The Nobel Memorial Prize in Economics 1978: The Official Announcement of the Royal Academy of Sciences”, *Scandinavian Journal of Economics*, v. 81, n. 1, (1979), pp. 72-73. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 3-4.

III

Tarea de la predicción en las Ciencias de Diseño

5. Predicción y diseño científico

6. La predicción en Ciencias de la Documentación como Ciencias de Diseño

LA CONTRIBUCIÓN DE LA PREDICCIÓN AL DISEÑO EN LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL

Wenceslao J. González

Plantear la contribución que realiza la predicción al diseño en Ciencias de lo Artificial requiere considerar varios aspectos. En primer lugar, *el contexto* donde la predicción se relaciona con el diseño, puesto que “diseño” se ha entendido de muy diversas formas¹. Así, unas veces se inserta en la perspectiva científica, mientras que, en otras ocasiones, se inscribe en la orientación tecnológica². De esas posibilidades aquí interesa la modalidad específica de las “Ciencias de Diseño”, entendida como una concepción característica de las Ciencias de lo Artificial³. En segundo término, hace falta considerar que Herbert A. Simon —el principal autor a este respecto— concibe la *actividad de diseñar* como una práctica dual: puede ser científica y profesional. Este rasgo incide de modo directo en el papel de la predicción.

En tercera instancia, para profundizar en el diseño en cuanto “científico”, se han de contemplar las *diferencias* filosófico-metodológicas que deslindan la perspectiva científica y la orientación tecnológica. Esas divergencias repercuten en cómo entender las funciones de la predicción científico-artificial. Más tarde, se ha de abordar un cuarto asunto: el *cometido* mismo de la predicción en las Ciencias de lo Artificial. A tal efecto, hay que explicitar el estatuto de las “Ciencias predictivas”, que permite perfilar la tarea de la predicción en el diseño existente en Economía y en Inteligencia Artificial, que son dos Ciencias de lo Artificial.

Mediante el análisis del *status* de las “Ciencias predictivas” se pueden establecer los caracteres que enmarcan a la predicción en el terreno de las Ciencias de Diseño, sobre todo en cuanto Ciencias Aplicadas (encaminadas a la resolución de problemas concretos). Ese marco permite pasar, a continuación, a casos representativos de Ciencias de lo Artificial, donde destacan dos: la Economía y las *Computer Sciences* (en especial, la Inteligencia Artificial). Ambos han sido desarrollados por Simon, quien recibió el Premio Nobel de Economía (en 1978) y el Premio Alan Turing (en 1975, junto con Allen Newell).

¹ Una muestra de esa diversidad de aspectos sobre el “diseño” se puede ver en MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995; y en ATWOOD, M. E., MCCAIN, K. W. y WILLIAMS, J. C., “How does the Design Community Think about Design?”, en: *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, ACM Press, N. York, 2002, pp. 125-132.

² Esa variedad de enfoques se aprecia en CAGAN, J., KOTOVSKY, K. y SIMON, H. A., “Scientific Discovery and Inventive Engineering Design: Cognitive and Computational Similarities”, en ANTONSSON, E. K. y CAGAN, J. (eds), *Formal Engineering Design Synthesis*, Cambridge University Press, N. York, 2001, pp. 442-465; SIMON, H. A., “The Next Hundred Years: Engineering Design”, en JONES, L. E. (ed), *The Next Hundred Years*, Faculty of Applied Science and Engineering, University of Toronto, Toronto, 1977, pp. 89-104; SIMON, H. A., “Some Design and Research Methodologies in Business Administration”, en AUDET, M. y MALOUIN, J.-L. (eds), *La production des connaissances scientifiques de l’administration*, Les Presses de l’Université Laval, Quebec, 1986, pp. 239-279; y SIMON, H. A., “Integrated Design and Process Technology”, *Journal of Integrated Design and Process Science*, v. 1, n. 1, (1997), pp. 9-16.

³ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, secc. 1, pp. 3-7. El análisis aquí amplía y complementa lo realizado en esas páginas.

Ahí, al analizar las características de los diseños de esas Ciencias de lo Artificial, conviene considerar diversos factores, tales como los tipos de modelo científico y los modos de relación entre la predicción y el diseño, en cuanto contenido y como práctica. Porque parece claro que, según sea el tipo de diseño científico, así será el papel de la predicción en esa Ciencia. Y, aun cuando la Economía y las *Computer Sciences* (en particular, la Inteligencia Artificial) sean Ciencias de Diseño, se pueden dar diferencias de fondo, en cuanto a los tipos de modelo científico y a los modos de relación entre la predicción y el diseño, debido sobre todo a los modelos de pensamiento utilizados, que pueden ser distintos.

1. EL CONTEXTO CIENTÍFICO DE LA PREDICCIÓN Y EL DISEÑO

Dentro del contexto científico, a tenor de las metas (*goals*) buscadas, Simon admite una diferencia entre Ciencia Básica y Ciencia Aplicada. A la primera le atribuye dos tareas principales: describir y explicar. Así, 1) la Ciencia Básica ha de describir la realidad, tanto para especificar los hechos ('la Tierra gira alrededor del Sol cada 365 días y cuarto') como para las generalizaciones que describen series de fenómenos (como la tercera ley de Kepler); y 2) ha de proporcionar explicaciones (*to provide explanations*) de esos fenómenos ('cada planeta acelera hacia el Sol mediante una fuerza que varía en razón de su masa al cuadrado de su distancia respecto del Sol')⁴.

Pero Simon indica, asimismo, que "la Ciencia Básica está orientada (*aimed*) a conocer (*knowing*) y comprender (*understanding*)"⁵. Esto llama la atención toda vez que, desde una perspectiva metodológica, "explicar" y "comprender" son distintas, como lo pone de relieve la controversia *Erklären-Verstehen*, que dura ya más de un siglo⁶. Se trata, además, de una disputa metodológica que tiene directa repercusión para el problema de la predicción. Así, los partidarios de la "explicación" admiten habitualmente la posibilidad y legitimidad de la predicción científica, también en el caso de las Ciencias Sociales; mientras que los defensores de la "comprensión" cuestionan generalmente que pueda darse genuina predicción científica acerca de fenómenos sociales⁷.

Sobre las metas de la Ciencia Aplicada Simon señala que se apoyan en las inferencias y las predicciones. "Las leyes que conectan conjuntos de variables permiten inferencias o predicciones, que han de ser realizadas a partir de los valores conocidos de algunas de las variables. Las inferencias y las predicciones pueden ser usadas, a su vez, para inventar (*invent*) y diseñar artefactos (p. ej., arcos) que lleven a cabo (*perform*) las funciones deseadas (soportar el peso y otras tensiones que se den en ellos), o anticipar y adaptarlos para eventos

⁴ Cfr. SIMON, H. A., "Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, p. 32.

⁵ Cfr. SIMON, H. A., "Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", p. 32.

⁶ La Historia es la Ciencia Básica donde mejor se refleja esa diferencia metodológica, pues la controversia nació en su seno, cfr. GONZALEZ, W. J., "Caracterización del objeto de la Ciencia de la Historia y bases de su configuración metodológica", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Acción e Historia. El objeto de la Historia y la Teoría de la Acción*, Publicaciones Universidad de A Coruña, A Coruña, 1996, pp. 25-111; en especial, pp. 75-84.

⁷ Cfr. GONZALEZ, W. J., "From *Erklären-Verstehen* to *Prediction-Understanding*: The Methodological Framework in Economics", en SINTONEN, M., YLIKOSKI, P. y MILLER, K. (eds), *Realism in Action: Essays in the Philosophy of Social Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 2003, pp. 33-50.

futuros sobre la base del conocimiento acerca del presente y el pasado. En los momentos en los que han de llevarse a cabo las predicciones, los nuevos datos pueden ser utilizados, desde luego, para contrastar si las leyes continúan manteniéndose”⁸.

Añade Simon una tercera posibilidad: la idea de “Ciencia como Arte”. Considera que el científico, en cuanto profesional, tiene el “imperativo central de la Ciencia” de adecuarse a la verdad empírica (*conforming to empirical truth*) y el “imperativo estético”, donde la simplicidad desempeña un cometido. Hay así una búsqueda de la belleza, en cuanto se intenta explicar muchas cosas con pocos elementos, para dar con una pauta sencilla en medio del aparente desorden y la complejidad. Pero este interés por la belleza en cuanto simplicidad no es la elegancia que propone: desea sobriedad o austeridad (*parsimony*) al abordar los eventos —la parquedad en el número de medios—, hallar la pauta (*pattern*) que se encuentra en los fenómenos⁹.

Sin embargo, los valores estéticos (belleza, simplicidad, elegancia, sobriedad, ...) no pueden ser situados al mismo nivel que los factores epistemológicos y metodológicos de la Ciencia, tanto Básica como Aplicada. Porque hay una serie de elementos que son constitutivos de la Ciencia (lenguaje, estructura, conocimiento, método, actividad, fines, valores éticos, ...) ¹⁰. Estos componentes son centrales para entender las metas que Simon señala para *Basic science* y *Applied science*. Por eso, que la práctica científica esté modulada por la belleza o la elegancia del cometido realizado por el científico, en cuanto profesional, no es tan representativo como los otros factores constitutivos de la Ciencia (semánticos, lógicos, epistemológicos, metodológicos, ontológicos, ...).

Ahora bien, queda claro que es en la *Ciencia Aplicada* donde Simon concede un puesto relevante a la predicción. En ese ámbito señala un componente epistemológico habitual: la ampliación del conocimiento, pues la predicción propicia el paso de lo conocido a nuevas variables que ahora no son conocidas. Ese factor de novedad también está presente cuando apela a la *predicción* para contribuir al *diseño* de artefactos. De hecho, a la predicción le atribuye dos tareas metodológicas: i) la dimensión práctica de contribuir a la solución de problemas, para lo que se articula con la prescripción¹¹, y ii) la vertiente evaluadora (*test*) del conocimiento que está disponible.

Por un lado, la predicción estaría al servicio de elaborar diseños, en la medida en que el conocimiento del futuro contribuye al desarrollo de las funciones deseadas (al reconocerlas como “viables” o “posibles”), y también en cuanto que la predicción, al anticipar el futuro, propicia las adaptaciones convenientes —la prescripción— para conseguir los objetivos buscados. Y, por otro lado, las predicciones pueden servir como criterio de contrastación (*test*), de manera que contribuyen a evaluar la validez de las leyes formuladas. Esas dos tareas metodológicas que Simon le atribuye a la predicción dentro de las Ciencias Aplicadas tienen su expresión clara en Economía, como se aprecia en páginas posteriores.

⁸ SIMON, H. A., “Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena”, p. 32.

⁹ Cfr. “Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena”, p. 33.

¹⁰ Cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49; en especial, pp. 10-11.

¹¹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, *Theoria*, v. 13, n. 2, (1998), pp. 321-345.

2. DISEÑAR COMO ACTIVIDAD DUAL Y EL PAPEL DE LA PREDICCIÓN

Diseñar es, para Simon, básicamente una actividad dual: a) es la expresión de un *contenido* de una Ciencia Aplicada, que está enmarcada en la esfera de las Ciencias de lo Artificial; y b) es una *práctica* profesional, de donde emerge un contenido sobre el diseño (en parte formalizable y, en parte, empírico)¹², que —además de ser objeto de teorización— ha de ser enseñado en Facultades (Empresariales, Informática, ...) y en Escuelas (Ingeniería, Arquitectura, etc.). Esas dos dimensiones —contenido científico y práctica profesional— convergen en un punto común: el diseño rebasa lo natural y lo social. Por eso indica expresamente que el diseño “no versa sobre lo que es necesario sino acerca de lo contingente”, de modo que “no atiende a cómo son las cosas sino a cómo podrían ser (*might be*)”¹³.

Se trata, además, de actividad netamente teleológica: lo contingente requiere de suyo la predicción, “en cuanto que se ocupa de cómo deberían ser (*ought to be*) las cosas, de perfilar artefactos para alcanzar metas (*goals*)”¹⁴. Junto a la predicción acerca de los *objetivos* —los fines considerados como convenientes—, hace falta seleccionar los medios (dentro de un sistema que, por ser artificial, es adaptativo). Esto también puede conllevar la realización de predicciones, pues se ha de vislumbrar el elenco de *procesos* para que, dentro de una serie de alternativas¹⁵, se escoja aquella que sea “satisfactoria” (esto es, la suficientemente buena para llegar al objetivo buscado).

Aparece ahí la racionalidad instrumental de índole adaptativa. Porque, “en la concepción de Simon, la racionalidad desempeña en las Ciencias de lo Artificial el mismo papel que la selección natural lleva a cabo en la Biología evolutiva: selecciona aquellos diseños que están mejor dotados para su entorno, donde ‘mejor’ quiere decir más eficientes en cuanto a la adaptación de medios a fines”¹⁶. Debido a que es precisamente una adaptación de lo interno del sistema artificial al contexto que lo rodea, “podemos a menudo predecir la conducta a partir del conocimiento de las metas del sistema y de su entorno externo (*outer environment*), con sólo mínimos supuestos acerca de su entorno interno (*inner environment*)”¹⁷.

Junto a la predicción de los objetivos del diseño y a las predicciones respecto de los procesos —las rutas seleccionadas para ajustarnos a lo contingente que es conveniente—, cabe pensar también en las predicciones acerca de los *productos*. Ahí tiene un papel la simulación mediante ordenador: “podemos esperar que la simulación ha de ser una técnica poderosa para inferir, a partir de nuestro conocimiento de los mecanismos que gobiernan el funcionamiento de los gases, una teoría del tiempo atmosférico (*weather*) y unos medios para la predicción del tiempo”¹⁸. Pero la predicción respecto de los productos del diseño

¹² Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, The MIT Press, Cambridge, 3ª ed., 1996 (1ª ed., 1969; 2ª ed., 1981), p. 113. Sobre este tema, cfr. CROWTHER-HEYCK, H., *Herbert A. Simon. The Bounds of Reason in Modern America*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2005, cap. 13, pp. 275-290 y 391-393.

¹³ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. xii (prefacio a la segunda edición).

¹⁴ *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 114.

¹⁵ Se parte de la base de una limitación epistemológico-metodológica, pues —según Simon— “we cannot within practical computational limits generate all the admissible alternatives and compare their respective merits”, *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 120.

¹⁶ CROWTHER-HEYCK, H., *Herbert A. Simon. The Bounds of Reason in Modern America*, p. 277.

¹⁷ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 8.

¹⁸ *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 15.

tropieza con el problema de la complejidad: “la dificultad del problema del diseño reside, a menudo, en predecir cómo se comportará la agrupación de los componentes”¹⁹.

Con frecuencia, tanto la doble tarea al diseñar —el incremento del contenido de la Ciencia y la potenciación de la práctica profesional— como diversos cometidos específicos (como la simulación) se asocian a los ordenadores. En el enfoque de Simon, la tarea de la Teoría del Diseño ha de estar encaminada, en gran medida, hacia la ampliación de las capacidades al diseñar. Para esto propone utilizar los instrumentos de la Inteligencia Artificial y la Investigación Operativa. De este modo, las Ciencias de la Computación contribuirían al quehacer de los Departamentos de Ingeniería y Arquitectura, así como a la actividad de los grupos de Investigación Operativa en las Escuelas de Negocios²⁰. En otras palabras, el diseño de las Ciencias de lo Artificial ha de estar —a su juicio— *orientado*: tiene una función operativa, que vincula habitualmente con la Tecnología, y un cometido institucional en la formación de prácticas profesionales.

3. PERSPECTIVA CIENTÍFICA Y ORIENTACIÓN TECNOLÓGICA

Antes de estar en boga esa idea de “Ciencia de Diseño” de Simon, donde el papel de los ordenadores es clave (tanto para el incremento del contenido científico como para el desarrollo de la práctica profesional), había una noción más amplia de “diseño”. Estaba conectada con otro tipo de Tecnologías, donde también la predicción tenía un cometido. Así, “hasta los años 50, un enfoque racional de ir paso a paso para el diseño servía, de manera adecuada, para que se crearan esos artefactos. El conocimiento tecnológico acerca de las propiedades de los materiales era bien conocido y el planteamiento tradicional racional, de ir paso a paso para solucionar problemas de una forma coherente, resultaba adecuado. La investigación y el conocimiento científico era habitual respecto de la composición de los materiales y los diseñadores podían predecir adecuadamente los resultados de sus artefactos, supuesto que ninguna variable conocida o principio de diseño fuese incumplido”²¹.

A tenor de este trasfondo histórico, parece claro que hay *dos enfoques* de “diseño”, que son diferentes desde el punto de vista conceptual: la perspectiva científica y la orientación tecnológica²². No obstante, debido a la interacción entre las Ciencias de lo Artificial y diversas ramas de la Tecnología (industrial, naval, aeronáutica, civil, etc.), estos dos tipos de diseños —el científico y el tecnológico— no se distinguen de manera clara en diferentes concepciones metodológicas²³. Desde un punto de vista filosófico, es importante distinguirlas, no sólo porque la “técnica” llega a ser “Tecnología” cuando hay apoyo científico, sino también porque el diseño tecnológico añade nuevos factores —respecto de los artefactos— que no están en el diseño científico (p. ej., en el caso de los artefactos construidos por la NASA, donde el diseño científico precede metodológicamente al diseño tecnológico).

¹⁹ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 15.

²⁰ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 114.

²¹ ATWOOD, M. E., MCCAIN, K. W. y WILLIAMS, J. C., “How does the Design Community Think about Design?”, p. 126.

²² Esto supone, a su vez, asumir una diferencia conceptual entre “Ciencia” y “Tecnología”, cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en pp. 3-49; en especial, pp. 9-13.

²³ Cfr. CROSS, N. (ed), *Developments in Design Methodology*, J. Wiley and Sons, Chichester, RU, 1984.

Enmarcado en la *perspectiva científica*, el diseño es un elemento central de una Ciencia relacionada con objetivos (*aims*), procesos y resultados que están conectados con actividades humanas que, potencialmente, pueden dar lugar a productos hechos-por-el-hombre (*human-made*). Entre ellos están el conseguir un nuevo fármaco, propiciar una innovación económica en una empresa o proporcionar un nuevo programa de ordenador. El diseño está entonces ligado al conocimiento aplicado para resolver problemas concretos. Incluye así un contenido cognitivo y una utilidad práctica. Más aún, el diseño científico se contrasta mediante el uso del instrumental metodológico que es adecuado para otras Ciencias Empíricas (como la predicción), procesos que incluyen la observación y la experimentación.

Mientras tanto, en la *orientación tecnológica*, el diseño se construye para una transformación creativa de la realidad existente (natural, social, o artificial). El propio Simon reconoce que “la Tecnología es conocimiento, y el conocimiento proporciona la capacidad de hacer nuevas cosas, cosas que no se habían podido hacer antes”²⁴. Ese contenido —en parte científico y, en parte, específicamente tecnológico— está al servicio de un quehacer cuya finalidad es lograr productos que tienen visibilidad ontológica: normalmente, un tipo de *artefacto* (un ordenador, un teléfono móvil, un microondas, un transbordador espacial, etc.). Esos objetos, que se han producido de manera deliberada, pueden afectar las vidas de los miembros de la Sociedad. En efecto, los cambios tecnológicos pueden ser en favor del desarrollo social o se pueden situar en contra del bien común de los ciudadanos²⁵.

Desde esa diferencia acerca del diseño, que distingue entre la perspectiva científica y la orientación tecnológica, no cabe en rigor el instrumentalismo metodológico propuesto por Simon, que diluye precisamente esos dos planos: “la actividad intelectual que produce artefactos materiales no es diferente, en lo fundamental, de una [actividad] que prescribe remedios para un paciente enfermo o de aquella que traza nuevos planes de venta para una compañía o de una política de bienestar social de un Estado”²⁶. Porque la perspectiva científica —resolver problemas concretos— y la orientación tecnológica —producir artefactos mediante transformación de lo real— siguen *tipos de racionalidad* que son diferentes, puesto que los objetivos, procesos y resultados de la Ciencia y la Tecnología son, en principio, distintos.

Son importantes esas diferencias de fondo existentes entre Ciencia y Tecnología, tanto desde el punto de vista “interno” (los componentes semánticos, lógicos, epistemológicos, metodológicos, etc.) como desde un enfoque externo (los aspectos social, cultural, político, ecológico, ...) ²⁷. Por una parte, la racionalidad científica tiene varios objetivos (*aims*), sobre todo en la esfera cognitiva, y pueden ser buscados para *incrementar nuestro conocimiento*

²⁴ SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 602.

²⁵ Hay también reflexiones de tipo filosófico sobre fenómenos actuales en comparación con el pasado, tales como el caso de los luditas (*Luddites*), cfr. GRAHAM, G., *The Internet: A Philosophical Inquiry*, Routledge, Londres, 1999, cap. 1; y KITCHER, PH., *Science, Truth, and Democracy*, Oxford University Press, N. York 2001, cap. 13, pp. 167-180.

²⁶ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 111. Entre los críticos del instrumentalismo metodológico, en cuanto que subordina la Ciencia a la Tecnología, se encuentra NIINILUOTO, I., “Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?”, *Arbor*, v. 157, n. 620, (1997), pp. 285-299.

²⁷ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

(Ciencia Básica) o para *resolver problemas prácticos* en un dominio específico (Ciencia Aplicada)²⁸. Y, por otra parte, la racionalidad tecnológica se encamina hacia la *transformación creativa de la realidad* (natural, social o artificial) según un diseño, que es seguido por un quehacer específico para conseguir un posterior artefacto o producto final (que tiene, además, un valor de mercado y puede dar lugar a una patente).

Donde se combinan los contenidos cognitivos y las utilidades prácticas es en la *Ciencia Aplicada*. Con frecuencia incluye, además, una interacción entre el conocimiento científico y el apoyo material suministrado por la Tecnología. Desde el ángulo conceptual, hay una diferencia comprensible con la Ciencia Básica: la Ciencia Aplicada incorpora el rasgo de *dimensión práctica* del conocimiento científico. Por eso, “junto a la utilidad epistémica, se espera que el conocimiento proporcionado por la Ciencia Aplicada tenga un *valor instrumental* para la correspondiente actividad humana. De este modo, la Ciencia Aplicada está regida por lo que [Jürgen] Habermas llama el ‘interés técnico’ de controlar el mundo”²⁹. Las Ciencias de Diseño, que pertenecen a las Ciencias de lo Artificial, son un claro ejemplo del empeño científico sobre *cómo deben ser las cosas*, para poder alcanzar ciertas metas³⁰.

Parece bastante obvio que las Ciencias de lo Artificial son, por lo común, Ciencias Aplicadas. Pero puede ser pertinente distinguir dos aspectos: i) la actividad que lleva a elaborar el *contenido* mismo científico —el intento de solucionar problemas concretos por métodos científicos—; y ii) la faceta contextual de las *aplicaciones* de la Ciencia, en cuanto capacidad operativa de abordar cuestiones prácticas, de modo que pueda solventar problemas de acción dentro de situaciones específicas. En otras palabras, se podría distinguir —como propone Niiniluoto— entre “Ciencia Aplicada” y “aplicaciones de la Ciencia”³¹. Con este marco conceptual habría una base para diferenciar entre el diseño como *contenido* científico y como *práctica* profesional.

Sucede que, junto a la distinción entre Ciencia (Básica y Aplicada) y Tecnología desde un punto de vista *interno* (esto es, semántico, lógico, epistemológico, metodológico, ontológico y axiológico), hay variaciones entre la actividad científica y el quehacer tecnológico desde un óptica *externa*. La diferenciación procede normalmente de la *complejidad* y *nivel de repercusión* de los valores que intervienen (éticos, sociales, culturales, políticos, ecológicos, estéticos, económicos, ...). Usualmente, estos *valores externos* influyen en la Tecnología de manera mucho más intensa y profunda que la Ciencia, mientras que la Tecnología es generalmente más inteligible que la Ciencia, en la medida en que es por completo elaboración humana (*human-made*)³². En efecto, el diseño tecnológico, el proceso de desarrollarlo y el resultado —un artefacto— son todos hechura humana, que tratan de transformar creativamente alguna realidad disponible (natural, social o artificial).

²⁸ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 3-6; y NIINILUOTO, I., “Approximation in Applied Science”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.

²⁹ NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 6. Cfr. HABERMAS, J., *Erkenntnis und Interesse*, Suhrkamp, Fráncfort, 1968.

³⁰ Cfr. SIMON, H., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 4.

³¹ “It is important to distinguish *applied* science from the *applications* of science. The former is a part of knowledge production, the latter is concerned with the use of scientific knowledge and methods for the solving of practical problems of action (e.g., in engineering or business), where a scientist may play the role of a consultant”, NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 9.

³² Herbert A. Simon me señaló este aspecto en el transcurso de una conversación en Carnegie-Mellon University.

4. COMETIDO DE LA PREDICCIÓN EN LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL

Analizada la predicción desde la componente metodológica, parece claro que tiene un cometido crucial en la Ciencia, en general, y en Ciencias de lo Artificial como la Economía. En este caso presenta dos posibilidades destacadas: a) la predicción puede ser usada como instrumento para contrastar teorías (*testing theories*); y b) también se puede utilizar como factor para la actuación pública (*policy-making*). El primer papel es muy común en cualquier Ciencia Básica, tanto en Ciencias de la Naturaleza (Física, Química, Geología, etc.) como en Ciencias Sociales (Sociología, Psicología, Economía, etc.). Paralelamente, la segunda opción, que tiende a la tarea de la actuación pública, comporta un nexo entre predecir y prescribir³³. Este vínculo es ciertamente notorio en el caso de algunas Ciencias Aplicadas como la Economía, donde la solución de los problemas concretos requiere pautas que guíen la acción social³⁴.

Normalmente, en el caso de la Economía —en cuanto actividad científica— el uso de la predicción como instrumento para contrastar teorías, en general, e hipótesis, en particular, se considera “Ciencia descriptiva”; mientras que la utilización de predicciones como vehículos para la actuación pública se ve como parte de una “Ciencia normativa”. Pero una visión de conjunto nos proporciona una distinción más amplia: la “Ciencia Básica” incluye el primer uso metodológico de la predicción, al tiempo que la “Ciencia Aplicada” incorpora la segunda utilización de la predicción. Esto requiere considerar el estatuto de la “Ciencia predictiva” en relación con la Ciencia Básica y la Ciencia Aplicada.

4.1. El estatuto de la “Ciencia predictiva”

Ocupa la Ciencia predictiva una posición ciertamente compleja, que incluye investigación básica e indagación aplicada. Por una parte, la predicción puede tener un objetivo (*aim*) descriptivo de una Ciencia Básica (p. ej., en Astronomía); pero, por otra parte, la Ciencia predictiva es esencial para la Ciencia Aplicada que trabaja sobre diseños (p. ej., Economía Aplicada, Farmacología, Documentación, Comunicación, etc.). A tenor de este estatuto dual, los dos aspectos deberían ser resaltados.

1) La Ciencia predictiva, en el sentido de investigación básica, ofrece *conocimiento descriptivo* acerca del futuro. Así, “muchas disciplinas científicas ‘ordinarias’ —como Física (...), Psicología y Economía— tienen una relevancia para el futuro, en cuanto que sus teorías, junto con las condiciones iniciales acerca del presente y las condiciones de límites (*boundary conditions*) acerca del entorno, proporcionan predicciones acerca de eventos observables en el futuro”³⁵. 2) La Ciencia predictiva, dentro de la esfera de la

³³ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14.

³⁴ Hay un gran número de publicaciones sobre el uso de la predicción como base para la prescripción económica, cfr. ASCHER, W., *Forecasting: An Appraisal for Policy-makers and Planners*, J. Hopkins University Press, Baltimore, 1978; BURNS, T., “The Interpretation and Use of Economic Predictions”, en MASON, J., MATHIAS, P. y WESTCOTT, J. H. (eds), *Predictability in Science and Society*, The Royal Society and The British Academy, Londres, 1986, pp. 103-125; LLEWELLYN, J., POTTER, S. y SAMUELSON, L., *Economic Forecasting and Policy—The International Dimension*, Routledge and K. Paul, Londres, 1985; y PAGAN, A. R. y ROBERTSON, J., “Forecasting for Policy”, en CLEMENTS, M. y HENDRY, D. F. (eds), *A Companion to Economic Forecasting*, Blackwell, Oxford, 2002, pp. 152-178.

³⁵ NIINILUOTO, I., “Future Studies: Science or Art?”, *Futures*, v. 33, (2001), p. 372.

Ciencia Aplicada, se apoya sobre el interés en predicciones con éxito, debido a razones prácticas. Así, “una teoría científica que es capaz de proporcionar predicciones fiables acerca del futuro tiene *capacidad predictiva* (*predictive power*). La Astronomía práctica, la Meteorología y la Estadística Social son ejemplos de Ciencias Aplicadas que tienen a la capacidad predictiva como su utilidad epistémica central”³⁶.

Por consiguiente, la Ciencia predictiva puede avanzar en ambos casos: en Ciencia Básica y en Ciencia Aplicada. Respecto del primer aspecto, me parece que no hay razones sólidas para distinguir “investigación básica” (*basic research*) y “Ciencia predictiva” (*predictive science*) como tareas distintas que están asociadas bajo la rúbrica de “Ciencia descriptiva” (*descriptive science*)³⁷. De un lado, no está clara la posible diferencia entre la “investigación básica” y la “Ciencia predictiva” dentro de la “Ciencia descriptiva”. Y, de otro lado, no basta con reflejar el tipo de actividad desarrollado por los científicos. El objetivo (*aim*) de esta clase de investigación y la estructura de los conocimientos en este dominio son más “explicativos” o “predictivos” que “descriptivos”. Porque explicar (el responder a preguntas ¿por qué? [*why-questions*]) es ciertamente una tarea mucho más compleja que describir, y predecir tiene habitualmente más aspectos que describir (contrastar, controlar, etc.)³⁸.

Situados en este punto, hay una distinción que puede ser útil y que se utiliza, a veces, para evaluar proyectos de investigación: “investigación básica no orientada” (un tipo de investigación que, en última instancia, no lleva a una vertiente aplicada) e “investigación básica orientada” (una modalidad de investigación que, potencialmente, podría ser conectada a investigación aplicada). Esta distinción, que se utiliza frecuentemente en Política científica, puede incluir no sólo factores internos (epistemológicos, metodológicos, ontológicos, ...) sino también valores externos (sociales, económicos, culturales, etc.).

Existe una razón clara: la *investigación básica orientada* puede conducir a Ciencia Aplicada y, en algunos países, recibe más atención que la Ciencia Básica. Consecuentemente, estas naciones son más reticentes para apoyar la *investigación básica no orientada*, concediendo más valor a los objetivos (*aims*) pragmáticos que a los objetivos cognitivos. A pesar de esta consideración de índole externa, parece obvio que algunas predicciones pertenecen a la “investigación básica no orientada” (p. ej., predicciones sobre “agujeros negros” en galaxias distantes) y que otras se inscriben en la “investigación básica orientada”, que es el caso más frecuente en las predicciones económicas.

Indudablemente, los estudios acerca del futuro no pueden restringirse a la esfera de la “Ciencia descriptiva”, porque la *Ciencia Aplicada* también se ocupa de fenómenos futuros (eventos no observados) y ha de considerar qué debe hacerse (esto es, la “prescripción”). A este respecto, el objeto que ha de ser abordado en los *estudios de futuro* (*future studies*) es como un árbol ramificado, que se diversifica según diferentes posibilidades, donde los

³⁶ NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 7.

³⁷ Esta propuesta figura en NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 14.

³⁸ Según Wesley Salmon, “there are at least three —probably more— legitimate reasons for making predictions. First, we are sometimes curious about future happenings, and we want to satisfy that curiosity without waiting for the events in question to transpire. (...) Second, we sometimes make predictions for the sake of testing a theory. (...) Third, we sometimes find ourselves in situations in which some practical action is required, and the choice of an optimal decision depends upon predicting future occurrences”, SALMON, W. C., “Rational Prediction”, *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 32, (1981), pp. 115-116.

eventos azarosos (*chance events*) y las elecciones humanas tienen un papel hacia un futuro que está abierto.

Así pues, hay que contemplar escenarios alternativos, mirando tanto lo deseable (lo que se ha de llevar a cabo) como lo desaconsejable (que ha de ser evitado). Esto comporta considerar diversos aspectos: i) cómo *construir* futuros posibles alternativos; ii) cómo *evaluar* (*assess*) la *probabilidad* de futuros alternativos; y iii) cómo *evaluar la preferibilidad* o deseabilidad de los futuros alternativos³⁹. Estos factores han de ser atendidos en la esfera de los objetivos (*aims*) de las Ciencias de lo Artificial, cuando se preparan los diseños.

Vista en este ámbito de la *investigación aplicada*, la predicción aparece como un instrumento metodológico común que es previo a la prescripción: la necesidad de anticipar el conocimiento de lo que parece posible debería preceder a las reglas de lo que se debería hacer (p. ej., en Economía Aplicada, que trabaja sobre la base de pronósticos económicos —*economic forecasting*— realizados mediante métodos predictivos de Estadística Económica y Econometría⁴⁰). El progreso en la predicción científica es clave para mejorar el ámbito de la prescripción. Esto puede verse en cualquier *Ciencia de Diseño* y, por tanto, en la Economía como Ciencia de Diseño.

El énfasis se sitúa entonces en la relación entre predicción y prescripción. Así, cara a diseñar algo en Ciencia, la senda normal es considerar de antemano si es posible el proyecto (cometido de la predicción), antes de dar las indicaciones acerca de cómo resolver el problema que ha sido anticipado (tarea de la prescripción). De este modo, el acto de realizar una predicción es, en principio, previo —desde el punto de vista cronológico— al establecimiento de una prescripción, cuando están en juego los problemas involucrados en el territorio de la Ciencia de Diseño (p. ej., en el caso de la Investigación Operativa, que se usa para orientar la actividad de las empresas).

Claramente, la Ciencia de Diseño tiene un nexo con la prescripción: el diseño busca cursos de acción cuyos objetivos (*aims*) consisten en cambiar las situaciones existentes a favor de otras preferidas, y esos procesos requieren que se sigan algunos caminos prescritos. Esta característica afecta a la predicción, porque “el Diseño, en cuanto Ciencia, es un instrumento (*tool*) tanto para comprender (*understanding*) como para actuar (*acting*)”⁴¹. En ambos casos —comprender y actuar— el diseño tiene consecuencias para el futuro. Así, parece que la *predicción* es una parte inevitable de cada proceso de diseño y “la calidad del diseño es muy probable que dependa, en gran medida, de la calidad de los datos disponibles. La tarea no es diseñar sin datos sino incorporar —en el proceso de diseño mismo— valoraciones sobre la calidad o la ausencia de calidad de los datos”⁴². Esto es lo que acontece en el caso de los datos para la planificación social en el informe del Club de Roma de 1972 sobre la dinámica del crecimiento mundial⁴³, que fue muy discutido y donde la comprensión de los fenómenos y las propuestas sobre cómo actuar se han mostrado equivocadas.

³⁹ Cfr. NIINILUOTO, I., “Future Studies: Science or Art?”, p. 373.

⁴⁰ Sobre este tema, cfr. GONZALEZ, W. J., *Scientific Prediction and Economics: A Philosophic-methodological Analysis of Prediction and its Role in Economics*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, en prensa.

⁴¹ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 164.

⁴² *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 146.

⁴³ Cfr. MEADOWS, D. ET AL., *Dynamics of Growth in a Finite World*, J. Wiley and Sons, N. York, 1974.

Sin duda, Simon consideraba que el fallo principal estaba en lo que había predicho el Club de Roma⁴⁴. A su juicio, “las buenas predicciones han de contar con dos requisitos que, a menudo, son difíciles de alcanzar. Primero, requieren o bien una comprensión teórica de los fenómenos que han de ser predichos, como una base para el modelo predictivo, o bien los fenómenos han de ser lo suficientemente regulares para que puedan, simplemente, ser extrapolados. (...) El segundo requisito para la predicción es tener datos fiables acerca de las condiciones iniciales (el punto de partida desde el cual se lleva a cabo la extrapolación). Los sistemas varían hasta el punto de ser sensibles sus trayectorias a pequeños cambios en las condiciones iniciales”⁴⁵. Por una parte, Simon piensa que las condiciones de extrapolación (en el caso de fenómenos que son suficientemente regulares) apenas se cumplen en los datos acerca de los asuntos humanos; y, por otra parte, considera que tenemos razones para admitir que los fenómenos sociales son sensibles a las condiciones iniciales.

Ilkka Niiniluoto encuentra ambiguo el planteamiento de Simon, en la medida en que no distingue con claridad entre “diseño” (que aparece en muchas profesiones) y “diseño científico” (que añade nuevos factores). Considera que “el diseño científico es una especie de diseño, esto es, la actividad de solucionar problemas mediante el uso de métodos científicos y conocimiento científico. La Investigación Operativa (*Operations Research*) proporciona métodos para encontrar soluciones óptimas o satisfactorias a los problemas de diseño (por ejemplo, la Teoría de Juegos, la Teoría de la Decisión, la programación lineal). En este sentido, el diseño científico es el resultado de la ‘cientificación’ (*scientification*) del Arte, la Tecnología, la gestión (*management*) o el desarrollo”⁴⁶. A este respecto, hay inicialmente una práctica profesional y, más tarde, el surgimiento del diseño científico, dentro del contexto científico. Pertenece a la esfera de la investigación aplicada, puesto que el diseño científico genera “conocimiento instrumental para la producción y tratamiento de los sistemas natural y artificial. La Ciencia de Diseño elabora conocimiento que puede después ser aplicado en el diseño científico”⁴⁷.

Implícitamente, Simon parece aceptar que hace falta la “cientificación”, puesto que reconoce la necesidad de teorizar sobre la práctica profesional del diseño, de modo que se pueda “descubrir” y, después, “enseñar” una Ciencia del Diseño⁴⁸. Pero, de modo explícito, este asunto se plantea claramente con Niiniluoto, quien propone realizar un análisis de la “cientificación del arte” (*scientification of art*)⁴⁹, esto es, de una práctica consolidada. Consiste la “cientificación” en el proceso por el que una actividad que requiere habilidades específicas (una práctica profesional) adquiere el carácter de “Ciencia”, de manera que las reglas —que se han probado eficaces para las metas buscadas— son ahora contrastadas mediante métodos científicos y el contenido se explica a través de teorías científicas.

⁴⁴ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 146-147. El informe del *Club of Rome* también se analiza en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 110-111, 118-119, 123 y 419.

⁴⁵ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 147.

⁴⁶ NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, pp. 8-9.

⁴⁷ “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 9.

⁴⁸ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 113.

⁴⁹ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Emergence of Scientific Specialities: Six Models”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 44, (1995), pp. 211-223; en especial, pp. 217-220. “Arte” se entiende aquí en un sentido amplio: saber hacer práctico que tiene una base acumulativa, bien sea para lo bello (el “Arte”, en la acepción genuina) o para lo útil (la “Técnica”, aun cuando confusamente Niiniluoto utiliza en este contexto la palabra “Tecnología”).

Niiniluoto da un paso más cuando analiza la cuestión de la Ciencia de Diseño y la predicción en el contexto de los estudios de futuro. Piensa que los “estudios de futuro” (*future studies*) están buscando su identidad como una nueva disciplina académica⁵⁰. Parece claro que los estudios de futuro no pueden ser reducidos al modelo de la Ciencia descriptiva. Hace falta, además, que incluyan a las Ciencias de Diseño, que están en el núcleo duro del campo de las Ciencias de lo Artificial. Pero “diseño” no puede ser identificado como “planificación en sentido amplio”, puesto que hay diferencias conceptuales y pragmáticas entre ellas, especialmente cuando la planificación (*planning*) resalta el papel de dirección de la acción humana y la dimensión temporal de las actividades que han de ser desarrolladas⁵¹. Asimismo, me parece que Simon señala correctamente que la racionalidad sigue la senda de “satisfacer” (*satisficing*), en lugar de utilizar los “métodos óptimos” para alcanzar —de una manera sistemática— los fines aceptados.

Actualmente, es cada vez más claro que el progreso en las Ciencias Aplicadas ha de incluir el desarrollo de las Ciencias de Diseño, donde el objetivo (*aim*) no es propiamente expresar cómo son las cosas sino, más bien, cómo *deberían ser* para alcanzar ciertas metas (*goals*). Esto incluye una relación entre medios y fines (con eficacia y eficiencia), que debería ser considerada en las Ciencias actuales, tales como la Economía, que trata con la práctica humana y social. La Ciencia de Diseño siempre mira al futuro y requiere predicción y prescripción: es un tipo de *estudios de futuro*, que combina la exploración de los futuros *probables y preferibles*. Al desarrollar ambas tareas, la Ciencia de Diseño es una combinación de investigación teórica y empírica. Más aún, la Ciencia de Diseño puede ir más lejos del análisis filosófico-metodológico para alcanzar la esfera de la acción política⁵². Este es el caso de la Ciencia Económica, donde la Economía Aplicada trata con fenómenos macroeconómicos que buscan lo que ha de hacerse respecto de la actuación pública (en Economía nacional y en Economía internacional⁵³).

4.2. Predicción y diseño en Economía

Concebida como *test* de teorías, la predicción que tiene un papel claro en los modelos descriptivos de la Ciencia Básica de la Economía, puesto que permite evaluar los contenidos económicos en términos de su capacidad para “representar” o “asemejarse” a la realidad. Así, el éxito al enunciar anticipadamente un resultado económico se interpreta como una garantía de su carácter científico⁵⁴. Habitualmente, la Teoría Económica utiliza predicciones para evaluar sus propuestas y la Metodología dominante en Economía —como Ciencia

⁵⁰ Cfr. NIINILUOTO, I., “Future Studies: Science or Art?”, pp. 371-377.

⁵¹ Sobre el concepto de “planificación” (*planning*) y sus diferencias con “previsión” (*foresight*), “predicción” (*prediction*) y “pronóstico” (*forecasting*), cfr. GONZALEZ, W. J., “On the Theoretical Basis of Prediction in Economics”, *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228; especialmente, pp. 215-216.

⁵² Cfr. NIINILUOTO, I., “Future Studies: Science or Art?”, p. 377.

⁵³ La relación entre la Economía Aplicada y la acción política está subrayada por Joseph E. Stiglitz, Premio Nobel en 2001, cfr. STIGLITZ, J. E., “The Economic Role of the State: Efficiency and Effectiveness”, en HARDIMAN, T. P. y MULREANY, M. (eds), *Efficiency and Effectiveness in the Public Domain, The Economic Role of the State*, Institute of Public Administration, Dublín, 1991, pp. 37-59.

⁵⁴ No siempre acepta Simon que la predicción ha de ser un enunciado de futuro, puesto que asume la posibilidad de predicciones como meras implicaciones contrastables (*testable implications*), cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 205-232; en especial, pp. 213-222.

“positiva”— privilegia a la predicción como procedimiento para dictaminar la fiabilidad del conocimiento económico⁵⁵.

Y, entendida la predicción como elemento de un modelo para la *actuación pública*, donde prevalece la idea de “construcción”, indica algo futuro que es posible y accesible, de modo que la predicción contribuye a la articulación del diseño económico. Más aún, la predicción puede intervenir en los tres planos de la Ciencia Aplicada: los objetivos, los procesos y los resultados⁵⁶. Es la vertiente de dar solución a problemas concretos, que se resalta en la visión metodológica de Simon, pues busca con frecuencia esa línea de trabajo hasta el punto de subordinar la predicción a la prescripción. Considera, en efecto, que “nuestra tarea no es predecir el futuro; nuestra tarea es diseñar un futuro para un mundo sostenible y aceptable, y después dedicar nuestros esfuerzos a conseguir ese futuro”⁵⁷.

Esa postura, que enfoca a la Ciencia desde los agentes —quienes han de determinar la forma (*shape*) del futuro—, engarza con la índole artificial de la Economía y cobra forma en la planificación social⁵⁸. Aparece entonces como una Ciencia Aplicada, de modo que sus modelos prescriptivos buscan configurar un futuro adecuado y seleccionar los medios para alcanzarlo. Esto segundo es lo propio de la “planificación” o el “planeamiento”, que comporta un componente volitivo —se caracteriza por la dirección de la acción humana, individual o social, hacia metas buscadas⁵⁹— y conlleva un horizonte temporal (comúnmente las opciones de corto, medio o largo plazo). Lo buscado es un futuro “artificial”, en cuanto que es ideado: se trata de un fenómeno contingente, que supera la base de lo necesario e intenta soluciones más satisfactorias para los problemas existentes.

Acontece, además, que el procedimiento para las predicciones puede también tener una base artificial. Así, cuando Charles C. Holt narra el origen del libro en donde escribe H. A. Simon con otro futuro Premio Nobel (Franco Modigliani) y el inspirador de la concepción de las expectativas racionales (John Muth)⁶⁰, reconoce que su enfoque de la predicción económica en ese volumen está basado en una Ciencia de lo Artificial: la Balística. Se trata, en concreto, de un procedimiento estadístico (*Exponentially Weighted Moving Averages* o EWMA) utilizado durante la Segunda Guerra Mundial por muchos mecanismos anti-aéreos, para menguar las fluctuaciones erráticas en las posiciones que se predecían de los objetivos (*targets*)⁶¹.

⁵⁵ Cfr. FRIEDMAN, M., “The Methodology of Positive Economics”, en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953 (6ª repr., 1969), pp. 3-43, y GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

⁵⁶ Esto se especifica en el apartado 2 del presente texto, titulado “Diseñar como actividad dual y el papel de la predicción”, pp. 186-187.

⁵⁷ SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, p. 601.

⁵⁸ Simon dedica todo un capítulo — “Social Planning: Designing the Evolving Artifact”— a esta cuestión, cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., cap. 6, pp. 139-167; en especial, pp. 147-149, 158 y 166.

⁵⁹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “On the Theoretical Basis of Prediction in Economics”, pp. 201-228; en especial, p. 215.

⁶⁰ Cfr. HOLT, C. C., MODIGLIANI, F., MUTH, J. F. y SIMON, H. A., *Planning Production, Inventories, and Work Force*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1960. (Hay versión castellana de R. R. Caso, corregida y revisada por D. Bugida: *Planeamiento de la producción, inventarios y mano de obra*, Herrero Hermanos Sucesores S.A., México, 1963).

⁶¹ Cfr. HOLT, C. C., “Rational Forecasting, Learning, and Decision Making”, en AUGIER, M y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, p. 356.

Reconocer esa deuda con una Ciencia Aplicada como la Balística⁶² —sobre todo en el caso de un volumen económico como *Planning, Production, Inventories, and Work Force*— es significativo. Pone de relieve que ambas —Economía Aplicada y Balística— son Ciencias de lo Artificial. Supone además asumir los valores de “exactitud” (*exactness*) y “precisión” (*precision*) como correlato de los modelos predictivos ante un entorno dinámico, al tiempo que se acepta una opción metodológica: hay meta ya dada —unos objetivos que son dinámicos— que sirve para modular los medios (la predicción).

Pero había un problema metodológico: si los simples modelos recursivos del procedimiento estadístico de EWMA podían ser utilizados para predicciones en un contexto económico de ventas por parte de empresas. Estaba claro que el procedimiento estaba sujeto a severas limitaciones. Sin embargo, tenía similitudes con los procesos simulados en ordenador diseñados por Herbert Simon, Allen Newell y Cliff Shaw, que utilizaban simples modelos recursivos para extraer consecuencias respecto de la toma de decisiones, al tiempo que aceptaban que la racionalidad económica está limitada⁶³.

Respecto del procedimiento estadístico de EWMA existía una dificultad patente: las tendencias de crecimiento, que son tan importantes para las empresas, no tenían cabida en ese modelo de la Balística. Hacía falta una estructura para la predicción donde las relaciones habrían de seguir dos valores: flexibilidad y adaptabilidad. A tal efecto se ideó una manera de llevarlo a cabo, que mostró un buen nivel de exactitud predictiva junto a una mayor facilidad de manejo, en comparación con otros métodos (como Box-Jenkins)⁶⁴. Con todo, el factor de historicidad, que es propio de la actividad económica e incide en el proceso de elaboración de predicciones económicas, no aparecía reflejado en el procedimiento escogido y Simon sólo se ocupó de la Economía como Ciencia Histórica en fecha muy tardía: 1998⁶⁵.

Su visión del papel de la predicción —entendida en el sentido propio de anticipación de fenómenos nuevos— dentro del diseño económico puede verse como surcada por dos fuerzas. De un lado, está una opción de operacionalismo epistemológico, en cuanto que Simon piensa que el conocimiento ha de llevar a la acción⁶⁶. Es una dimensión práctica que, de alguna manera, dota a los conceptos de base empírica —por su operatividad— y que permite —a su juicio— sean contrastables mediante procedimientos verificables. Y, de otro lado, se encuentra una clara aceptación de un instrumentalismo metodológico, tanto en términos de dependencia respecto de “solución de problemas” como a tenor de la insistencia en una racionalidad de medios a fines.

⁶² De la Balística como Ciencia Aplicada se ocupa NIINILUOTO, I., “Approximation in Applied Science”, pp. 133-138.

⁶³ Cfr. HOLT, C. C., “Rational Forecasting, Learning, and Decision Making”, p. 357.

⁶⁴ “One weekend it occurred to me that we might be able to forecast the exponential averages of these separate components recursively and then combine them. In this way we might be able to achieve the forecast flexibility and adaptability that we needed”, HOLT, C. C., “Rational Forecasting, Learning, and Decision Making”, p. 358.

⁶⁵ Cfr. SIMON, H. A., “Economics as a Historical Science”, *Theoria*, v. 13, n. 32, (1998), pp. 241-260.

⁶⁶ “Our practical concern in planning for the future is what we must do *now* to bring that future about. We use our future goals to detect what may be irreversible present actions that we must avoid and to disclose gaps in our knowledge (...) that must be closed soon so that choices may be made later”, SIMON, H., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 11. Es un operacionalismo distinto al “clásico” de P. W. Bridgman, en cuanto que no tiene una base semántica como eje temático.

Cabe afirmar entonces que, en cuanto al papel de la predicción en Economía como Ciencia de Diseño, 1) Simon tiende a *subordinar* las predicciones a la elaboración de modelos prescriptivos, lo que conlleva normalmente que el conocimiento presente en el diseño esté al servicio de la acción⁶⁷, que comporta interés por la operatividad del saber (conocer para actuar); y 2) la predicción económica aparece enfocada habitualmente como *medio* para la solución de problemas, siendo un mero instrumento para la obtención de metas concretas, que suelen ser prácticas y se evalúan en un contexto de acción.

4.3. *Papel de la predicción en la Inteligencia Artificial*

También el esquema metodológico de medios a fines tiene un lugar destacado en *Computer Sciences* (en especial, en Inteligencia Artificial). Ya lo tenía en Economía, en cuanto Ciencia de lo Artificial que se apoya, normalmente, en una racionalidad instrumental de carácter procesual⁶⁸. Y, cuando Simon propone su modelo de pensamiento para la *Artificial Intelligence*, que es la solución humana de problemas (*human problem solving*), vuelve de nuevo a una forma de análisis en términos de medios a fines. Ofrece, en rigor, una opción metodológica instrumentalista, que vertebra su idea de la Ciencia de lo Artificial, sobre todo en cuanto dedicada a tratar con la complejidad. Además, el conocimiento científico del diseño ha de estar al servicio de proporcionar los fenómenos deseados. Esto supone que es genuino conocimiento cuando es operativo, es decir, en la medida en que propicia efectivamente la meta buscada⁶⁹.

Interviene entonces la predicción, que lo hace en *Computer Sciences*, en general, y en Inteligencia Artificial, en particular. Tiene, al menos, los siguientes rasgos en el enfoque de Simon: a) es un factor de creatividad, esto es, de genuina novedad para la Ciencia, algo propio del contexto de descubrimiento científico⁷⁰; b) es un componente de Inteligencia Artificial como Ciencia Aplicada, que como tal ha de ser Ciencia predictiva: tiene así un papel en la construcción de modelos (p. ej., cuando se plantea la solución de problemas cognitivos)⁷¹; y c) es un elemento para la evaluación de teorías, en cuanto que la predicción es un instrumento metodológico que sirve de *test* respecto del conocimiento disponible⁷².

Que la predicción es un factor de *creatividad*, dentro del contexto de descubrimiento científico, lo enuncia de modo explícito Simon. Así, según una base epistemológica de índole empirista —compatible con una versión de operacionalismo—, señala que “los científicos descubren pautas (leyes) en los datos; elaboran explicaciones (teorías); diseñan estrategias experimentales; usan teorías para hacer predicciones; encuentran nuevas

⁶⁷ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 164.

⁶⁸ Sobre la racionalidad procesual y la racionalidad de medios en Simon, cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96; en especial, pp. 76-79.

⁶⁹ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 211.

⁷⁰ Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence”, en KAZDIN, A. E. (ed), *American Psychological Association Encyclopedia of Psychology*, vol. 1, Oxford University Press, N. York, 2000, p. 253.

⁷¹ Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence”, en KAZDIN, A. E. (ed), *American Psychological Association Encyclopedia of Psychology*, vol. 1, p. 249.

⁷² Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, *Artificial Intelligence*, v. 77, n. 1, (1995), p. 122.

maneras de representar los fenómenos; inventan nuevos instrumentos. Estas actividades se describen como ‘creativas’, cuando tienen éxito, son interesantes o valiosas”⁷³.

Fruto de esa creatividad está la predicción que se pone al servicio de la *construcción* de modelos para Inteligencia Artificial (IA). Porque, en cuanto Ciencia de Diseño enmarcada dentro de las Ciencias Aplicadas, la IA incluye el rasgo de ser “Ciencia predictiva”. Así, cuando se diseña algo nuevo, como una Teoría de la Cognición (*theory of cognition*) en un campo temático concreto, los programas de ordenador utilizan predicciones. Esos programas, vistos como “objetos matemáticos”, son sistemas de ecuaciones diferenciales “que predicen el cambio de un sistema en cada ciclo de la máquina [el ordenador] como una función de un estado previo y las entradas (*inputs*) habituales”⁷⁴. Cuando hacen esto, los programas de IA, por un lado, incorporan procesos generales (p. ej., el análisis de medios a fines, para resolver los problemas); y, por otro lado, incluyen elementos más específicos, para aplicarlos a tareas particulares (como, p. ej., el conocimiento médico para diagnosticar).

Considerada como Ciencia Empírica, la Inteligencia Artificial utiliza la predicción como *test* científico. Porque los programas de ordenador dependen directamente del diseño⁷⁵, pero las características del programa han de ser evaluadas según los métodos de las Ciencias Empíricas: observación y experimentación. Con respecto a la Economía, en cuanto Ciencia Empírica, cabe un cierto paralelismo: por un lado, el programa de ordenador —el “objeto artificial”— está lleno de consecuencias no anticipadas, debido a los límites del conocimiento empírico y de la capacidad computacional (esto es, en cuanto *human made*); y, por otro lado, la predicción debe intervenir ahí, como *test* científico, puesto que —para Simon— “a menudo, el modo más eficiente para predecir y comprender la conducta de un sistema complejo nuevo es construir el sistema y observarlo”⁷⁶.

Aparecen entonces dos acepciones metodológicas de predicción en IA. En primer lugar, como factor en la *construcción* de modelos aplicados dentro de la Ciencia de Diseño, la predicción tiene un papel constitutivo (lo que Simon llama unas veces “entorno intento” y otras *internal constraints* —lo que determina la estructura y conducta de un objeto—)⁷⁷. Así, en cuanto un programa está configurado por la Matemática⁷⁸, ha de indicar qué se puede esperar a partir de los elementos iniciales, señalando los cambios respecto del momento original. Y, en segundo término, la predicción sirve como *test* empírico (p. ej., evalúa la simulación de la conducta humana mediante ordenador)⁷⁹. Por eso, en la medida en que Simon ve los programas de ordenador como evaluables al modo de la Ciencia Empírica, cree que la predicción sirve como *test* científico a semejanza de su cometido con los enunciados de la Física⁸⁰.

Ahora bien, esas dos acepciones de “predicción” —en el ámbito de la construcción de modelos, que nos lleva a nuevos “objetos artificiales”, y en la esfera de la evaluación empírica de lo alcanzado— habrían de ser moduladas según los tipos de diseño en IA. Como se

⁷³ SIMON, H. A., “Artificial Intelligence”, p. 253.

⁷⁴ “Artificial Intelligence”, p. 249.

⁷⁵ Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 99.

⁷⁶ “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 99.

⁷⁷ Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, pp. 99-100.

⁷⁸ Conviene advertir que Simon considera que las teorías matemáticas formales tienen un papel secundario en IA y que seguirán teniéndolo en el futuro. Cfr. “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 112.

⁷⁹ Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 122.

⁸⁰ Cfr. “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 106.

ha puesto de relieve⁸¹, Simon admite dos tipos de diseño en Inteligencia Artificial, según el nivel de autonomía de la entidad diseñada: i) cabe tratar de hacer tareas inteligentes, pero sin imitar la mente humana; y ii) se puede buscar la similitud o *mimesis* con el caso humano. Esto supone que el análisis de la predicción habría de estar condicionado por la consideración de esos objetivos, lo que ciertamente repercute en los procesos y en los resultados.

A su vez, Simon admite que hay diversas modalidades en cuanto a las teorías de Inteligencia Artificial: unas son rigurosas —tienen expresión precisa en forma de programas de ordenador— y otras, en cambio, son “borrosas” (*fuzzy*), de modo que originan lo que llama “leyes de la estructura cualitativa”⁸². Esto influye para la caracterización del papel metodológico de la predicción en IA, puesto que no habría, propiamente, diferencia entre “teoría” y “modelo”. Porque —a su juicio— “en IA, la teoría no sólo *modela* sino que, simultáneamente, *exhibe* la conducta del fenómeno que se estudia”⁸³; tarea que en el caso de la Economía difícilmente parece viable, toda vez que el plano del modelo teórico se diferencia —al menos, epistemológicamente— respecto de la conducta observable. Advierte, no obstante, Simon que puede haber en IA un área de lo no predecible⁸⁴, debido a la complejidad en la interacción de los componentes del sistema.

Comparado este planteamiento sobre la predicción en Inteligencia Artificial con la postura antes expuesta acerca de la Economía, en cuanto Ciencia de Diseño, se detecta una diferencia metodológica representativa que tiene su base en una divergencia epistemológica acerca del modo de “pensar” en uno y otro caso. Porque, como señala Subrata Dasgupta, en *The Sciences of the Artificial* Simon utiliza dos modelos de pensamiento distintos⁸⁵. Por un lado, está el modelo de carácter universal del *homo economicus*, que corresponde a la pauta de toma de decisiones del agente humano y en donde la predicción aparece, básicamente, como antesala de la decisión. Y, por otro lado, se encuentra el modelo de procesamiento de la información mediante símbolos (entendidos como signos físicos). Tiene un carácter más instrumental, debido al entorno donde se formula —*Computer Sciences*—, lo que refuerza la índole artificial del procedimiento y propicia una mayor fiabilidad en la predicción.

Si en el modelo de *homo economicus* la predicción puede tener tanto una presencia en modelos descriptivos como prescriptivos, aun cuando la base es la conducta del agente que toma decisiones en un entorno económico real, en el caso del modelo de procesamiento de la información mediante símbolos hay una diferencia clara: hay un tipo de diseño de Inteligencia Artificial que no busca imitar el pensamiento humano⁸⁶. En tal caso habría una divergencia con el modelo de racionalidad limitada de los agentes económicos. Al fin y al cabo, la Economía es Ciencia de lo Artificial, pero es también Ciencia Social, de modo que no todo en ella es construido (empezando por la racionalidad limitada y el criterio

⁸¹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, sec. 3.2, pp. 55-57.

⁸² Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 106.

⁸³ “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 99.

⁸⁴ Cfr. SIMON, H. A., “Artificial Intelligence: An Empirical Science”, p. 111.

⁸⁵ Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, *Cognitive Science*, v. 27, (2003), pp. 683-707; en especial, pp. 694-695.

⁸⁶ Cfr. SIMON, H. A., “Machine as Mind”, en FORD, K. M., GLYMOUR, C. y HAYES, P. J. (eds), *Android Epistemology*, p. 25.

de satisfacción como pautas del comportamiento del agente económico). En cambio, la Inteligencia Artificial nace como fruto de un artefacto —un ordenador—, dentro de un sistema construido desde el principio —los programas— y con unos resultados que, en principio, no pueden rebasar el diseño mismo que le dio origen.

BIBLIOGRAFÍA

ASCHER, W., *Forecasting: An Appraisal for Policy-makers and Planners*, J. Hopkins University Press, Baltimore, 1978.

ATWOOD, M. E., MCCAIN, K. W. y WILLIAMS, J. C., “How does the Design Community Think about Design?”, en: *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, ACM Press, N. York, 2002, pp. 125-132.

BURNS, T., “The Interpretation and Use of Economic Predictions”, en MASON, J., MATHIAS, P. y WESTCOTT, J. H. (eds), *Predictability in Science and Society*, The Royal Society and The British Academy, Londres, 1986, pp. 103-125.

CAGAN, J., KOTOVSKY, K. y SIMON, H. A., “Scientific Discovery and Inventive Engineering Design: Cognitive and Computational Similarities”, en ANTONSSON, E. K. y CAGAN, J. (eds), *Formal Engineering Design Synthesis*, Cambridge University Press, N. York, 2001, pp. 442-465.

CROSS, N. (ed), *Developments in Design Methodology*, J. Wiley and Sons, Chicester, RU, 1984.

CROWTHER-HEYCK, H., *Herbert A. Simon. The Bounds of Reason in Modern America*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2005.

DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, *Cognitive Science*, v. 27, (2003), pp. 683-707.

FRIEDMAN, M., “The Methodology of Positive Economics”, en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Pres, Chicago, 1953 (6ª repr., 1969), pp. 3-43.

GONZALEZ, W. J., “On the Theoretical Basis of Prediction in Economics”, *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228.

GONZALEZ, W. J., “Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 205-232.

GONZALEZ, W. J., “Caracterización del objeto de la Ciencia de la Historia y bases de su configuración metodológica”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Acción e Historia. El objeto de la Historia y la Teoría de la Acción*, Publicaciones Universidad de A Coruña, A Coruña, 1996, pp. 25-111.

GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, *Theoria*, v. 13, n. 2, (1998), pp. 321-345.

GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

GONZALEZ, W. J., “From *Erklären-Verstehen* to *Prediction-Understanding*: The Methodological Framework in Economics”, en SINTONEN, M., YLIKOSKI, P. y MILLER, K. (eds), *Realism in Action: Essays in the Philosophy of Social Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 2003, pp. 33-50.

GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96.

GONZALEZ, W. J., "The Philosophical Approach to Science, Technology and Society", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49.

GONZALEZ, W. J., "Prediction as Scientific Test of Economics", en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

GONZALEZ, W. J., "Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 3-38.

GONZALEZ, W. J., "Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 41-69.

GONZALEZ, W. J., *Scientific Prediction and Economics: A Philosophic-methodological Analysis of Prediction and its Role in Economics*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, en prensa.

GRAHAM, G., *The Internet: A Philosophical Inquiry*, Routledge, London, 1999.

HABERMAS, J., *Erkenntnis und Interesse*, Suhrkamp, Fráncfort, 1968.

HOLT, C. C., MODIGLIANI, F., MUTH, J. F. y SIMON, H. A., *Planning Production, Inventories, and Work Force*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1960. (Hay versión castellana de R. R. Caso, corregida y revisada por D. Bugida: *Planeamiento de la producción, inventarios y mano de obra*, Herrero Hermanos Sucesores S.A., México DF, 1963).

HOLT, C. C., "Rational Forecasting, Learning, and Decision Making", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert Simon*, The MIT Press, MA, 2004, pp. 355-363.

KITCHER, PH., *Science, Truth, and Democracy*, Oxford University Press, N. York, 2001.

LLEWELLYN, J., POTTER, S. y SAMUELSON, L., *Economic Forecasting and Policy—The International Dimension*, Routledge and K. Paul, Londres, 1985.

MARGOLIN, V. y BUCHANAN, R. (eds), *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995.

MEADOWS, D. ET AL., *Dynamics of Growth in a Finite World*, J. Wiley and Sons, N. York, 1974.

NIINILUOTO, I., "The Aim and Structure of Applied Research", *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

NIINILUOTO, I., "Approximation in Applied Science", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.

NIINILUOTO, I., "The Emergence of Scientific Specialities: Six Models", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 44, (1995), pp. 211-223.

NIINILUOTO, I., "Future Studies: Science or Art?", *Futures*, v. 33, (2001), pp. 371-377.

PAGAN, A. R. y ROBERTSON, J., "Forecasting for Policy", en CLEMENTS, M. y HENDRY, D. F. (eds), *A Companion to Economic Forecasting*, Blackwell, Oxford, 2002, pp. 152-178.

SALMON, W. C., "Rational Prediction", *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 32, (1981), pp. 115-125.

SIMON, H. A., "The Next Hundred Years: Engineering Design", en JONES, L. E. (ed), *The Next Hundred Years*, Faculty of Applied Science and Engineering, University of Toronto, Toronto, 1977, pp. 89-104.

SIMON, H. A., "Some Design and Research Methodologies in Business Administration", en AUDET, M. y MALOUIN, J.-L. (eds), *La production des connaissances scientifiques de l'administration*, Les Presses de l'Université Laval, Quebec, 1986, pp. 239-279.

SIMON, H. A., "Machine as Mind", en FORD, K. M., GLYMOUR, C. y HAYES, P. J. (eds), *Android Epistemology*, AAAI/MIT Press, Menlo Park, CA, 1995, pp. 23-40.

SIMON, H. A., "Artificial Intelligence: An Empirical Science", *Artificial Intelligence*, v. 77, n. 1, (1995), pp. 95-127.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, The MIT Press, Cambridge, 3ª ed., 1996 (1ª ed., 1969; 2ª ed., 1981).

SIMON, H. A., "Integrated Design and Process Technology", *Journal of Integrated Design and Process Science*, v. 1, n. 1, (1997), pp. 9-16.

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 3: Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

SIMON, H. A., "Economics as a Historical Science", *Theoria*, v. 13, n. 32, (1998), pp. 241-260.

SIMON, H. A., "Artificial Intelligence", en KAZDIN, A. E. (ed), *American Psychological Association Encyclopedia of Psychology*, vol. 1, Oxford University Press, N. York, 2000, pp. 248-255.

SIMON, H. A., "Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 32-72.

SIMON, H. A., "Forecasting the Future or Shaping it?", *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 601-605.

STIGLITZ, J. E., "The Economic Role of the State: Efficiency and Effectiveness", en HARDIMAN, T. P. y MULREANY, M. (eds), *Efficiency and Effectiveness in the Public Domain, The Economic Role of the State*, Institute of Public Administration, Dublin, 1991, pp. 37-59.

DE LA PREDICCIÓN CIENTÍFICO-SOCIAL A LA PREDICCIÓN EN CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL: PARALELISMOS Y DIFERENCIAS

FRANCISCO J. CASTRO

1. PLANOS TEMÁTICOS RELEVANTES EN LA PREDICCIÓN CIENTÍFICA

Cuando se aborda el problema de la predicción hay que atender al Campo de estudio —los sucesos naturales, los eventos sociales o las construcciones artificiales— y al enfoque metodológico —Ciencia Básica y Ciencia Aplicada— para poder aclarar la cuestión. A su vez, la predicción tiene habitualmente tres planos temáticos: a) como objetivo de la investigación científica; b) como *test* para dirimir el carácter científico de una disciplina; y c) como elemento para la actuación pública (*policy*), donde la predicción se articula con la prescripción. En todos los casos, la figura de Herbert A. Simon tiene aportaciones.

Normalmente se destaca su contribución a la Economía, puesto que fue Premio Nobel (1978). Ahí, la posición que Herbert A. Simon mantiene respecto de la predicción científica es una posición de cautela (*wary*)¹. Por un lado, considera que la tarea predictiva no debe quedar fuera del análisis científico, pues toda Ciencia debe aspirar a proporcionar predicciones fiables acerca de su objeto de estudio; pero, por otro lado, sostiene que la predicción no es el único fin de la actividad científica, ni siquiera el más importante.

A su juicio, no debe ser la predicción el *test* para saber si una determinada disciplina se puede considerar científica o no, puesto que la predicción es un objetivo científico entre otros, pero no el único o el principal². Se aparta, así, Simon de los planteamientos metodológicos dominantes en Teoría Económica³ —la tendencia neoclásica—, los cuales no sólo consideran a la predicción como el *test* científico por antonomasia, sino que constituye además el fin central al que debe aspirar la Ciencia⁴.

Para Simon, la predicción no debe ser el objetivo prioritario de ninguna Ciencia, puesto que ni en el ámbito de la Ciencia Básica ni en el entorno de la Ciencia Aplicada la considera la meta principal. Con todo, la considera un objetivo importante dentro de la tarea científica, en la medida en que una predicción científica fiable supone, por una parte, un avance del conocimiento, y, por otra parte, propicia una mejora de la tarea

¹ Cfr. SIMON, H. A., “The State of Economic Science”, en SICHEL, W. (ed), *The State of Economic Science. Views of Six Nobel Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, Michigan, 1989, p. 100.

² Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and Its Role in Economic Predictions”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), p. 206.

³ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, *Operations Research*, v. 38, (1990); compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 3: Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, p. 122. Véase también GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological approach”, *Theoria*, v. 13, n. 32, (1998), p. 326.

⁴ Cfr. FRIEDMAN, M., “The Methodology of Positive Economics”, en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953, p. 5. y 8-9. Sobre esto, véase GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

prescriptiva. Dentro de la Ciencia Aplicada, Simon pone el acento en la prescripción más que en la predicción. Esto se refleja muy bien al hilo de sus escritos sobre Economía, disciplina donde considera que debe primar el aspecto prescriptivo sobre el predictivo⁵.

Este trabajo centra la atención en el análisis de sus planteamientos acerca de la tarea predictiva dentro de las llamadas “Ciencias de lo Artificial”. Se ocupa también de sus posibles paralelismos o diferencias con la noción de “predicción” que Simon defiende para las Ciencias Humanas y Sociales. En este ámbito, como ya he expuesto en otro sitio⁶, intenta hacer una caracterización más realista de la predicción social, en general, y de la predicción económica, en particular. Descarta varios supuestos utilizados por la tendencia neoclásica, como la maximización de la utilidad subjetiva esperada. Al mismo tiempo, presta una mayor atención a lo que pueda ofrecer el campo de la Psicología, para tratar de entender de un modo satisfactorio la conducta del ser humano, de manera que se puedan ofrecer predicciones más fiables acerca de ella.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA PREDECIBILIDAD EN LAS CIENCIAS SOCIALES Y EN LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL

Se puede caracterizar a las Ciencias de lo Artificial como aquellas disciplinas cuyo objeto de estudio lo conforman diseños que han sido elaborados, esto es, aquel terreno que se configura como lo “hecho por humanos” (*human-made*)⁷. Para Simon, las Ciencias de lo Artificial constituyen un campo nuevo dentro de las disciplinas científicas; en ocasiones está en estrecha relación con las Ciencias Sociales (como la Economía) y con la Tecnología⁸, como puede ser el caso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. A su juicio, ambos grupos de Ciencias —las Ciencias Sociales y las Ciencias de lo Artificial— se constituyen como disciplinas empíricas, aunque con objetos de estudio y resultados científicos distintos.

A diferencia de las Ciencias de la Naturaleza, que estudian “lo natural” (esto es, lo dado o recibido), las Ciencias de lo Artificial se centran —según Simon— en lo que ha sido construido o fabricado (*manufactured*) por el ser humano⁹. Pueden ser objetos o “artefactos”; pero, sobre todo, versa acerca de los *diseños* que dan lugar a lo que se construye. A este respecto, es clara la distinción que establece entre los ámbitos de lo *descriptivo* y lo *prescriptivo*. Así, en las Ciencias de la Naturaleza prima básicamente el factor descriptivo; mientras que, en las Ciencias de lo Artificial, el énfasis se encuentra en el componente prescriptivo.

⁵ Cfr. SIMON, H. A., “The State of Economic Science”, p. 97.

⁶ Cfr. CASTRO, F. J., “La predicción científico-social en K. Popper y Herbert A. Simon”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 235-278.

⁷ En este sentido, véase GONZALEZ, W. J., “Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science”, en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186.

⁸ Para Simon, la “Tecnología” no es sino otra forma de conocimiento humano. Cfr. SIMON, H. A., “Technology and Environment”, *Management Science*, v. 19, n. 10, (1973), p. 1.110. Herbert Simon enfoca la “Tecnología” desde un punto de vista cognitivo. En cambio, para referirse al *proceso* tecnológico utiliza el término “Ingeniería” y cuando habla de producto o “artefacto” tecnológico se refiere al “mundo de lo artificial”. Sobre esto, cfr. GONZALEZ, W. J., “Progreso científico e innovación tecnológica: La ‘Tecnociencia’ y el problema de las relaciones entre Filosofía de la Ciencia y Filosofía de la Tecnología”, *Arbor*, v. 157, (1997), pp. 261-283.

⁹ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996, p. 4.

Dentro de las Ciencias de lo Artificial, ocupan un lugar preeminente las Ciencias de Diseño, hasta el punto de ser intercambiables en su enfoque. Para Simon, lo que se busca al diseñar objetos artificiales es resolver un problema práctico¹⁰. Para llevar a cabo este “diseño”, de modo que permita solucionar el problema planteado, se requiere tanto la predicción acerca de la viabilidad del objetivo buscado como la prescripción sobre los pasos o normas a seguir para conseguir resolverlo. Le interesan, pues, las Ciencias Aplicadas de Diseño, esto es, aquellas Ciencias surgidas a partir de la búsqueda de bases científicas —o “cientificación”, en términos de I. Niiniluoto— de una práctica profesional con el objetivo de resolver problemas prácticos concretos¹¹.

Considera que las Ciencias de Diseño surgen a mediados de los años 70 en Carnegie Mellon University (Pittsburgh), puesto que lo asocia a los planes de la Universidad para dotar de base científica a determinadas prácticas profesionales (fundamentalmente en el ámbito empresarial y de corte tecnológico). Esto ya supone unas diferencias con las Ciencias Sociales, cuya dependencia tradicional ha sido otro tipo de interacciones: las derivadas de las acciones de los agentes en medio social y enlazadas con necesidades humanas (comunicación, sociabilidad, protección, etc.).

Para Simon, los nuevos saberes reúnen una serie de rasgos epistemológicos y metodológicos que las distinguen de otros quehaceres científicos: i) las Ciencias de lo Artificial buscan innovar, en lugar de estudiar lo ya existente, tanto en el ámbito natural como en la realidad social; y ii) indagan la primacía de lo prescriptivo sobre lo descriptivo, puesto que incluyen unas metas (*goals*) y unas pautas de tipo normativo que están orientadas para llegar a esos objetivos (*aims*). Se puede decir que, mientras las Ciencias de la Naturaleza o las Ciencias Sociales *analizan* “cómo son las cosas”, lo que buscan las Ciencias de Diseño es *sintetizar* “cómo deben ser las cosas”, de modo que se orientan hacia un determinado fin¹². Esto supone que el enfoque de la predicción en las Ciencias de lo Artificial se inscribe en un terreno teleológico.

Tenemos, por tanto, que el diseño es una actividad dirigida a fines. Con el diseño científico se busca elaborar los elementos adecuados para el objetivo de resolver determinados problemas prácticos. A su vez, los métodos de diseño son limitados, puesto que sólo se busca satisfacer determinadas aspiraciones¹³. Es en la elaboración del diseño donde entra en juego la predicción junto con la prescripción. A este respecto, cabe traer a colación la crítica que Niiniluoto dirige a Simon: considera que se muestra ambiguo al no distinguir claramente entre “diseño” y “diseño científico”¹⁴. Paralelamente, tampoco distingue con claridad entre el diseño entendido como plan inicial —lo pensado— y el diseño como ejecución final (esto es, lo diseñado).

En efecto, se ha de poder predecir si es realizable un determinado diseño mediante un determinado sistema, siguiendo para ello unas determinadas reglas. Tanto la predicción como la prescripción trazan unos límites en el diseño, puesto que el elemento innovador (o nuevo resultado científico) se ha de poder adaptar a la realidad para la que ha sido creado. Vemos, pues, que en las Ciencias Aplicadas de Diseño, además de una racionalidad limitada,

¹⁰ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 4-5.

¹¹ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 8-9.

¹² Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 12.

¹³ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 12.

¹⁴ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, pp. 8-9.

encontramos una racionalidad *adaptativa*. El diseño, para Simon, está entonces directamente conectado con la prescripción y, por tanto, también lo ha de estar con la predicción¹⁵.

Esto afecta a un amplio conjunto de saberes. Porque, cuando Simon habla de “Ciencias de lo Artificial” —y, dentro de ellas de las “Ciencias de Diseño”—, se refiere a Ciencias tales como la Administración de Empresas, la Medicina e, incluso, la Biblioteconomía¹⁶. A este respecto, cabe considerar que también la Economía, en la medida en que es también una Ciencia Aplicada, puede considerarse asimismo una Ciencia de lo Artificial, además de ser una Ciencia Social.

Cuando se diseña una determinada política económica o se crea un mero elemento económico (como puede ser el euro), se hace con la finalidad de resolver un problema concreto. Cumple, por tanto, los rasgos propios de una Ciencia de lo Artificial: i) hay un objetivo que se quiere conseguir mediante el diseño de la creación de algo nuevo, un resultado innovador; ii) hay un proceso mediante el cual se pretende resolver un problema concreto; y iii) el resultado que se obtiene después de ese proceso es tangible (identificable de modo espacial y temporal).

Para Simon, las Ciencias de lo Artificial tienen una base empírica, al igual que las Ciencias Sociales o las Ciencias de la Naturaleza¹⁷. Esto supone reconocer que su método de contrastación es también empírico. Sucede, además que, desde un punto de vista metodológico, Simon está más cerca del verificacionismo que del falsacionismo. De hecho, resalta el papel de la contrastación empírica entendida como “confirmación” o, incluso, como “verificación”. Epistemológicamente, es sin duda un autor empirista, puesto que entiende que el aumento del conocimiento científico se realiza sobre una base empírica¹⁸. Esto difiere de la visión negativa de la experiencia de otros autores, como puede ser el caso de Karl Popper, para quien la experiencia es el ámbito en el que se contrastan las teorías y, en su caso, se refutan las teorías falsas¹⁹.

Simon considera que la Economía, además de ser empírica, muestra el componente más artificial de la conducta humana, tanto en los agentes económicos como las empresas o los mercados²⁰. Entiende, por tanto, la Economía como una tarea eminentemente humana, donde la conducta de los agentes influye de una manera decisiva en el propio discurrir económico. La consideración de la Economía como Ciencia de lo Artificial y, a la vez,

¹⁵ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 5.

¹⁶ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 281-282.

¹⁷ Cfr. SIMON, H. A., “The Computer as a Laboratory for Epistemology”, en BURKHOLDER, L. (ed), *Philosophy and the Computer*, Westview Press, Boulder, CO, 1992, pp. 1-23.

¹⁸ Antes de adentrarse en el campo de la Psicología Cognitiva y la Inteligencia Artificial, Simon adopta como postura filosófica el Positivismo Lógico propugnado, entre otros, por R. Carnap. Este pensador influyó de manera decisiva en su trayectoria intelectual. Más tarde, cuando Simon se fija en el estudio de las Ciencias de lo Artificial, dicha influencia se redujo notablemente. Sobre esto, cfr. GONZALEZ, W. J., “Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y economista (1916-2001)”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 7-63, en especial, pp. 11-14.

¹⁹ Cfr. POPPER, K. R., “Die erkenntnistheoretische Position der Evolutionären Erkenntnistheorie”, en RIEDL, R. y WUKETITS, F. M. (eds), *Die Evolutionäre Erkenntnistheorie*, P. Parey, Berlin/Hamburgo, 1987; compilado en POPPER, K. R., *Alles Leben ist Problemlösen*, Piper, Múnich, 1994, p. 140. Vers. ingl.: POPPER, K. R., “The Epistemological Position of Evolutionary Epistemology”, en POPPER, K. R., *All Life is Problem Solving*, Routledge, Londres, 1999, p. 53. Cfr. CASTRO, F. J., “La predicción científico-social en K. Popper y Herbert A. Simon”, p. 243.

²⁰ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 25.

Ciencia Social, tiene indudables repercusiones para la predicción científica²¹, pues lleva a plantear si las Ciencias de lo Artificial comparten con las Ciencias Humanas y Sociales el mismo grado de predecibilidad o, por el contrario, si la predicción en esas nuevas Ciencias es más compleja que la que se pueda realizar en las Ciencias Sociales.

No duda Simon sobre la posibilidad, esto es, que las Ciencias Sociales puedan proporcionar predicciones. Tomando como ejemplo a la Economía, considera que ésta puede proporcionarnos, con cierta regularidad, predicciones suficientemente fiables²². Pero entiende que las predicciones realizadas desde la corriente dominante en Economía no son válidas en su mayoría, porque su grado de fiabilidad es más bien escaso. Esto se debe a que parten de supuestos que —a su juicio— no se ajustan a la realidad: i) la aceptación de la racionalidad objetiva del agente; y ii) el supuesto según el cual el agente siempre busca maximizar la utilidad subjetiva esperada²³. Entiende que la Economía debe mirar más hacia la Psicología, para entender mejor cuál es la conducta real del agente económico y, de este modo, ayudarnos a tener predicciones económicas más fiables.

La novedad del planteamiento de Simon con respecto a la predecibilidad de las Ciencias Sociales estriba en que reclama un espacio propio para éstas y sus predicciones, que está dotada de peculiares características. No son las predicciones sociales análogas a las predicciones que puedan proporcionar las Ciencias de la Naturaleza, pues se refieren a realidades diferentes. Afirmar que las Ciencias Sociales pueden suministrar predicciones comporta admitir que, en las situaciones sociales, se da algún tipo de regularidad que puede ser descubierta y, en consecuencia, es predecible si se utilizan los métodos adecuados²⁴.

Si Simon contempla la predecibilidad de las Ciencias Sociales como plausible²⁵, cabe preguntarse, en primer lugar, si la predicción dentro de las Ciencias de lo Artificial es posible y, en segundo término, si tienen el mismo grado de fiabilidad que el existente en las Ciencias Humanas y Sociales. Hay una condicionante previa: las Ciencias de Diseño, en la medida en que son Ciencias Aplicadas, necesitan contemplar el futuro para resolver

²¹ Esta concepción de la Economía propuesta por Simon no es compartida por otros Premios Nobel en esta disciplina como pueden ser Milton Friedman, John Hicks o James Buchanan. Cfr. GONZALEZ, W. J., "Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological approach", pp. 322-329; y GONZALEZ, W. J., "Prediction as Scientific Test of Economics", pp. 86-92.

²² Cfr. SIMON, H. A., "Economics and Psychology", en KOCH, S. (ed), *Psychology: A Study of a Science*. Vol. 6, McGraw-Hill, Nueva York, 1963; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimpr.), pp. 320-321.

²³ Cfr. SIMON, H. A., "Methodological Foundations of Economics", en AUSPITZ, J. L., GASPARIK W. W., MLICKI, M. K. y SZANIAWSKI, K. (eds), *Praxiologies and the Philosophy of Economics*, Transaction Publishers, N. Brunswick, NJ, 1992; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, pp. 331-333. Véase también SIMON, H. A., "The State of Economic Science", pp. 100-101.

²⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., "On the Theoretical Basis of Prediction in Economics", *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 211-216. Para Simon, hay dos tipos de regularidad en los hechos humanos: i) una regularidad predecible (por ejemplo, la llegada de un tren); y ii) otra regularidad predecible tan solo mediante el uso de la Estadística (por ejemplo, el número de fallecidos en accidentes de tráfico en un periodo determinado). Cfr. SIMON, H. A., "The Role of Expectations in an Adaptive or Behavioristic Model", en BOWMAN, M. J. (ed), *Expectations, Uncertainty, and Business Behavior*, Social Science Research Council, N. York, 1958; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, p. 390, nota.

²⁵ Véase SIMON, H. A., "Prediction and Prescription is Systems Modeling", pp. 115-128; y SIMON, H. A., "On the Possibility of Accurate Prediction", *Journal of Socio-Economics*, v. 26, n. 2, (1997), pp. 127-132.

problemas concretos²⁶. La solución de problemas existentes mediante el diseño requiere efectuar proyecciones sobre el futuro, de modo que se prediga la viabilidad del proyecto.

Dentro de las Ciencias Aplicadas, Simon admite que se puede usar la predicción para inventar y diseñar (dar lugar a algo nuevo) bien sea con el fin de lograr los objetivos deseados o bien para tratar de anticiparnos a ese futuro e intentar adaptarnos a él²⁷. Es clara, pues, la articulación de la predicción y la prescripción en las Ciencias de lo Artificial, en general, y en las Ciencias de Diseño, en particular, en cuanto que son Ciencias Aplicadas.

Paralelamente, Simon cuestiona el argumento esgrimido en ocasiones en contra de la predicción social, según el cual una predicción social hecha pública puede alterar de tal modo la situación que se quiere predecir que es capaz incluso de falsar dicha predicción²⁸ (lo que K. Popper llama el “efecto Edipo”)²⁹. Simon reclama para las predicciones dentro del mundo de “lo artificial” el mismo grado de fiabilidad que para las Ciencias Sociales. Así, sostiene que es posible realizar predicciones lo suficientemente fiables en el ámbito de las Ciencias de lo Artificial, aun a pesar de que puedan influir en ellas factores sociales o valores externos³⁰. La complejidad de las mismas, al igual que en el ámbito social, no las hace imposibles.

El papel que, en las Ciencias de lo Artificial, desempeña la predicción es análogo al que juega en el ámbito social. Al igual que en el terreno social, la predicción no es un fin, sino un medio de diseñar o prescribir determinadas políticas, para evitar consecuencias no deseadas del futuro y tratar de adaptarse a las circunstancias que están por venir³¹. En este sentido, considera el aspecto predictivo como esencial (*essential*) para llevar a cabo una elección racional (*rational choice*)³². Simon utiliza una técnica de retroalimentación (*feedback*) para tratar de corregir las consecuencias de eventos no esperados o incorrectamente predichos³³.

3. DE LA FIABILIDAD A LA COMPLEJIDAD DE LA PREDICCIÓN CIENTÍFICA

En lo que se refiere a la predicción científica, Simon pone el acento en la *fiabilidad* que ha de tener como criterio de validez. No basta con que una teoría pueda suministrar numerosas predicciones, pues éstas han de estar apoyadas en una fuerte base empírica. En el caso de las predicciones en Ciencias Sociales, en general, y en la Economía, en particular, busca entonces que las predicciones acerca de la conducta humana sean lo más fiables posible,

²⁶ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 12.

²⁷ Cfr. SIMON, H. A., “Science seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena”, en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticately Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, p. 32.

²⁸ Cfr. SIMON, H. A., “Bandwagon and Underdog Effects and the Possibility of Election Predictions”, *Public Opinion Quarterly*, v. 18, (1954); compilado en Simon, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 1: Economic Analysis and Public Policy*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimp.), pp. 467-468.

²⁹ Cfr. POPPER, K. R., *The Poverty of Historicism*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1957; 3ª ed., 1961 (Routledge, Londres, reimpresión de 1999), p. 13.

³⁰ Cfr. SIMON, H. A., “On the Possibility of Accurate Prediction”, p. 131.

³¹ Cfr. SIMON, H. A., “The Advance of Information Technology”, en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 3: Empirically Grounded Economic Reason*, p. 134.

³² Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 35.

³³ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 35.

desechando aquellos planteamientos que —a su juicio— proponen predicciones de escaso interés científico, debido a su poca fiabilidad³⁴.

Mantiene claramente que se puede conseguir una mayor fiabilidad de la predicción en Economía si comprendemos (*understand*) mejor la conducta humana real, sobre todo en situaciones de elección complejas³⁵. A este respecto, la Psicología puede ayudarnos a comprender cuáles son los motivos y las razones que entran en juego para que el agente económico tome una u otra decisión. Es claro que, para Simon, partir de supuestos realistas otorga una mayor fiabilidad a las predicciones económicas.

Por consiguiente, Simon propone rechazar el supuesto habitual de la maximización, pues piensa que convierte la conducta humana en algo tan simple que las predicciones realizadas que toman como base ese supuesto no son fiables, puesto que no refleja la conducta real del agente económico, sobre todo en situaciones complejas como es la realidad social³⁶. Para él, la Psicología ha mostrado que el ser humano no actúa de manera tan simplista como propone el supuesto de la maximización de las expectativas subjetivas esperadas³⁷.

Epistemológicamente, el modelo basado en la maximización debe ser sustituido por el modelo de la “satisfacción”, como base para efectuar predicciones económicas³⁸. Esto lo plantea Simon para la propia Economía en cuanto Ciencia y para la predicción de la conducta de los agentes económicos³⁹. Este modelo que propone busca tomar en consideración las limitaciones cognoscitivas del agente económico y, por tanto, las predicciones que puedan proporcionar son —desde su punto de vista— más fiables, puesto que reflejan la conducta real del ser humano⁴⁰. Así, considera que las Ciencias Sociales pueden ofrecer predicciones lo suficientemente fiables y detalladas, siempre que se parta de supuestos realistas y apoyadas en una fuerte base empírica⁴¹.

Entre las dificultades está que el ámbito en el que se tienen que realizar las predicciones científico-sociales es la sociedad humana. Esto convierte a la predicción en algo sumamente complejo y de gran dificultad. Sin embargo, pueden ser de gran fiabilidad e interés científico, si están basadas en supuestos realistas. Esto las diferencia de las predicciones económicas apoyadas en la teoría dominante —la neoclásica—, que simplifica en exceso los elementos relevantes⁴².

³⁴ Cfr. “The State of Economic Science”, pp. 97-100; y cfr. SIMON, H. A., “Rationality in Psychology and Economics”, *Journal of Business*, v. 59, (1986); compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, pp. 374-375 y pp. 377-382.

³⁵ Cfr. SIMON, H. A., “Economics and Psychology”, p. 330.

³⁶ Cfr. SIMON, H. A., “Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science”, *American Economic Review*, v. 49, n. 1, (1959); compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, pp. 294-295.

³⁷ Cfr. SIMON, H. A., “Economics and Psychology”, pp. 325-326 y pp. 339-341.

³⁸ Cfr. “Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science”, pp. 296-298;

³⁹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 65-96.

⁴⁰ Cfr. “Economics and Psychology”, pp. 330-337.

⁴¹ Cfr. SIMON, H. A., “Rationality in Psychology and Economics”, pp. 368-370.

⁴² Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and Its Role in Economic Predictions”, p. 215. Cfr. también SIMON, H. A., “Economics and Psychology”, pp. 341-350.

Metodológicamente, Simon contempla el proceso de elaboración de predicciones como algo tan complejo que no puede ser el objetivo prioritario de ninguna Ciencia, en general, y, en consecuencia, tampoco de las Ciencias Sociales o de las Ciencias de lo Artificial. Además, le interesa más el aspecto prescriptivo que el predictivo. Al mismo tiempo, considera que la predicción no es condición necesaria para que haya “Ciencia” —no es el *test* clave—, aunque sí la acepta como condición suficiente⁴³.

Así pues, la Economía se ha de enfrentar a las predicciones dentro de un entorno de complejidad. Por un lado, es Ciencia Social y Ciencia de lo Artificial; y, por otro lado, es Ciencia Básica y Ciencia Aplicada. Como Ciencia Social ha de predecir el ámbito de las necesidades humanas y, como Ciencia de lo Artificial, ha de predecir aquello que es fruto de la construcción humana y su iniciativa innovadora. En cuanto Ciencia Básica, hace predicciones que pueden ser utilizadas como *test* científico de teorías; y como Ciencia Aplicada, realiza predicciones pensando en que requerirá prescripciones para resolver los problemas concretos planteados.

Para Simon, el uso de modelos en Ciencias Sociales es un medio adecuado para que éstas nos puedan suministrar predicciones con un grado de fiabilidad suficiente para ser utilizadas en determinadas políticas sociales⁴⁴. Esta vertiente aplicada muestra el aspecto normativo —la prescripción—, que complementa el descriptivo (la predicción) y tiene más peso en su enfoque⁴⁵. Para que los modelos utilizados en Ciencias Sociales sean fiables, propone traducir al lenguaje matemático los conceptos utilizados en teorías acerca de la conducta social⁴⁶. Esto hace que dichos modelos sean aproximaciones ideales a la realidad que captan los aspectos más relevantes de la situación a predecir⁴⁷.

Al mismo tiempo, cuando la noción de “modelo” se entiende como una representación aproximada de la realidad —la acepción “descriptiva”—, parece que las Ciencias de lo Artificial podrían, al igual que las Ciencias Sociales, suministrar predicciones por medio de la utilización de modelos que reproducen a escala una fracción de la realidad. Simon contempla a ambos grupos de Ciencias como disciplinas empíricas, aunque con objetivos y resultados diferentes.

En el ámbito del mundo de lo artificial, Simon propone utilizar la simulación informática, de modo que permita comprender y predecir la conducta de sistemas complejos⁴⁸. Estas simulaciones en el terreno de las Ciencias de lo Artificial, como los modelos utilizados en Ciencias Sociales, intentan imitar lo más fielmente posible la realidad a pequeña escala. Buscan tener en cuenta todas las variables que entran en juego, así como toda la base teórica correspondiente a la situación.

⁴³ Cfr. SIMON, H. A., “The State of Economic Science”, pp. 99-100.

⁴⁴ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, pp. 115-117.

⁴⁵ “We do not want to know when disaster is going to strike but how to avoid it”, SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 147-148.

⁴⁶ Cfr. SIMON, H. A., “Some Strategic Considerations in the Construction of Social Science Models”, en LAZARSFELD, P. (ed), *Mathematical Thinking in the Social Sciences*, The Free Press, Glencoe, IL, 1954. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, pp. 211-213.

⁴⁷ Cfr. “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 115 y cfr. SIMON, H. A., “Some Strategic Considerations in the Construction of Social Science Models”, pp. 234-236.

⁴⁸ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 13.

Simon señala que, a menudo, los problemas de diseño estriban en predecir cómo se comportarán todas las variables utilizadas en la simulación⁴⁹. A su juicio, estas simulaciones —hechas habitualmente mediante ordenador— pueden mostrar cosas que no se sabían de antemano⁵⁰. Hay aquí un problema de complejidad en el ámbito de las Ciencias de lo Artificial. Esto se debe a la capacidad de creatividad humana.

También el proceso de la elaboración de predicciones en este contexto es asimismo complejo. Considera Simon que las buenas predicciones —las predicciones que son fiables— deben reunir dos requisitos: i) requieren una comprensión teórica de los fenómenos que se quieren predecir, esto es, han de ser fenómenos que han de sucederse según una cierta regularidad que permita su extrapolación; y ii) hace falta datos fiables sobre las condiciones iniciales de la situación que se quiere predecir, para que sea viable el elaborar las predicciones buscadas⁵¹. Piensa que estos requisitos son, a menudo, difíciles de conseguir.

Si bien el diseño es una actividad conectada al futuro, curiosamente Simon parece contemplar también la posibilidad de realizar diseños sin esa proyección en el futuro e, incluso, sin la necesidad en ocasiones de efectuar predicciones que nos ayuden a mejorar el diseño del “artefacto” —en sentido amplio— que se quiere construir para resolver un problema concreto⁵². Esto supone, *de facto*, volver al punto de partida: la existencia de prácticas para resolver problemas; pero el hecho de aceptar que se puedan hacer diseños sin base de predicción es cuestionable: pone en serio riesgo su carácter científico.

4. RACIONALIDAD LIMITADA Y RACIONALIDAD ADAPTATIVA EN LAS TAREAS DE PREDICCIÓN

El proceso de elaboración de predicciones no es ilimitado. Toda tarea predictiva tiene unos límites, tanto en las Ciencias Sociales como en las Ciencias de lo Artificial. En el planteamiento de Simon, los límites están, en gran medida, en el propio sujeto que quiere efectuar la predicción. A su juicio, hay que asumir que, para realizar predicciones sociales o predicciones en el ámbito del mundo de lo artificial, los límites computacionales y de cálculo que posee el ser humano imponen límites a la tarea predictiva: por un lado, en el aspecto metodológico —su elaboración— y, por otro lado, en el aspecto axiológico —la evaluación del valor de las predicciones realizadas—. Esto es, el ser humano cuando predice lo hace desde una “racionalidad limitada” (*bounded rationality*).

Su concepción epistemológica de la racionalidad limitada se aprecia de manera muy clara en las Ciencias Sociales, cuando argumenta que no es posible la predicción con total exactitud de una determinada situación social. Considera que la capacidad racional limitada del ser humano le impide realizar todos los cálculos que serían necesarios para

⁴⁹ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 15.

⁵⁰ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 14. Simon entiende que la utilización de ordenadores cada vez más potentes para efectuar simulaciones permiten descubrir que sistemas aparentemente caóticos contienen regularidades predecibles. Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 177.

⁵¹ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 147.

⁵² “If there is any way to design without forecasts, we should seize on it”, SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 147.

predecir con total precisión esa situación social⁵³. El agente, al realizar una predicción (por ejemplo, una predicción económica), sólo tiene en cuenta un número limitado de variables, pero no todas las variables que entran en juego. Luego, es clara la presencia de la racionalidad limitada en las tareas de predicción científica⁵⁴.

Dentro de las Ciencias de lo Artificial, para llevar a cabo un diseño, hace falta la predicción: se ha de poder predecir si el objetivo buscado es alcanzable y hay que pensar unas determinadas pautas para hacerlo posible. Ese diseño ha de ser capaz de adaptarse a la realidad para la que ha sido creado. Por tanto, en las llamadas “Ciencias de Diseño” se da tanto una racionalidad limitada como una racionalidad adaptativa.

En las Ciencias de lo Artificial, Simon resalta el modelo de racionalidad evolutiva o adaptativa. Sin embargo, no incluye a la racionalidad evaluativa, al sostener que los objetivos ya vienen dados por el propio ambiente en el que se ha de crear el elemento innovador, al tiempo que éste debe adaptarse al ambiente para el que se crea⁵⁵. Simon aplica al mundo artificial una racionalidad evolutiva y, en consecuencia, las predicciones realizadas desde dicho ámbito estarán también moduladas por una racionalidad evolutiva o adaptativa.

5. EL USO DE LA PREDICCIÓN CIENTÍFICA PARA LA PRESCRIPCIÓN Y LA PLANIFICACIÓN SOCIAL

Admite Simon dos usos de la predicción científica: i) como *test* o prueba del carácter científico de una teoría, lo que la sitúa en el campo de la Ciencia Básica; y ii) como elemento del proceso de dar pautas de actuación para el futuro (*policy*), lo que ubica a la predicción en el caso de las Ciencias Aplicadas. Tanto las Ciencias Sociales como las Ciencias de lo Artificial pueden ser Ciencias Aplicadas.

Aunque Simon contempla la predicción científica como un paso previo y necesario para efectuar prescripciones adecuadas, la prescripción es —en su enfoque— la tarea principal de toda Ciencia Aplicada. Este uso de la predicción como paso previo para poder obtener prescripciones se aprecia de manera clara en las Ciencias Humanas y Sociales, en casos como la Economía (en especial, en la rama conocida como “Normativa”).

Según Simon, el tipo de predicción científica más común es la predicción de situaciones en las que el ser humano no tiene control sobre ellas (por ejemplo, la predicción del tiempo meteorológico). También aquí cabe que entre en juego la prescripción, pues la predicción de eventos que no se pueden controlar permite, al menos, adoptar medidas prescriptivas y así adaptarse a las situaciones futuras que están por venir⁵⁶.

Un ejemplo paradigmático de este uso de la predicción con fines prescriptivos se da en la Economía⁵⁷. Su enfoque pone el énfasis en la comprensión de los *procesos* que tienen lugar

⁵³ Cfr. SIMON, H. A., “Rationality”, en GOULD, J. y KOLB, W. L., (eds), *A Dictionary of the Social Sciences*, The Free Press, Glencoe (Ill.), 1964; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, pp. 405-407.

⁵⁴ Cfr. SIMON, H. A., “Bounded Rationality”, en EATWELL, J., MILGATE, M. y NEWMAN, P. (eds), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*. Vol. 1, Macmillan, Londres, 1987; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, p. 291-292.

⁵⁵ Cfr. SIMON, H. A., *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, CA, 1983, p. 72.

⁵⁶ Cfr. “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 122.

⁵⁷ Difiere Simon de otros planteamientos en Economía como es el caso de Milton Friedman. Cfr. FRIEDMAN, M., “The Methodology of Positive Economics”, p. 7.

en los hechos económicos y no en su predicción. De este modo, el interés de las predicciones económicas estriba en su papel para diseñar actuaciones públicas futuras⁵⁸. Para Simon, hay una articulación entre la predicción y la prescripción, de manera que la predicción de eventos futuros —sean controlables o no— permita tomar medidas cuando se cumpla la situación predicha, con el fin de adaptarse o de moderar los efectos de lo predicho⁵⁹.

En las Ciencias de lo Artificial el componente prescriptivo, que puede llevar a la planificación social (*social planning*), es decisivo. Hace falta la contribución de la predicción de situaciones futuras como paso previo a prescribir, por lo que también es importante en este ámbito creativo⁶⁰. Lo prioritario en las Ciencias de lo Artificial y, dentro de éstas, en las Ciencias de Diseño, no es la predicción sino la construcción de escenarios o políticas futuras alternativas. Se busca poder resolver problemas concretos, si efectivamente se cumple la situación predicha.

Simon propone como ejemplo la predicción del curso exacto del calentamiento global del planeta —a corto, medio o largo plazo— como una manera de introducir políticas que hagan más lento ese proceso así como moderar sus efectos más desfavorables⁶¹. Considera que estas predicciones no han de ser exactas, pues únicamente han de servir para diseñar alternativas posibles de futuro⁶². A este respecto, sostiene que la principal tarea del ser humano no es la predicción del curso futuro de los acontecimientos, sino *diseñar* un futuro sostenible (*sustainable*) y aceptable. Se trata de dedicar los esfuerzos a que ese futuro llegue. El ser humano no es un mero observador, sino que sus acciones son determinantes para la configuración del futuro⁶³.

En *The Sciences of the Artificial*, Simon dedica todo un capítulo a la “planificación social”⁶⁴. Entiende que la Ciencia Aplicada de Diseño ha de construir nuevos escenarios para la vida social, de manera que se alcancen nuevos objetivos. Esto supone predecir un futuro posible, para luego planificar. Es una visión distinta del mero conocimiento social, puesto que “planificar” supone dirección de la acción social, lo que comporta cálculo y distribución de los medios disponibles para lograr las metas buscadas. Es una tarea con pautas temporales: a corto, medio o largo plazo.

Así pues, en Simon las Ciencias Sociales y las Ciencias de lo Artificial convergen en que la predicción no es el objetivo prioritario en ellas desde un punto de vista metodológico. Su

⁵⁸ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 122.

⁵⁹ Cfr. “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 122. “Because the consequences of many actions extend well into the future, correct prediction is essential for objectively rational choice. . . We need to know about the future behaviors of other economic actors —customers, competitors, suppliers- which may be influenced in turn by our own behaviors”, SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 35.

⁶⁰ En este sentido, se ha señalado que la convergencia entre Economía y Tecnología se da a través de la noción de “planeamiento”, cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Ágora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 105-107.

⁶¹ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 148.

⁶² Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 148.

⁶³ Cfr. SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 601-602. “Our task is not to predict the future; our task is to design a future for a sustainable and acceptable world, and then to devote our efforts to bringing that future about”. SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, p. 601.

⁶⁴ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., cap. 6, pp. 139-167.

enfoque comporta la preferencia por la práctica —la búsqueda de soluciones operativas—, de modo que contempla a la predicción como un conocimiento al servicio de una prescripción: cómo evitar situaciones futuras no deseadas o bien el crear políticas (en el sentido de *policy*) que nos permita adaptar nuestro comportamiento a ellas. La postura de Simon contrasta con otras posiciones, como puede ser la postura de Karl Popper, para quien la predicción no sólo debe ser usada como *test* científico, sino que el aspecto predictivo es visto como un factor vital de progreso científico, que hace que aquellas teorías científicas que proporcionen predicciones que se cumplan sean teorías más cercanas a la verdad⁶⁵.

BIBLIOGRAFÍA

CASTRO, F. J., “La predicción científico-social en K. Popper y Herbert A. Simon”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 235-278.

FRIEDMAN, M., “The Methodology of Positive Economics”, en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953, pp. 3-43.

GONZALEZ, W. J., “On the Theoretical Basis of Prediction in Economics”, *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228.

GONZALEZ, W. J., “Progreso científico e innovación tecnológica: La ‘Tecnociencia’ y el problema de las relaciones entre Filosofía de la Ciencia y Filosofía de la Tecnología”, *Arbor*, v. 157, (1997), pp. 261-283.

GONZALEZ, W. J., “Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and Its Role in Economic Predictions”, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 205-232.

GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological approach”, *Theoria*, v. 13, n. 32, (1998), pp. 321-345.

GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Ágora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003.

GONZALEZ, W. J., “Herbert A. Simon: Filósofo de la Ciencia y Economista (1916-2001)”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 7-63.

GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96.

GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

⁶⁵ Cfr. POPPER, K. R., “Truth, Rationality, and the Growth of Scientific Knowledge”. Compilado en POPPER, K. R., *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1963; 5ª ed. revisada, 1989 (Routledge, Londres, reimpresión de 2000), p. 217.

GONZALEZ, W. J., "Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science", en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186.

NIINILUOTO, I., "The Aim and Structure of Applied Research", *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

POPPER, K. R., *The Poverty of Historicism*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1957; 3ª ed., 1961 (Routledge, Londres, reimpresión de 1999).

POPPER, K. R., "Truth, Rationality, and the Growth of Scientific Knowledge" (versión corregida y aumentada de una conferencia pronunciada en el Congreso Internacional de la Filosofía de la Ciencia, en Stanford, agosto de 1960); compilado en POPPER, K. R., *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1963; 5ª ed. revisada, 1989 (Routledge, Londres, reimpresión de 2000), pp. 215-250.

POPPER, K. R., "Die erkenntnistheoretische Position der Evolutionären Erkenntnistheorie", en RIEDL, R. y WUKETTS, F. M. (eds), *Die Evolutionäre Erkenntnistheorie*, P. Parey, Berlín/Hamburgo, 1987; compilado en POPPER, K. R., *Alles Leben ist Problemlösen*, Piper, Munich, 1994, pp. 126-144. Vers. ingl.: POPPER, K. R., "The Epistemological Position of Evolutionary Epistemology", en POPPER, K. R., *All Life is Problem Solving*, Routledge, Londres, 1999, pp. 45-56.

SIMON, H. A., "Bandwagon and Underdog Effects and the possibility of election predictions", *Public Opinion Quarterly*, v. 18, (1954), pp. 245-253; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 1: *Economic Analysis and Public Policy*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimp.), pp. 460-468.

SIMON, H. A., "Some Strategic Considerations in the Construction of Social Science Models", en LAZARSFELD, P. (ed), *Mathematical Thinking in the Social Sciences*, The Free Press, Glencoe, IL, 1954, pp. 388-416; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimp.), pp. 209-238.

SIMON, H. A., "The Role of Expectations in an Adaptive or Behavioristic Model", en BOWMAN, M. J. (ed), *Expectations, Uncertainty, and Business Behavior*, Social Science Research Council, N. York, 1958, pp. 49-58; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimp.), pp. 380-399.

SIMON, H. A., "Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science", *American Economic Review*, v. 49, n. 1, (1959), pp. 253-283; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimp.), pp. 287-317.

SIMON, H. A., "Economics and Psychology", en KOCH, S. (ed), *Psychology: A Study of a Science*, vol. 6, McGraw-Hill, N. York, 1963, pp. 715-752; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimp.), pp. 318-355.

SIMON, H. A., "Rationality", en GOULD, J. y KOLB, W. L. (eds), *A Dictionary of the Social Sciences*, The Free Press, Glencoe (Ill.), 1964, pp. 573-574; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimp.), pp. 405-407.

SIMON, H. A., "Technology and Environment", *Management Science*, v. 19, n. 10, (1973), pp. 1.110-1.121.

SIMON, H. A., *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, CA, 1983.

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 1: *Economic Analysis and Public Policy*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimp.).

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 2: *Behavioral Economics and Business Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1983 (2ª reimp.).

SIMON, H. A., "Rationality in Psychology and Economics", *Journal of Business*, v. 59, (1986), pp. 209-224; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 367-385.

SIMON, H. A., "Bounded Rationality", en EATWELL, J., MILGATE, M. y NEWMAN, P. (eds), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics, vol.1*, Macmillan, Londres, 1987, pp. 266-268; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 291-294.

SIMON, H. A., "The State of Economic Science", en SICHEL, W. (ed), *The State of Economic Science. Views of Six Nobel Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, MI, 1989, pp. 97-110.

SIMON, H. A., "Prediction and Prescription in Systems Modeling", *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 115-128.

SIMON, H. A., "Methodological Foundations of Economics", en AUSPITZ, J. L., GASPARIKI W. W., MLICKI, M. K. y SZANIAWSKI, K. (eds), *Praxiologies and the Philosophy of Economics*, Transaction Publishers, New Brunswick (NJ), 1992; compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 319-335.

SIMON, H. A., "The Computer as a Laboratory for Epistemology", en BURKHOLDER, L. (ed), *Philosophy and the Computer*, Westview Press, Boulder, CO, 1992, pp. 1-23.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

SIMON, H. A., "On the Possibility of Accurate Prediction", *Journal of Socio-Economics*, v. 26, n. 2, (1997), pp. 127-132.

SIMON, H. A., "The Advance of Information Technology", presentación de la parte II de SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 131-136.

SIMON, H. A., "Science seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticately Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 32-72.

SIMON, H. A., "Forecasting the Future or Shaping it?", *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 601-605.

**CARACTERES DE LA PREDICCIÓN
EN LAS CIENCIAS DE LA DOCUMENTACIÓN:
DE LA *INFORMATION SCIENCE* AL ANÁLISIS DOCUMENTAL**

Antonio Bereijo

“Unlike his colleagues in other fields of social activity, the librarian is strangely uninterested in the theoretical aspects of his profession ... The librarian apparently stands alone in the simplicity of his pragmatism; a rationalization of each immediate process by itself seems to satisfy his intellectual interest. Indeed, any endeavor to generalize these rationalizations into a professional philosophy appears to him not merely futile but positively dangerous”¹.

Para abordar los caracteres de la predicción en las Ciencias de la Documentación se siguen aquí varios pasos. El primero consiste en abordar la naturaleza científica de la *Information Science* (“Ciencia de la Información”), que es la denominación que engloba el campo cubierto por las Ciencias de la Documentación. El segundo paso lleva a plantear cuál es la contribución de la predicción al carácter científico de la *Information Science*. A tal efecto, se contemplan los rasgos propios de la “Ciencia” y se señalan diferencias entre Ciencia Básica y Ciencia Aplicada, pues esto afecta a cómo entender el papel de la predicción, que varía de uno a otro caso. El énfasis se pone en las Ciencias de lo Artificial como “Ciencias de Diseño”, pues sirve de marco para perfilar a la *Information Science* como una Ciencia Aplicada de Diseño. Y el tercer paso está en considerar la incidencia de la predicción para el ámbito del Análisis Documental, que requiere atender a los rasgos predictivos en esta Ciencia de Diseño y a la relación entre predicción científica y el modelado de sistemas.

Que se resalte a la *Information Science* tiene su justificación, pues esa denominación abarca el territorio estudiado por las “Ciencias de la Documentación”. Por un lado, la *Information Science* puede entenderse en un sentido amplio —que es el usado aquí—, de modo que cubre el espacio del conjunto de disciplinas que trabajan con archivos, bibliotecas y Centros de Documentación²; y, por otro lado, hay una acepción restringida de la *Information Science*, que se ocupa específicamente de los procesos informativos (creación, adquisición, organización, evaluación, almacenamiento, transmisión, recuperación y difusión de la información)³. En ella prevalece el servicio a los usuarios. Aquí interesa más la primera vertiente —amplia— que la segunda —restringida—, pues conecta más claramente con el ámbito metodológico general de la Ciencia.

¹ BUTLER, P. *An Introduction to Library Science*, The University of Chicago Press, Chicago, 1961, p. xi. Cfr. GORMAN, M., *Our Enduring Values: Librarianship in the 21st Century*, American Library Association, Chicago, 2000, p. 16.

² Sobre *Information Science* en sentido amplio, cfr. BEREIJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 279-309; en especial, pp. 289-291.

³ Cfr. INSTITUTE OF INFORMATION SCIENTISTS, *Criteria for Courses in Information Science and for Corporate Membership of the Institute of Information Scientists*, disponible en <<http://cardu.imi.gla.ac.uk/membership/Criteria.html>>, (acceso, mayo de 2003).

Es necesario averiguar el papel que desempeña la predicción en las Ciencias de la Documentación entendidas como Ciencias de Diseño. A este respecto, es relevante que Pertti Vakkari acepte la caracterización de la *Information Science* —en sentido amplio— como una “Ciencia de Diseño”. Observa que hay una estrecha relación entre la investigación y la práctica profesional en el campo de *Information Science*, que refleja una concepción de la disciplina de índole aplicada. Así, entendida “como Ciencia Aplicada, los estudios de la información (*information studies*) podrían ser considerados de manera válida (*validly*) como una Ciencia de Diseño ... [que] contribuye a crear un mundo artificial”⁴. Advierte que, como Ciencia de Diseño, “su misión es proporcionar, con la ayuda de la investigación, las pautas (*guidelines*) que permitan incrementar (*enhance*) el acceso a la información. Esto incluye tanto un componente descriptivo como uno que dé facilidades (*facilitating*)”⁵.

Esta caracterización como “Ciencia de Diseño” aparece en otros autores, bien sea de forma implícita o, incluso, de manera explícita. En efecto, William Paisley la propone a través de la idea de una “estructura de actuación pública” (*policy frame*), que utiliza para caracterizar el alcance de la *Information Science*. Así, este campo de conocimiento aplicado lo apoya en la institucionalización social de la profesión⁶. También Francis Miksa acepta la idea de la *Information Science* como Ciencia de Diseño⁷. Pero falta en todos ellos un desarrollo pormenorizado de esta caracterización y, en especial, no ofrecen la necesaria fundamentación filosófico-metodológica. De ahí la conveniencia de abordar en el presente trabajo estas cuestiones, que aquí se miran desde el ángulo de la predicción.

1. LA ÍNDOLE CIENTÍFICA DE LA *INFORMATION SCIENCE*

Una exploración en la índole de la *Information Science* muestra un conjunto de características que la identifican como Ciencia⁸. Estos rasgos propios de “Ciencia” son los siguientes: a) *Information Science* presenta un lenguaje específico, que es distinto del utilizado en otras disciplinas; b) aparece articulada en teorías, cuya estructura se dirige a la solución de problemas concretos; c) aplica un tipo de conocimiento específico, que difiere de otras disciplinas y, además, hace posible la articulación de contenidos de otros saberes; y d) dispone de un método característico, orientado a la resolución de problemas prácticos. Así, se muestra como una realidad dinámica, en la medida en que plasma el avance del saber y, por tanto, le afecta la historicidad en el sentido de estar sujeta a revisión.

Junto con esos rasgos centrales, *Information Science* presenta otros también relevantes: e) se configura entitativamente como una acción social, que articula un conjunto de actividades que están reguladas para la obtención de objetivos (recuperación de la información, gestión del conocimiento, etc.); f) está asociada a un conjunto de valores, tanto internos

⁴ VAKKARI, P., “Library and Information Science: Its Content and Scope”, *Advances in Librarianship*, v. 18, (1994), p. 27.

⁵ VAKKARI, P., “Library and Information Science: Its Content and Scope”, p. 48.

⁶ Cfr. PAISLEY, W., “Information Science as a Multidiscipline”, en PEMBERTON, M. y PRENTICE, A. (eds), *Information Science: The Interdisciplinary Context*, Neal-Schuman, Nueva York, 1990, pp. 3-24.

⁷ Cfr. MIKSA, F., “Library and Information Science: Two Paradigms”, en VAKKARI, P. y CRONIN, B., (eds) *Conception of Library and Information Science*, Graham Taylor, Londres, 1992, pp. 229-252.

⁸ Los caracteres generales de la “Ciencia” se encuentran en GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 10-11.

(exhaustividad, precisión, coherencia, simplicidad, manejabilidad, versatilidad) como externos (servicio público, vehículo cultural, etc.); y g) es susceptible de evaluación ética, tanto desde un plano interno (fiabilidad, honradez, etc.) como externo (evitar perjuicios al usuario, etc.).

Se puede afirmar que, a tenor de esos rasgos, la *Information Science* es realmente Ciencia en cuanto que posee los caracteres propios de la actividad científica (el lenguaje, la estructura, el conocimiento, el método, ...). Destaca que es un conocimiento que no depende directamente de otros, aunque esté vinculado a cualquier otro saber científico, y realice tareas —clasificar, catalogar, etc.— sobre componentes de otros ámbitos disciplinares. Es una Ciencia Aplicada, puesto que nace orientada a la solución de problemas prácticos concretos y tiene como una de sus notas características la manejabilidad. Se trata, además, de una Ciencia de lo Artificial, ya que versa sobre un ámbito humano construido y utiliza las estrategias racionales características de este campo de diseño⁹.

1.1. *Information Science* como Ciencia Aplicada

Information Science, entendida tanto en sentido amplio como en la acepción restringida, se orienta hacia la resolución de problemas concretos. De este modo, opera habitualmente de modo distinto a la Ciencia Básica, pues en la Ciencia Básica prevalece el marco teórico como ámbito desde el que buscar la ampliación del conocimiento; mientras que la Ciencia Aplicada se elabora a partir de problemas concretos que requieren solución, lo que reclama articular la dimensión teórica que dé respuesta a la cuestión suscitada¹⁰.

La estructura teórica que sirve de soporte a la *Information Science* procede de un amplio y diverso conjunto de disciplinas, entre las que podemos incluir la Filosofía, la Psicología Cognitiva, la Informática, la Lingüística ... Todas ellas convergen dentro de las Ciencias Cognitivas, y pueden servir de base para una futura Ciencia Básica de la Información, pensada como fundamentación última del saber sobre el ámbito informativo.

Paralelamente, la *Information Science* puede ser caracterizada como una *Ciencia de Ciencia*, pues es un saber genuinamente científico que se ocupa de otros saberes que son también científicos. Se asemeja a los casos de la Psicología de la Ciencia, la Sociología de la Ciencia o la Historia de la Ciencia. Se trata, además, de una Ciencia estrechamente vinculada a la Tecnología de la Información. Tiene así, de hecho, una naturaleza marcadamente interdisciplinar.

Destaca que la *Information Science* posee una índole instrumental, en cuanto que se basa en un cometido pragmático que establece objetivos operativos. Estos objetivos surgen originalmente de la necesidad de resolver problemas de origen social o intelectual. Habitualmente, su interdisciplinariedad está asociada a la necesidad de resolver problemas prácticos. Más aún, son los problemas prácticos el origen mismo de esta disciplina: constituyen aquello que justifica su existencia y la confirman como Ciencia Aplicada.

⁹ Cfr. BEREJO, A., "La racionalidad en las Ciencias de lo Artificial: El enfoque de la racionalidad limitada", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 131-146.

¹⁰ La diferencia en el modo de proceder de la Ciencia Básica y la Ciencia Aplicada se expone en NIINILUOTO, I., "Approximation in Applied Science", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.

No se trata en efecto de una Ciencia Básica, pues el objetivo de la *Information Science* no es directamente epistémico, esto es, el conseguir un contenido verdadero o, al menos, altamente verosímil. Así, no se dirige expresamente a conocer la realidad en cuanto tal, ni tampoco busca explicarla o comprenderla de un modo sistemático. Además no se encamina directamente hacia una aproximación a la verdad mediante una Metodología específica (si por “verdad” se entiende una correspondencia con la realidad). Para que la *Information Science* (o la *Library Science*) fuese una Ciencia Básica, sería necesario el previo desarrollo de una Ciencia que proporcionase fundamento a las aplicaciones que lleva a cabo.

Planteado así, el plano básico sería entonces la aclaración del fenómeno informativo en sí mismo considerado: su cognoscibilidad y su posible verdad. Después vendría la solución de problemas informativos concretos, que es lo que hace de hecho esta disciplina. Porque esta disciplina es un conocimiento práctico, que actúa normalmente sobre un material que ella misma no ofrece, en principio, de primera mano. Trabaja habitualmente sobre lo conseguido mediante otras disciplinas, sean de carácter científico, en el sentido usual del término (esto es Ciencias Formales o Ciencias Empíricas), o bien de materias pertenecientes a las Humanidades (Filosofía, Arte, Historia, etc.). También pueden ser disciplinas englobadas dentro de los saberes tecnológicos (Ingeniería Industrial, de Telecomunicaciones, Naval, Aeronáutica, etc.).

Así pues, a la *Information Science* le atañe todo el espectro del saber (humanístico, científico y tecnológico). En este sentido, es una disciplina científica de carácter aplicado que se ocupa de otras disciplinas y es enmarcable dentro de la rúbrica de “Ciencia de Ciencia”. Esto ha conducido a algunos autores, como A. Debons y K. Otten, a presentarla como “Metaciencia”¹¹. Pero es necesario señalar que esta denominación no es correcta, pues en rigor “Metaciencia” es la reflexión *sobre* la propia Ciencia (acerca de sus presupuestos, contenidos y límites), que es una tarea característica de la Filosofía.

1.2. Rasgos propios de las Ciencias de la Documentación como Ciencias Aplicadas

Si la *Information Science* se entiende en un sentido amplio —como se ha propuesto aquí—, se cubre todo el terreno de las “Ciencias de la Documentación”, que engloba al conjunto de disciplinas científicas que trabajan con archivos, bibliotecas y Centros de Documentación. Pero si la *Information Science* se concibe en una acepción restringida, entonces se atiende sólo a lo que es propiamente gestión de la información y haría falta sumar la *Library Science* —el saber propio de las bibliotecas— para poder completar el cuadro de las Ciencias de la Documentación¹².

Desde un punto de vista de sus objetivos, procesos y resultados, las Ciencias de la Documentación son, en principio, Ciencias Aplicadas. Esto comporta que pertenecen a este ámbito científico-aplicado tanto la *Information Science*, entendida en sentido amplio, como el conjunto formado por la *Information Science*, en la acepción restringida, y la

¹¹ Cfr. DEBONS, A. y OTTEN, K., “Towards a Metascience of Information: Informatology”, *Journal of American Society for Information Science*, v. 21, n.1, (1970), pp. 89-94.

¹² Acerca de la *Information Science* en la acepción restringida y la *Library Science*, cfr. BEREJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, pp. 282-289.

Library Science. Todas ellas se orientan hacia la solución de problemas concretos dentro de un dominio artificial (los archivos, las bibliotecas y los Centros de Documentación).

1) Los objetivos (*aims*) que buscan son operativos y concretos. Las Ciencias de la Documentación se orientan, en efecto, a conseguir, seleccionar, procesar y recuperar la información (entendida en una perspectiva dilatada). Trabajan sobre la información de una manera funcional: la información se analiza y ordena de forma adecuada, para hacer posible su recuperación y utilización. Y, posteriormente, la *Information Science* —entendida en sentido amplio— intenta obtener resultados que propicien la diseminación de lo alcanzado (esto es, la tarea de comunicación). Como es propio de las Ciencias Aplicadas, las Ciencias de la Documentación son saberes que rebasan lo meramente cognitivo, pues buscan nuevo conocimiento con la finalidad específica de resolver problemas concretos o de incrementar la eficiencia en su resolución¹³.

2) Siguen *procesos* prácticos con una línea de actuación operativa, pues tanto la *Information Science* —en la acepción restringida— como la *Library Science* emplean expresamente medios específicos para solucionar problemas concretos, que son normalmente funcionales. Esto se aprecia en las funciones características de las Ciencias de la Documentación acerca de la información: las tareas de buscarla, obtenerla, procesarla, seleccionarla y recuperarla-comunicarla. Más aún, la necesidad misma de la solución de problemas concretos sirve de base para la existencia de estas disciplinas. Y, junto con los conocimientos científicos, se utilizan cada vez más las Tecnologías de la Información y la Comunicación (hasta el punto que, en el caso de admitir la existencia de la “Tecnociencia”¹⁴, se plantea la cuestión de ubicar a la *Information Science* en este entorno, al menos por la interacción Ciencia-Tecnología¹⁵).

3) Obtienen las Ciencias de la Documentación unos *resultados* que, normalmente, pertenecen al ámbito operativo (y, con frecuencia, a un entorno institucional). De hecho, se evalúan habitualmente a tenor de la manejabilidad y la utilidad de lo alcanzado, que son criterios propios de la Ciencia Aplicada. Comúnmente, esta valoración de los resultados la llevan a cabo los usuarios, tanto en forma implícita como de manera expresa (que lleva a publicaciones al respecto). De ahí la importancia de la vertiente externa de estas disciplinas, puesto que es un complemento claro del componente interno. En este sentido, la evaluación de resultados, aunque puede estar relacionada con la aproximación a la verdad (en el dominio de la aplicabilidad, en cuanto que hay una verdad práctica dentro del conocimiento práctico), es normalmente de índole más pragmática o instrumental que la verdad alcanzable en el caso de la Ciencia Básica.

Como Ciencia Aplicada, la *Information Science* —en sentido amplio— estudia dos tipos de aspectos: los internos y los externos. Los componentes *internos* articulan la

¹³ Matti Sintonen afirma que “applied research is also pursuit of knowledge, but here the goal is, in OECD’s words, to attempt ‘to put to use the findings of basic research or even to discover new knowledge which might have immediate practical application’.... In applied research proper applications are singled out by other than purely cognitive goals”, SINTONEN, M., “Basic and Applied Sciences: Can the Distinction (still) be drawn?”, *Science Studies*, v. 2, (1990), p. 24.

¹⁴ Hay diversas formas de entender el concepto de “Tecnociencia”, cfr. GONZALEZ, W. J., “The Philosophical Approach to Science, Technology and Society”, p. 9.

¹⁵ Cfr. BEREJO, A., *Bases Teóricas del Análisis Documental: La calidad de objetivos, procesos y resultados*, Ediciones de la Universidad Carlos III de Madrid y Boletín Oficial del Estado, Madrid, 2002, pp. 99-102.

información: son los criterios de organización, almacenamiento, interpretación, recuperación, etc., de la información (por ejemplo, las pautas para la ejecución de tareas de Análisis Documental, tanto formales como de contenido) o los diversos repertorios para la clasificación de los saberes. En cambio, los factores *externos* están relacionados con el entorno de esta actividad (por ejemplo, el desarrollo de los servicios a los usuarios) y, de modo más general, comprende aquellos factores que, de una u otra manera, se ven afectados por el contexto sociocultural que genera la información y la demanda (tendencias culturales, condicionantes sociales, influencias políticas, etc.).

Conviene resaltar que, en el caso de las Ciencias Aplicadas, los *medios* cobran un carácter operativo y presentan una relación inmediata con los fines específicos (las metas concretas). Eso significa que el conocimiento práctico debe permitir alcanzar procesos más eficientes para resolver problemas particulares. Así, la *eficiencia* —la economía de medios— se aprecia entonces en la simplicidad y manejabilidad de los métodos utilizados que aspiran a alcanzar las metas. Más que la *eficiencia* —el conseguir los objetivos—, que es necesaria, se aspira a la eficiencia de la obtención de los fines de una manera menos costosa (no sólo en términos de esfuerzo, sino también económicos)¹⁶.

1.3. Las Ciencias de la Documentación y las Ciencias de Diseño

Dentro de las Ciencias Aplicadas están aquellas relacionadas con el ámbito de lo artificial y que requieren diseños. Herbert A. Simon ha caracterizado a las Ciencias de lo Artificial como Ciencias de Diseño y asume que son Ciencias Aplicadas¹⁷. A mi juicio, aunque las Ciencias de la Documentación nazcan dentro de un entorno social, pertenecen de lleno al terreno de lo artificial. De hecho, los objetivos, procesos y resultados señalados permiten ver a la *Information Science* —en la acepción restringida— y a la *Library Science* como Ciencias de Diseño. Por eso, si se acepta que el “Diseño, como Ciencia, es un instrumento tanto para comprender como para actuar”¹⁸, entonces se puede afirmar que la *Information Science* —en sentido amplio— es una “Ciencia de Diseño”. Sus objetivos, procesos y resultados versan sobre lo artificial (documentos de diversa índole): son, en suma, *Ciencias de lo Artificial*.

Ilkka Niiniluoto piensa que Simon es un tanto ambiguo, porque no distingue con claridad entre “diseño” y “diseño científico”. Considera, a este respecto, que “el diseño científico es un tipo de diseño, esto es, la actividad de resolver problemas de diseño mediante el uso de métodos y conocimientos científicos. La Investigación Operativa (*Operations Research*) proporciona métodos para encontrar soluciones óptimas o satisfactorias al diseñar problemas (la Teoría de la Decisión, la Programación Lineal, la Teoría de Juegos, etc.). En este sentido, el diseño científico es el resultado de la ‘cientificación’ (*scientification*) de un Arte, una Tecnología, una gestión o un desarrollo”¹⁹.

¹⁶ Acerca de la “Economía de la investigación”, cfr. GONZALEZ, W. J., “De la Ciencia de la Economía a la Economía de la Ciencia: Marco conceptual de la reflexión metodológica y axiológica”, en AVILA, A., GONZALEZ, W. J. y MARQUES, G. (eds), *Ciencia económica y Economía de la Ciencia: reflexiones filosófico-metodológicas*, FCE, Madrid, 2001, pp. 11-37

¹⁷ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

¹⁸ SIMON, H. S., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 164.

¹⁹ NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 8-9.

Ciertamente las Ciencias de la Documentación, tal como las conocemos actualmente, no encajan dentro de las Ciencias Básicas. Para Niiniluoto, la Ciencia Básica es el fruto de la investigación básica y “puede ser entendida como la actividad de la comunidad científica para dar lugar a nuevo conocimiento científico. Este conocimiento debería proporcionar respuestas a problemas cognitivos (...) La Ciencia Básica puede ser caracterizada como el intento de maximizar las ‘utilidades epistémicas’ de ‘verdad’ e ‘información’”²⁰.

Si se considera a la Ciencia Básica desde un punto de vista *endógeno*, tenemos objetivos, procesos y resultados que difieren de los propios de las Ciencias de la Documentación (que están orientadas a metas concretas). a) Desde un punto de vista de *objetivos*, Simon señala que la investigación en la Ciencia Básica busca la adquisición de nuevo conocimiento, de modo que tras describir un aspecto de la realidad, busca explicarlo y comprenderlo de un modo sistemático²¹. b) En cuanto a los *procesos*, la Ciencia Básica sigue métodos hipotético-deductivos normalmente y busca primordialmente incrementar el contenido epistémico, de modo que las afirmaciones científicas puedan asentarse sobre una apoyatura empírica adecuada. c) Respecto de los *resultados*, la Ciencia Básica ofrece resultados que se juzgan en función del incremento del conocimiento científico disponible.

Desde un enfoque *exógeno*, la diferencia entre Ciencia Básica y Aplicada es menos clara, como puede verse cuando al intentar trazar diferencias entre las instituciones (Universidades, Centros Tecnológicos, Empresas, ...) y el tipo de investigación que realizan. Por eso, es más importante el conjunto de factores epistemológicos, metodológicos y axiológicos. Ahí sí hay diferencias: dentro de la Ciencia Básica, el campo de actuación de los *valores* es más restringido que en el caso de la Ciencia Aplicada, pues los valores cognitivos prevalecen por encima de cualquier otro valor²².

Al mismo tiempo, las Ciencias de Diseño muestran que la índole aplicada supone un mayor carácter creativo al pensar *cómo deben ser las cosas* para resolver problemas. Porque, como señala Niiniluoto, “la Ciencia Aplicada busca nuevo conocimiento con la finalidad específica de resolver un problema concreto o incrementar la eficiencia en su resolución”²³. Para este objetivo, factores como el diseño y la predicción juegan aquí un papel particularmente relevante. Sucede, además, que los medios utilizados en la Ciencia Aplicada tienen un carácter operativo: tienen relación directa con fines específicos. Esto lleva a la búsqueda de eficiencia (economía de medios) y eficacia (conseguir las metas buscadas).

Hay también diferencias en cuanto a los resultados obtenidos: en el caso de la Ciencia Aplicada pueden ser evaluados aplicando parámetros cognitivos —la adecuación de una información para resolver una cuestión específica— y también prácticos, como la destreza para resolver de un modo operativo —simple y manejable— una dificultad concreta. Así, la evaluación de resultados es más pragmática o instrumental que en el caso de la Ciencia

²⁰ NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 3.

²¹ Cfr. SIMON, H. A., “Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena”, en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, p. 32.

El objetivo cognitivo también está presente en Sintonen: “Basic research is search of knowledge for its own sake, and thus aims at the maximization of cognitive desiderata”, en SINTONEN, M., “Basic and Applied Sciences: Can the Distinction (still) be drawn?”, p. 24.

²² Cfr. RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999.

²³ NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 5.

Básica, donde tienen particular peso las capacidades de explicación y predicción de las teorías. Además, los resultados de la Ciencia Aplicada están más fuertemente impregnados de valores éticos (como la responsabilidad social) que la Ciencia Básica, donde esos valores se plantean a tenor de la actividad humana libre de investigar más que como fruto del conocimiento²⁴.

Concebir a las Ciencias de la Documentación —*Information Science*, en sentido amplio— como Ciencias Aplicadas de Diseño supone verlas dentro de un contexto adecuado²⁵: i) son actualmente “Ciencias” dentro de un dominio artificial y no meramente “Técnicas” (saberes prácticos acumulados); ii) son “Aplicadas” en la medida en que se orientan a la resolución de problemas concretos dentro de un entorno delimitado; y iii) son “de Diseño” porque parten de una construcción artificial —un diseño— que modula los objetivos, procesos y resultados de la información en los ámbitos de los archivos, bibliotecas y Centros de Documentación.

2. LA PREDICCIÓN CIENTÍFICA Y LA *INFORMATION SCIENCE*: FACTORES EPISTEMOLÓGICOS Y METODOLÓGICOS

Dentro de las Ciencias Aplicadas, la idea de racionalidad científica y su conexión conceptual con la búsqueda de objetivos está estrechamente vinculada a la idea de la *predicción*. A este respecto, puede haber conocimiento respecto del futuro en las Ciencias de la Documentación en la medida en que la predicción es realmente posible en el ámbito de las Ciencias, en general, y de la Ciencia de lo Artificial, en particular. Así, los estándares con los que se han dotado las Ciencias de la Documentación, pueden ser estudiados como instrumentos para la predicción. En términos generales, se puede afirmar que a mayor nivel de estandarización cabe esperar un mayor grado de predecibilidad.

En las Ciencias de lo Artificial —y, más aún, dentro de una Ciencia Aplicada de Diseño— hace falta saber qué objetivos se buscan. A tal efecto, antes es preciso establecer cuáles son los objetivos posibles, como paso previo a plantear cómo llegar a ellos. Esta es la tarea de la *predicción*: la anticipación del futuro sobre la base del conocimiento actual, de modo que busca enunciar qué objetivos son posibles; después se puede plantear cómo hacerlos alcanzables, tarea que ya corresponde al terreno de la *prescripción*. De ahí que la predicción sirva de antesala a la prescripción.

Para el caso de las Ciencias de la Documentación, una vez que se acepta que es una Ciencia de lo Artificial, tienen particular interés las ideas de Herbert A. Simon, singularmente las expuestas en su trabajo *Prediction and Prescription in Systems Modeling*²⁶. Sirven para considerar el papel de la predicción dentro de las Ciencias de la Documentación. Así, como en el ámbito de la Economía, en *Information Science* —en sentido amplio— la predicción fiable tampoco es un criterio concluyente para afirmar su carácter científico como ámbito

²⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Ciencia y valores éticos: De la posibilidad de la Ética de la Ciencia al problema de la valoración ética de la Ciencia Básica”, *Arbor*, v. 162, n. 638, (1999), pp. 139-171.

²⁵ Sobre los caracteres de estas disciplinas, cfr. GONZALEZ, W. J., “Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 3-38.

²⁶ SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 115-128.

disciplinar. Acaece lo apuntado por Terence Hutchison para la disciplina económica: como señaló R. Clower, “si la predicción con éxito fuese el único criterio de una Ciencia, la Economía habría dejado de existir como actividad intelectual respetable”²⁷.

Sin embargo, la Economía ha sido en el ámbito de las Ciencias Empíricas donde la *predicción* ha recibido una gran atención, en especial para contrastar el carácter científico de ese campo de conocimiento²⁸. Así, en el caso de la Economía, “la predicción en Economía es una cuestión central en el estudio filosófico-metodológico de esta disciplina, porque con frecuencia ha sido el eje del debate entorno a la fiabilidad (*reliability*) del conocimiento económico (y, por consiguiente, para su demarcación como conocimiento científico)”²⁹. Esto es relevante para otras Ciencias Empíricas como la *Information Science*, entendida en sentido amplio.

Sucede que, al igual que acaece con la Economía, en el caso de las Ciencias de la Documentación (*Information Science* en sentido amplio) hay un debate abierto en relación a su *estatus* científico. Las Ciencias de la Documentación están orientadas a satisfacer las necesidades informativas de los individuos. Se hace a través del acceso a documentos, para propiciar la creación de nuevo conocimiento. Pero no se ha dedicado especial atención al estudio de la predicción, que puede contribuir a explicar el estatuto epistemológico de la *Information Science* como Ciencia Aplicada de Diseño³⁰.

2.1. El papel de la predicción en la Ciencia Básica

Antes se ha resaltado la diferencia entre la investigación básica y la aplicada. Esto también se refleja en el caso de la predicción, pues en la Ciencia Básica (Teoría Económica, Biología fundamental, Psicología general, etc.), la predicción gira entorno al objetivo principal del incremento del conocimiento significativo y servir como contrastación (*test*) de ese conocimiento. También se puede ver como lo plantea Philip Kitcher en una de sus etapas: que la Ciencia Básica aspira al logro de verdades significativas (*significant truths*)³¹; esto supone que la predicción ha de estar orientada hacia la meta de una verdad respecto del futuro que no sea obvia o redundante y que, por tanto, incremente de manera rigurosa nuestro conocimiento.

Hay una posición radical en Economía, que es la tesis predictivista de Milton Friedman. Resalta la predicción desde los ángulos epistemológico, metodológico y axiológico. Así, a la predicción le concede la primacía en cuanto conocimiento, desde el punto de vista del método y como valor científico. A su juicio, una “Ciencia Básica podría proporcionar un sistema de generalizaciones que pueden ser utilizadas para hacer predicciones correctas acerca de

²⁷ HUTCHISON, T. W., “On Prediction and Economic Knowledge”, en HUTCHISON, T. W., *Knowledge and Ignorance in Economics*, Blackwell, Oxford, 1977, p. 12. Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, *Theoria*, v. 13, n. 2, (1998), p. 330.

²⁸ Cfr. GONZALEZ, J. W., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112; en especial, p. 83.

²⁹ GONZALEZ, J. W., “Prediction as Scientific Test of Economics”, p. 83.

³⁰ A este respecto puede verse MCGRATH, W. E., “Explanation and Prediction: Building a Unified Theory of Librarianship: Concept and Review”, *Library Trends*, n. 50, v. 3, (2002), pp. 350-370.

³¹ Cfr. KITCHER, PH., *The Advancement of Science: Science without Legend, Objectivity without Illusions*, Oxford University Press, N. York, 1993.

las consecuencias de cualquier cambio de las circunstancias. Su actuación (*performance*) ha de ser juzgada por la precisión, alcance, y acuerdo (*conformity*) con la experiencia de las predicciones que proporciona. En suma, la Economía positiva es o puede ser Ciencia ‘objetiva’, precisamente en el mismo sentido que cualquiera de las Ciencias Físicas”³².

Esta posición ha recibido múltiples objeciones. Entre los críticos destaca Herbert Simon, pues afirma que “deberíamos ser cautos en el uso de la predicción como contrastación (*test*) de la Ciencia y, especialmente, para saber si la Economía es una Ciencia”³³. En lugar de poner énfasis en la precisión en los resultados económicos (el éxito predictivo), subraya la importancia epistemológica de la comprensión de los mecanismos (por ejemplo, de toma de decisiones): le interesan más los procesos que los resultados³⁴. Además, conecta a la *predicción* con la *prescripción*: necesitamos predicciones para manejar (*handle*) eventos económicos futuros (y resolver problemas concretos).

Axiológicamente, predecir no es —para Simon— el objetivo (*aim*) principal de la Economía. Es más, parece cambiar las prioridades de la tesis predictivista sostenida por Friedman para el caso de la Economía, pues considera que la Economía puede ser juzgada a través de la evaluación (*assessment*) de la corrección de los supuestos, en vez de ser contrastada a través de la adecuación empírica de sus predicciones³⁵. Rechaza cualquier visión de un conocimiento a priori como punto de partida y defiende la necesidad de la objetividad. Esto le lleva hacia el respeto por la realidad: la incertidumbre, la racionalidad limitada, etc.³⁶.

Metodológicamente, la predicción tiene una estructura bien definida en Simon: i) la insuficiencia de las puras deducciones deja la puerta abierta a la inducción; ii) la necesidad para el realismo de los supuestos actúa a favor de una perspectiva no instrumentalista, frente a Friedman; y iii) la importancia del trabajo interdisciplinar ofrece un amplio margen para la predicción económica en las Ciencias Sociales: la Economía aparece conectada a la Psicología, pero también a otras disciplinas (como la Informática, con la Inteligencia Artificial, ...)³⁷. Así, la tarea de la predicción propia de la Ciencia Básica —servir como *test* científico— no es el cometido central de su postura.

2.2. Tarea de la predicción en la Ciencia Aplicada

Cuando la predicción se plantea en la Ciencia Aplicada, la tarea es servir de guía para la actuación pública, lo que lleva a conectar a la predicción con la prescripción. Así, la predicción aparece relacionada con la obtención de un nuevo tipo de conocimiento que sirva para resolver un problema concreto o para incrementar el nivel de eficacia en un determinado

³² FRIEDMAN, M., “The Methodology of Positive Economics”, en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953 (6ª reimp., 1969), p. 4.

³³ SIMON, H. A., “The State of Economic Science” en SICHEL, W. (ed), *The State of Economics Science: Views of Six Nobel Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, MI, 1989, p. 100.

³⁴ Cfr. SIMON, H. A., “The State of Economic Science”, p. 99. Cfr. BROMILEY, PH., “A Focus on Processes: Part of Herbert Simon’s Legacy”, en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 183-189.

³⁵ Cfr. GONZALEZ, J. W., “Prediction as Scientific Test of Economics”, p. 90.

³⁶ Cfr. “Prediction as Scientific Test of Economics”, p. 91.

³⁷ Cfr. GONZALEZ, J. W., “Prediction as Scientific Test of Economics”, p. 91.

proceso. La propia tarea de elaboración de nuevos diseños requiere la actividad previa de carácter predictivo, de modo que permita anticipar un funcionamiento eficaz.

Desde una perspectiva *epistemológica*, campos como la Farmacología o las Ciencias de la Documentación (la *Information Science* en sentido amplio) podrían ser comparables: ambas son Ciencias Aplicadas. En ellas la correspondiente racionalidad científica y su conexión conceptual con la búsqueda de objetivos está estrechamente vinculada a la idea de la *predicción* que anticipa un futuro posible, antes de decidir sobre actuaciones concretas.

A este respecto, puede haber conocimiento respecto del futuro en las Ciencias de la Documentación en la medida en que la *predicción* es realmente posible en el ámbito de las Ciencias, en general, y de la Ciencia de lo Artificial, en particular. Así, los estándares con los que se han dotado las Ciencias de la Documentación, pueden ser estudiados como instrumentos para la predicción. En términos generales, se puede afirmar que, a mayor nivel de estandarización, cabe esperar un mayor grado de predecibilidad.

Vista desde una perspectiva *metodológica*, la predicción tiene una relevancia particularmente significativa en las Ciencias Aplicadas, debido a su incidencia en la elaboración de diseños, que son los que orientan los procesos y hacen pensar en los resultados alcanzables. Si en el caso de la Ciencia Básica, la predicción servía principalmente para contrastar (*test*) hipótesis, en el ámbito de las Ciencias Aplicadas se orienta a guiar la acción, lo que comporta considerar diseños, procesos y resultados. La capacidad de resolver problemas es la mejor prueba para su evaluación.

Según *una perspectiva axiológica*, los valores que interesan para la predicción en las Ciencias Aplicadas son aquellos de carácter práctico. En este caso, las predicciones se orientan hacia la resolución de problemas de índole aplicada, de modo que en las Ciencias de Diseño las predicciones contribuyen a la anticipación de posibles nuevos artefactos. La predicción en Ciencias Aplicadas puede darse en el ámbito de las Ciencias Sociales, pero sobre todo en el dominio de las Ciencias de lo Artificial. Esto se aprecia en disciplinas como la Economía, la Farmacología o las Ciencias de la Documentación.

2.3. La predicción y el ámbito de lo artificial

Suele haber dos condicionantes previos para poder elaborar predicciones científicas: el primero es que exista una base —teórica y, en su caso, empírica— para la elaboración del modelo que incluye a la predicción; y el segundo es que se puedan obtener datos sobre las condiciones iniciales. Esas dos exigencias son, con frecuencia, difíciles de obtener. Habitualmente, la predicción suministra datos sobre el futuro que suelen ser los puntos más débiles en nuestra estructura acerca de los hechos (*armor of facts*)³⁸.

Para hacer posible la predicción, la primera faceta es comprender, desde un punto de vista teórico, el fenómeno que debe ser predicho: debe haber una base para elaborar el modelo de predicción, o bien que se trate de un fenómeno que sea lo suficientemente regular para que pueda ser simplemente extrapolado. El segundo factor es que podamos disponer de datos sobre las condiciones iniciales (es decir, el conocimiento de los ingredientes del punto de partida desde el que se pueda realizar la extrapolación).

³⁸ Aunque extrañamente Simon admite predicciones que pueden no ser de futuro, cfr. GONZALEZ, W. J., "Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 205-232.

Según Simon, hay un nexo entre predicción y diseño: “los sistemas varían ampliamente. Lo hacen en función de la viabilidad de sus procesos: en cómo sean de sensibles a pequeños cambios de sus condiciones iniciales. Así, en el ámbito de la Meteorología, la dificultad de la predicción del tiempo reside, en buena medida, en que el curso de los eventos meteorológicos son altamente sensibles a los factores de las condiciones iniciales. La predicción de fenómenos sociales es también especialmente sensible a ese tipo de condiciones. Si se admite que las consecuencias del diseño residen en el futuro podría parecer que la predicción es una parte inevitable de cada proceso de diseño”³⁹.

Dentro de las Ciencias de lo Artificial, la idea de “predicción” conecta de manera evidente con el concepto de “racionalidad”. Vista desde la Economía, la racionalidad es un término que, en el planteamiento de Simon, “denota un estilo de conducta que es apropiado para la obtención de determinadas metas dadas (*given goals*), dentro de los límites impuestos por las condiciones dadas y las restricciones”⁴⁰. A su juicio, la racionalidad supone adaptación al medio, de modo que desempeña en las Ciencias del comportamiento humano un papel análogo al que tiene la selección natural en la Biología evolucionista. Así, es posible predecir los cambios en el comportamiento de una empresa o sistema a tenor de las modificaciones que se producen en su entorno, en cuanto que hay una racionalidad adaptativa⁴¹.

Como señala Wenceslao J. González, el esquema filosófico-metodológico de Simon interconecta tres conceptos cuando aborda la predicción económica: a) la incertidumbre (*uncertainty*), como contexto para la toma de decisiones; b) la racionalidad limitada (*bounded rationality*), como característica del agente; y c) la predicción económica (*economic prediction*), como contenido que puede influir en la conducta económica⁴². Se trata de un planteamiento pensado sobre todo para los agentes que toman decisiones, sobre todo en Microeconomía.

Si se compara este esquema de Simon y la tendencia principal de la Economía —la neoclásica—, encontramos que es más plausible su propuesta que la dominante. Por un lado, contempla expresamente la Economía como Ciencia de lo Artificial, de modo que aprecia el papel de la predicción en ella; y, por otro lado, su visión desde las Ciencias de Diseño permite entender mejor que la actuación de los agentes económicos se lleva a cabo desde la racionalidad limitada, lo que facilita un mayor acierto en las predicciones.

3. INCIDENCIA DE LA PREDICCIÓN PARA EL ÁMBITO DEL ANÁLISIS DOCUMENTAL

Conviene resaltar que la predicción se encuentra estrechamente conectada a la racionalidad científica. La predicción, entendida como un enunciado que contiene información sobre el futuro⁴³, actúa *de facto* como un instrumento al servicio de la racionalidad. En

³⁹ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed, p. 147.

⁴⁰ SIMON, H., “Theories of Bounded Rationality”, en MCGUIRE, C. B. y RADNER, R. (eds), *Decision and Organization*, North-Holland, Amsterdam, 1972, p. 161. Sobre los caracteres de la racionalidad económica, cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica”, *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 108-112.

⁴¹ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 9.

⁴² Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 327.

⁴³ Sobre la diferencia entre “predicción” y “explicación”, cfr. GONZALEZ, W. J., “Caracterización de la ‘explicación científica’ y tipos de explicaciones científicas”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Diversidad de la explicación científica*, Ariel, Barcelona, 2002, pp. 13-49; en especial, pp. 18-19.

términos generales, la búsqueda de objetivos en Análisis Documental pueden reducirse a dos prioritarios: i) el buen funcionamiento interno de los diversos productos del Análisis Documental; y ii) la elaboración de productos documentales que satisfagan necesidades reales de información por parte de los usuarios. En ambos tiene un papel la predicción, que puede centrarse en la vertiente interna o externa del Análisis Documental, según prevalezca en el diseño el nexo predicción-prescripción o las demandas de los usuarios.

3.1. Los rasgos de la predicción y el Análisis Documental como Ciencia de Diseño

Primero, la predicción atañe a la etapa de diseño; después, incumbe a la tarea de los procesos de análisis propiamente dichos; y, más tarde, a la fase de obtención de resultados. Así, es posible diseñar nuevos productos con información obtenida a través de la predicción: se pueden estudiar, por ejemplo, una serie de factores ambientales de los usuarios, para conocer cuáles van a ser sus necesidades informativas futuras. Esto supone una actitud “proactiva” que es un rasgo característico de la *Information Science* —en la acepción restringida— y que también se encuentra presente en la *Library Science*.

A tenor de esos rasgos de la predicción, que se encuentran presentes en el ámbito del Análisis Documental —dentro del campo de las Ciencias de la Documentación—, puede establecerse un paralelismo con respecto a la Economía y su nexo con la racionalidad. Esa semejanza es posible en la medida en que tanto la Economía como la *Information Science* —en sentido amplio— son Ciencias de lo Artificial y, más en concreto, Ciencias de Diseño. Así, cabe señalar algunas características convergentes.

a) Tanto la racionalidad, en cuanto limitada (*bounded*), como la predicción se encuentran estrechamente relacionadas en Economía y en Análisis Documental. Así, el diseño de objetivos se ha de buscar en una caracterización del futuro basada en una predicción científica, que sea compatible con la racionalidad de la actividad de la Ciencia y la racionalidad de la toma de decisiones de los agentes⁴⁴. En el primer caso prevalece la vertiente interna del Análisis Documental, donde predomina el nexo predicción-prescripción en el diseño, mientras que en el segundo caso prima la dimensión externa de las demandas de los usuarios.

b) De manera semejante a la Economía —en cuanto Ciencia Aplicada—, en el Análisis Documental la *predicción* desempeña un papel importante. Esto es debido a que las actividades que desarrolla esta disciplina también requieren anticipación y solución de problemas concretos. De hecho, la búsqueda de la anticipación (*proactivity*) en la satisfacción de necesidades informativas de los usuarios actuó, durante décadas, como un rasgo destacado que estaba presente en la *Information Science*⁴⁵.

c) Como en el caso de la Economía, la predicción en Análisis Documental está condicionada por factores semejantes del entorno: los consumidores, en el ámbito de la Economía,

⁴⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 65-96; y BEREJO, A., “La racionalidad en las Ciencias de lo Artificial: El enfoque de la racionalidad limitada”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, pp. 134-144.

⁴⁵ Como señalan R. Summers y Ch. Oppenheim, “los científicos de la información se caracterizaban por ser proactivos en la búsqueda y examen de la literatura y en su presentación a sus clientes...”, SUMMERS, R., OPPENHEIM, CH., MEADOWS, J., MCNIGHT, C., y KINNELL, M., “Information Science in 2010: A Loughborough University View”, *Journal of the American Society for Information Science*, v. 50, n. 12, (1999), p. 1.154.

y los usuarios, en el campo del Análisis Documental. El factor externo es relevante para cambios en el diseño (de bienes de consumo, en un caso, y de productos documentales, en el otro); esto puede conducir a la introducción de modificaciones en los procesos, dentro de los sistemas respectivos, para llegar a obtener un incremento en la calidad.

d) Al igual que en Economía, en su rama “normativa”, en el Análisis Documental la prescripción tiene también un papel especialmente relevante. La predicción actúa normalmente como paso previo a la prescripción. De este modo, en cuanto que puede conocerse que es factible lo diseñado, es posible saber cómo se debe actuar. Después, para alcanzar el diseño esperado, cabe establecer prescripciones que guíen las diferentes etapas del proceso. Sin embargo, hay autores —como Simon— que dan prioridad a la prescripción sobre la predicción, en el sentido de considerar más importante el cómo actuar que conocer qué es posible⁴⁶.

3.2. Predicción científica y el modelado de sistemas

Herbert Simon afirma que los procesos de modelización (*modeling*) de sistemas son el principal instrumento para estudiar el comportamiento de sistemas complejos⁴⁷. La modelización necesita de algunos principios básicos para gestionar la complejidad. Debemos separar lo que es esencial de lo accesorio, para recoger en nuestros modelos una imagen de la realidad, de modo que nos permita elaborar inferencias que sean relevantes para alcanzar nuestras metas⁴⁸. Cuando modelizamos sistemas, estamos habitualmente interesados en su comportamiento dinámico. Disponemos nuestro sistema en algún punto inicial y observamos su comportamiento en el futuro. Ese estudio es un instrumento para la predicción.

Pero los modelos pueden ser descriptivos —caso de la Ciencia Básica— o bien prescriptivos (lo propio de la Ciencia Aplicada). Así, la predicción puede formar parte de modelos que buscan conocer el futuro para contrastar (*test*) teorías científicas; o bien pueden servir de anticipación de lo posible para después prescribir las pautas de actuación adecuadas en aras de resolver los problemas concretos planteados. Es en este segundo caso que pueden establecerse varios paralelismos entre la Economía y las Ciencias de la Documentación (*Library and Information Science*), consideradas como Ciencias Aplicadas de Diseño.

Ambas emplean modelos para crear lo artificial, aunque sean disciplinas que se diversifican en campos disciplinares diferentes: a) los dos tipos de Ciencias —la Economía y las Ciencias de la Documentación— buscan resolver problemas concretos mediante el uso de modelos; b) ambas elaboran diseños orientados a objetivos y se dotan de prescripciones para solucionar esos problemas; c) la retroalimentación (*feed-back*) entre predicción y prescripción incrementa el rango de las respectivas capacidades predictivas, pues a mayor prescripción más fácil es predecir el resultado; y d) son Ciencias que comparten principios de gestión de recursos, pero desarrollan procesos diversos para alcanzar objetivos.

Cabe centrarse en el caso de la *Biblioteconomía* (*Library Science*). La propia etimología del término en castellano hace referencia directa al concepto de *nomos*, que remite a la idea de “normas” para la gestión bibliotecaria. Como en el caso de la *Information Science* —en

⁴⁶ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, pp. 7-14.

⁴⁷ Cfr. “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 7.

⁴⁸ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 7.

la acepción restringida—, la Biblioteconomía es una Ciencia de lo Artificial. Así, *Library Science* e *Information Science* son Ciencias de Diseño y estudian los métodos más eficaces para satisfacer diversas necesidades informativas humanas (la selección, organización y recuperación de documentos) mediante el empleo de bienes escasos que, en principio, tienen usos alternativos.

Library Science e *Information Science* —en la acepción restringida— buscan principalmente la administración eficaz de documentos, como mecanismo a través del cual sea posible recuperar y difundir información. Crean así instrumentos operativos, elaboran estándares, y buscan resolver problemas concretos relacionados con la transmisión de información, para lo que diseñan ciertos productos. Tienen un marcado carácter prescriptivo, con el que buscan incrementar el grado de predecibilidad: cuanto más alto sea el grado de “normalización” mayor ha de ser la predecibilidad del resultado⁴⁹.

Esto se puede modular a tenor del “vigor” o “fuerza vinculante” (*strenght*) de actuación que comportan los distintos planos normativos, empezando por el más laxo y terminando por el más estricto. A este respecto, dentro del ámbito de la *Information Science* —en sentido amplio—, hay básicamente tres tipos de normas⁵⁰: i) las pautas (*guidelines*) o líneas generales son las que tienen menos fuerza vinculante al ser más amplias y sirven para regular el funcionamiento de determinados servicios; ii) las convenciones tienen más “vigor”, pues son reglas para actividades (*rules for activities*), o bien estándares profesionales (*professional standards*) que orientan el quehacer institucional; y iii) las normas técnicas o especificaciones (*technical standards*) son las que dejan menos holgura, debido a su mayor fuerza vinculante y carácter menos ambiguo.

En el caso de Análisis Documental los procesos de normalización tienen como objetivo elaborar productos documentales más predictivos. Buscan satisfacer las demandas de los usuarios de archivos, bibliotecas y Centros de Documentación⁵¹. Básicamente, pueden distinguirse dos ámbitos: el interno y el externo. i) El *interno* atañe a los procesos de normalización propiamente dichos. En este sentido, cuanto más rigurosos sean estos procesos mejores resultados se obtendrán, al menos en cuanto a la calidad a tenor de los propios planos normativos (pautas, estándares y normas). Como resultado de la aplicación de planos normativos —en especial, las normas—, podrá incrementarse la calidad de los productos documentales. ii) El *externo* guarda relación con los usuarios y con el grado de satisfacción de las demandas de información a través de productos documentales elaborados al efecto.

Como se ha resaltado, un enfoque predictivo contribuye a resolver diversos aspectos del ámbito de las Ciencias de la Documentación: el diseño de objetivos, la configuración de los procesos y la incidencia en los resultados. En efecto, la predicción en *Information Science*, entendida en sentido amplio, tiene varias funciones: 1) permite anticipar un futuro que influye en el diseño de objetivos; 2) contribuye a propiciar una

⁴⁹ El Análisis Documental, en las tareas de descripción bibliográfica, depende esencialmente de las reglas catalográficas, cfr. *Anglo-American Cataloging Rules*, segunda edición, revisión de 1998, American Library Association, Chicago, 1998; y *Reglas de Catalogación*, edición nuevamente revisada, 4ª reimpresión, Ministerio de Cultura, Madrid, 2006.

⁵⁰ Cfr. AVRAM, H., MCCALLUM, S. y PRICE, M., “Organizations Contributing to Development of Library Standards”, *Library Trends*, n. 31, (1982), pp. 197-223; en especial, p. 198.

⁵¹ Acerca de esta cuestión, cfr. BEREJO, A., “Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción”, pp. 298-303.

mejor articulación de los procesos que tienen lugar dentro del ámbito de las Ciencias de la Documentación, favoreciendo una mayor simplicidad a tenor de los fines buscados; y 3) incrementa la calidad de los resultados esperados (como se aprecia en el caso del Análisis Documental).

En suma, el Análisis Documental, visto dentro del contexto de las Ciencias de lo Artificial, tiene una estructura de Ciencia Aplicada de Diseño. Las predicciones tienen relación con las prescripciones, que están moduladas por los planos normativos (pautas, estándares y normas). Los aspectos predictivos afectan, en primer lugar, al diseño de objetivos; de modo que, en segundo término, condicionan la articulación de los procesos; y que ya en tercera instancia inciden en el tipo de resultados alcanzados.

Durante estos estadios, hay que contemplar tanto la vertiente interna —a la que atienden primariamente los analistas documentales— como a la vertiente externa (donde el protagonismo es de los usuarios). No se ha de perder de vista que, como Ciencias de lo Artificial, el conjunto de los aspectos abordados está en nuestras manos. Así, sucede que, en mayor medida que otras Ciencias Aplicadas —como la Economía— que son también Ciencias de Diseño, el Análisis Documental debería conllevar un nivel de exactitud y precisión que lo condujese casi sin excepción al plano de la “previsión” (*foresight*), en lugar de moverse dentro del “pronóstico” (*forecasting*), que comporta de suyo un margen de error⁵².

A mi juicio, la clave para lograr esa mayor exactitud y precisión en las predicciones del Análisis Documental se encuentra en la calidad de las prescripciones. Así, hay que pasar de las “pautas” a los “estándares” y de éstos a las “normas”, de manera que se incremente el número de prescripciones claras —de interpretación unívoca— y disminuya el conjunto de las prescripciones abiertas a múltiples interpretaciones. La actual disparidad de códigos catalográficos habría de dejar paso a un sistema más articulado (por ejemplo, como un árbol invertido, donde unos pocos principios sirvan para llegar a la obtención de registros catalográficos homogéneos). Los valores propios de las Ciencias Aplicadas como “accesibilidad” y “manejabilidad” han de ser centrales para esos futuros marcos prescriptivos más simples y más homogéneos en su articulación interna.

BIBLIOGRAFÍA

Anglo-American Cataloging Rules, segunda edición, revisión de 1998, American Library Association, Chicago, 1998.

AVRAM, H., MCCALLUM, S. y PRICE, M., “Organizations Contributing to Development of Library Standards”, *Library Trends*, n. 31, (1982), pp. 197-223.

BEREJO, A., *Bases teóricas del Análisis Documental: la calidad de objetivos, procesos y resultados*, Ediciones Universidad Carlos III de Madrid y Boletín Oficial del Estado, Madrid, 2002.

BEREJO, A., “La racionalidad en las Ciencias de lo Artificial: El enfoque de la racionalidad limitada”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 131-146.

⁵² Sobre las características de “previsión” y “pronóstico”, cfr. GONZALEZ, W. J., “On the Theoretical Basis of Prediction in Economics”, v. 27, n. 2, (1996), pp. 215-216.

BEREJO, A., "Las Ciencias de lo Artificial y las Ciencias de la Documentación: Incidencia de la predicción y la prescripción", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 279-309.

BOURNE, R., "Standards Who Needs Them?", *Library Association Record*, v. 93, n. 3, (1994), pp. 148-149.

BROMILEY, PH., "A Focus on Processes: Part of Herbert Simon's Legacy", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 183-189.

BUTLER, P., *An Introduction to Library Science*, The University of Chicago Press, Chicago, 1961.

CRAWFORD, W., *Technical Standards: An Introduction for Librarians*, G. K. Hall, Boston, MA, 1991.

DEBONS, A. y OTTEN, K., "Towards a Metascience of Information: Informatology", *Journal of American Society for Information Science*, v. 21, n. 1, (1970), pp. 89-94.

FRIEDMAN, M., "The Methodology of Positive Economics", en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953 (6ª repr., 1969), pp. 3-43.

GONZALEZ, W. J., "On the Theoretical Basis of Prediction in Economics", *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 2, (1996), pp. 201-228.

GONZALEZ, W. J., "Rationality in Economics and Scientific Predictions: a Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 61, (1997), pp. 205-232.

GONZALEZ, W. J., "Racionalidad científica y racionalidad tecnológica: La mediación de la racionalidad económica", *Agora*, v. 17, n. 2, (1998), pp. 95-115.

GONZALEZ, W. J., "Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach", *Theoria*, v. 13, n. 2, (1998), pp. 321-345.

GONZALEZ, W. J., "Ciencia y valores éticos: De la posibilidad de la Etica de la Ciencia al problema de la valoración ética de la Ciencia Básica", *Arbor*, v. 162, n. 638, (1999), pp. 139-171.

GONZALEZ, W. J., "De la Ciencia de la Economía a la Economía de la Ciencia: Marco conceptual de la reflexión metodológica y axiológica", en AVILA, A., GONZALEZ, W. J. y MARQUES, G. (eds), *Ciencia económica y Economía de la Ciencia: reflexiones filosófico-metodológicas*, FCE, Madrid, 2001, pp. 11-37.

GONZALEZ, W. J., "Caracterización de la 'explicación científica' y tipos de explicaciones científicas", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Diversidad de la explicación científica*, Ariel, Barcelona, 2002, pp. 13-49.

GONZALEZ, W. J., "Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96.

GONZALEZ, W. J., "The Philosophical Approach to Science, Technology and Society", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*, Netbiblo, A Coruña, 2005, pp. 3-49.

GONZALEZ, W. J., "Prediction as Scientific Test of Economics", en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

GONZALEZ, W. J., "Rationality and Prediction in the Sciences of the Artificial: Economics as a Design Science", en GALAVOTTI, M. C., SCAZZIERI, R. y SUPPES, P. (eds), *Reasoning, Rationality and Probability*, CSLI Publications, Stanford, 2007, pp. 165-186.

GONZALEZ, W. J., "Análisis de las Ciencias de Diseño desde la racionalidad limitada, la predicción y la prescripción", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 3-38.

GORMAN, M., *Our Enduring Values: Librarianship in the 21st Century*, American Library Association, Chicago, 2000.

HOLT, C. C., "Rational Forecasting, Learning, and Decision Making", en AUGIER, M. y MARCH, J. G. (eds), *Models of a Man: Essays in Memory of Herbert A. Simon*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2004, pp. 355-363.

HUTCHISON, T. W., "On Prediction and Economic Knowledge", en HUTCHISON, T. W., *Knowledge and Ignorance in Economics*, B. Blackwell, Oxford, 1977, pp. 8-33 y 145-151.

HJØRLAND, B., "Library and Information Science and the Philosophy of Science," *Journal of Documentation*, v. 61, n. 1, (2005), pp. 5-9.

INSTITUTE OF INFORMATION SCIENTISTS, *Criteria for Courses in Information Science and for Corporate Membership of the Institute of Information Scientists*, en <<http://cardu.imi.gla.ac.uk/membership/Criteria.html>>, (acceso, mayo de 2003).

KITCHER, PH., *The Advancement of Science: Science without Legend, Objectivity without Illusions*, Oxford University Press, N. York, 1993.

MCCALLUM, S., "What Makes a Standard?", *Cataloging & Classification Quarterly*, v. 21, n. 3-4, (1996), pp. 5-15.

MCGRATH, W. E., "Explanation and Prediction: Building a Unified Theory of Librarianship: Concept and Review", *Library Trends*, n. 50, v. 3, (2002), pp. 350-370.

MIKSA, F., "Library and Information Science: Two Paradigms", en VAKKARI, P. y CRONIN, B., (eds) *Conception of Library and Information Science*, Graham Taylor, Londres, 1992, pp. 229-252.

NIINILUOTO, I., "The Aim and Structure of Applied Research," *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

NIINILUOTO, I., "Approximation in Applied Science", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, v. 42, (1995), pp. 127-139.

NIINILUOTO, I., "Future Studies: Science or Art?," *Futures*, v. 33, (2001), pp. 371-378.

PAISLEY, W., "Information Science as a Multidiscipline", en PEMBERTON, M. y PRENTICE, A. (eds), *Information Science: The Interdisciplinary Context*, Neal-Schuman, Nueva York, 1990, pp. 3-24.

Reglas de Catalogación, edición nuevamente revisada, 4ª reimpresión, Ministerio de Cultura, Madrid, 2006.

REICHENBACH, H., *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938.

RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999.

SARACEVIC, T., "Information Science Revisited: Contemporary Reflection on its Origin, Evolution and Relations", *Research Report Series*, n. 90-24, The State University of New Jersey, Rutgers, Nueva Brunswick, 1990, pp. 24-25.

SIMON, H. A., "The Architecture of Complexity", *Proceedings of the American Philosophical Society*, v. 106, n. 6, (1962), pp. 467-482. Reimpreso en EARL, P. E. (ed), *The Legacy of Herbert Simon in Economic Analysis, Vol. 1*, E. Elgar, Cheltenham y Northampton, MA, 2001, pp. 485-500.

SIMON, H. A., "Theories of Bounded Rationality", en MCGUIRE, C. B. y RADNER, R. (eds), *Decision and Organization: A Volume in Honor of Jacob Marschak*, North-Holland, Amsterdam, 1972, cap. 8, pp. 161-176.

SIMON, H. A., "The State of Economic Science", en SICHEL, W. (ed), *The State of Economic Science: Views of Six Nobel Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, MI, 1989, pp. 87-110. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 3: Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 421-432.

SIMON, H. A., "Prediction and Prescription in Systems Modeling", *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality. Vol. 3: Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 115-128.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

SIMON, H. A., "Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 32-72.

SINTONEN, M., "Basic and Applied Sciences: Can the Distinction (still) be drawn?," *Science Studies*, v. 3, n. 2, (1990), pp. 23-31.

SUMMERS, R., OPPENHEIM, CH., MEADOWS, J., MCNIGHT, C. y KINNELL, M., "Information Science in 2010: A Loughborough University View", *Journal of the American Society for Information Science*, v. 50, n. 12, (1999), pp. 1.152-1.162.

VAKKARI, P., "Library and Information Science: Its Content and Scope", *Advances in Librarianship*, v. 18, (1994), pp. 1-55.

IV

Cometido de la prescripción en las Ciencias de Diseño

7. De la predicción a la prescripción en Ciencias de Diseño

8. Variaciones en la prescripción en las Ciencias de Diseño

COMETIDO DE LA PREDICCIÓN Y LA PRESCRIPCIÓN ANTE LA TOMA DE DECISIONES EN LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL

María G. Bonome

Para analizar el cometido de la predicción y la prescripción, cuando se plantea ante la toma de decisiones en las Ciencias de lo Artificial, hace falta dar varios pasos sucesivos. El primero consiste en acudir al punto de partida: la predicción y la prescripción en el modelado de sistemas. Ahí es donde, a juicio de Herbert A. Simon, se encuentran los factores filosófico-metodológicos relevantes¹. Son los rasgos propios de las Ciencias de lo Artificial, pues los modelos son diseñados para dar pautas que resuelvan problemas (prescripción) tras haber intentado describir los acontecimientos futuros (predicción).

Ese nexo entre la predicción y la prescripción es de suyo artificial. Es, en efecto, un vínculo construido a tenor de metas buscadas: los diseños científicos incluyen modelos que, inicialmente, predicen para luego prescribir, de modo que en ellos se pone de relieve la vertiente de Ciencia Aplicada (esto es, la búsqueda de solución a problemas concretos) de las Ciencias de lo Artificial. De ahí la importancia de profundizar primero en la predicción (el plano “descriptivo”) antes de abordar el ámbito de la prescripción (el territorio del “deber ser”). Esto comporta el empeño por aclarar la “predicción científica”, en general, y la “predicción en Ciencias Sociales”, en particular, como etapas hacia la predicción en Ciencias de lo Artificial.

El caso de la Economía facilita el segundo paso: el tránsito desde las Ciencias Sociales a las Ciencias de lo Artificial, puesto que —en el enfoque de Simon— la Economía es una Ciencia dual: surge de las necesidades humanas, lo que se refleja en la dimensión de Ciencia Social, y adquiere después el estatuto de “Ciencia de lo Artificial”. Hace así la Economía predicciones dentro de los diseños, para incrementar los aspectos contingentes de la conducta económica. Por eso, se analiza el planteamiento que tiene de los componentes la predicción económica y se compara su postura con otros Premios Nobel, especialmente en cuanto al papel de la predicción como *test* científico de la Economía.

Un tercer paso de esta indagación lleva a considerar el papel de las prescripciones en la toma de decisiones, dentro de las Ciencias de lo Artificial, en general, y de la Economía, en particular. Porque Simon concede la primacía filosófico-metodológica a las prescripciones respecto de las predicciones y, después, tiene especial empeño en resaltar que la toma de decisiones requiere la dimensión prescriptiva. Así, destaca que, en Ciencias de Diseño como la Economía, hace falta la selección de las pautas satisfactorias —lo que se debe hacer— para alcanzar las metas propuestas².

1. PREDICCIÓN Y PRESCRIPCIÓN EN EL MODELADO DE SISTEMAS

El tema de la predicción ha sido ampliamente tratado a lo largo de las últimas décadas, tanto en el ámbito de la Ciencia, en general, como en las Ciencias de lo Artificial (en especial,

¹ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 115-128.

² Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, en COLLEN, A. y GASPARIKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, vol. 3, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, pp. 245-257.

la Economía³). Entre los temas de debate en este ámbito, cabe resaltar inicialmente una cuestión filosófico-metodológica central: el problema de si, en rigor, la predicción es un requisito imprescindible para tener “Ciencia” (una *conditio sine qua non*) o bien si sólo cabe considerarla como una condición suficiente a tal efecto.

Es un asunto que incide de lleno en la Economía, donde se ha debatido ampliamente la cuestión de si la predicción es la prueba —el *test*— para decidir el estatuto científico de la Economía. A este respecto, se ha llegado hasta el punto de proponer soluciones contrapuestas: i) la Economía puede ser considerada ya “Ciencia”, debido precisamente al éxito en las predicciones que realiza, y ii) es meramente una “disciplina”, puesto que no ha logrado aún el carácter de Ciencia, a tenor de la debilidad de sus predicciones⁴.

Al abordar estos dos aspectos del problema que, en principio, están interconectados —el papel filosófico-metodológico de la predicción en la Ciencia, en general, y su cometido como prueba (*test*) para decidir si la Economía tiene *status* de Ciencia— hay posiciones muy distintas. Diversos autores —entre ellos, Milton Friedman— le han atribuido a la predicción nada menos que la responsabilidad de dictaminar la ubicación o no de la Economía dentro de lo que denominamos “Ciencia”⁵. Esto se conoce como el problema de la “predicción como *test* científico” de la Economía y afecta de lleno a Teoría Económica (o Economía “positiva”). Así, en función de los resultados que pudieran arrojar las predicciones hechas en ese campo de la Economía, se le podría considerar como “Ciencia” o bien habría que relegarla al plano de mera disciplina.

Hay otro problema de la predicción que requiere atención filosófico-metodológica y que afecta a las Ciencias de lo Artificial en cuanto Ciencias Aplicadas⁶. Se trata de la predicción como elemento para la *resolución de problemas concretos*, que se aprecia sobre todo en el dominio de la Economía Aplicada (o “Economía Normativa”). En este caso, la predicción está al servicio de la actuación pública (*policy*), esto es, se encuentra encaminada a solventar problemas específicos (disminuir la inflación, mejorar la balanza de pagos, incrementar las exportaciones, etc.). Así, es en este campo filosófico-metodológico donde la *predicción* —anticipación del futuro— aparece acompañada de la *prescripción* (las pautas para resolver las dificultades planteadas).

1.1. La predicción asociada a la prescripción

Precisamente es en el campo de este problema —la predicción asociada a la prescripción— donde la cuestión de la *toma de decisiones* tiene mayor relevancia, puesto que el conocimiento de futuro que proporciona la predicción ha de ser utilizado para

³ Esta vertiente de Ciencia de lo Artificial de la Economía es resaltada en SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996. No obstante, la Economía es también Ciencia Social.

⁴ Un análisis de estas dos opciones contrapuestas y de otras posibilidades se lleva a cabo en GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

⁵ Cfr. FRIEDMAN, M., “The Methodology of Positive Economics”, en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953 (6ª reimpr., 1969), pp. 3-43.

⁶ Las Ciencias de lo Artificial son, en principio, Ciencias Aplicadas en cuanto están orientadas a metas y buscan la solución de problemas concretos. Sobre este asunto, véase NINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

seleccionar las pautas más adecuadas para solucionar problemas concretos (esto es, la prescripción)⁷. Esta articulación de predicción y prescripción afecta de lleno al asunto de los *modelos*, esto es, a cómo hacer el modelado de sistemas en razón de la solución de problemas concretos⁸.

Básicamente, los modelos pueden estar orientados a describir lo real (p. ej., en Teoría Económica) o bien se pueden concebir como elaborados para encauzar el futuro y dar solución a cuestiones específicas (p. ej., en Economía Aplicada). Propiamente la toma de decisiones atañe sobre todo a lo último: aparece cuando se trata de escoger lo que debe hacerse para resolver problemas (en este caso, económicos, dentro de la esfera de lo artificial). Intervienen entonces la predicción (el conocimiento acerca del futuro que se ha de tener en cuenta) y la prescripción (el deber ser de carácter operativo que está encaminado a solucionar problemas concretos).

Desde un punto de vista epistemológico, la predicción requiere un conocimiento de las variables que pueda propiciar la exactitud (*accuracy*) o la precisión (*precision*) en cuanto al evento predicho⁹. Más aún, para autores como Friedman —el influyente economista de la tendencia dominante, Nobel de Economía en 1976—, el asunto realmente crucial en relación a la predicción es el acierto en los resultados obtenidos, lo que supone un alto grado de control de las variables. Así, mediante el procesamiento de la información disponible en cada momento, utilizando el control de las variables, se busca el acierto en las predicciones a corto, medio y largo plazo.

Visto desde la Metodología, el proceso de elaboración de predicciones en la Ciencia ha experimentado un desarrollo realmente espectacular, si se compara con etapas anteriores. Esto es claro en Ciencias de las Naturaleza (Física, Química, Biología, Geología, ...), pero también se puede aplicar a las Ciencias de lo Artificial como la Economía. En ella, por un lado, se siguen utilizando predicciones cualitativas —y no han desaparecido los procedimientos intuitivos, llevados a cabo por profesionales de reconocida experiencia—¹⁰; pero, por otro lado, han avanzado los procedimientos cuantitativos en las últimas décadas (gracias a la Estadística Económica y la Econometría). Además, desde hace años, el dominio de las variables —los datos, la información y el conocimiento— pueden ser compartidos a nivel global.

⁷ Cfr. GONZALEZ, W. J., "Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach", *Theoria*, v. 13, n. 32, (1998), pp. 321-345.

⁸ Este es el eje de lo abordado en SIMON, H. A., "Prediction and Prescription in Systems Modeling", pp. 7-14. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, pp. 115-128.

⁹ Sobre las características de exactitud (*accuracy*) y precisión (*precision*) en relación con las predicciones económicas, cfr. GONZALEZ, W. J., "Análisis de la racionalidad y planteamiento de la predicción en Economía Experimental", en GONZALEZ, W. J., MARQUES, G. y AVILA, A. (eds), *Enfoques filosófico-metodológicos en Economía*, FCE, Madrid, 2002, pp. 145-172; en especial, pp. 166-169.

¹⁰ Sobre este tema, desde un punto de vista general, cfr. RESCHER, N., *Predicting the Future: An Introduction to the Theory of Forecasting*, State University New York Press, N. York, 1998. En cuanto al caso concreto de la Economía, cfr. FERNANDEZ VALBUENA, S., "Predicción y Economía", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Aspectos metodológicos de la investigación científica*, 2ª ed., Ediciones Universidad Autónoma de Madrid y Publicaciones Universidad de Murcia, Madrid-Murcia, 1990, pp. 385-405; y CLEMENTS, M. y HENDRY, D. F. (eds), *A Companion to Economic Forecasting*, Blackwell, Oxford, 2002.

Como para hacer predicciones el punto de partida es el saber disponible en el momento de llevarlas a cabo, es preciso tener en cuenta, tanto epistemológicamente como metodológicamente, aquello que ya ha sido —el conocimiento de las variables en el pasado— como base para caracterizar las tendencias futuras. La Informática, al servicio de la Estadística Económica y la Econometría, sirve de punto de apoyo y proporciona instrumentos para buscar la exactitud y la precisión de las predicciones económicas.

Ahora bien, hay que insistir en que, para Simon, la Economía es una Ciencia de lo Artificial. Más aún, que la “Economía (*economics*) exhibe en su forma más pura el componente artificial de la conducta humana, en los agentes individuales, las empresas, los mercados y la entera economía (*economy*)”¹¹. Así, la Economía —y, en consecuencia, las predicciones económicas— han de tomar en consideración que no es, sin más, una Ciencia Social, puesto que trabaja con entidades y diseños que son artificiales. Será conveniente, por consiguiente, al tratar de la predicción y la prescripción en Economía el contemplar la faceta de Ciencia de lo Artificial (esto es, la componente de Ciencia de Diseño).

1.2. Características generales de la predicción científica

Habitualmente, la predicción científica se ha entendido, en términos generales, como un enunciado acerca de un acontecimiento futuro, de modo que el contenido cognitivo puede ser genérico (p. ej., una tendencia) o preciso (p. ej., un acontecimiento). El interés predictivo puede ser tanto teórico como práctico. Así, al hacer una predicción en la Ciencia nos puede interesar saber qué efectos se seguirán de un fenómeno natural o el conocer las posibles consecuencias de las decisiones que podamos tomar en mercados bursátiles. Con este *enunciado de futuro*, en el caso de toma de decisiones económicas, se busca poder reducir la incertidumbre y, en su caso, ser capaces de aplicar medidas preventivas o correctoras que impidan o al menos reduzcan las consecuencias no deseadas. Concebida de este modo, la predicción científica no sería un “argumento”; que es una caracterización que sí se ha propuesto con frecuencia para el caso de las explicaciones científicas¹².

Como *rasgos generales* filosófico-metodológicos de la predicción científica cabe enumerar los siguientes¹³. 1) Semánticamente, la predicción científica es un enunciado acerca del futuro. El contenido del término —su sentido— es una *anticipación*, que puede ser ontológica (algo ahora no existente) o bien epistemológica (algo actualmente no conocido), y

¹¹ SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª edic., p. 25.

¹² Sobre este asunto ha insistido Wesley C. Salmon, que ha resaltado cómo para los empiristas lógicos (Carl Gustav Hempel y Paul Oppenheim) la explicación científica era entendida como *argumento*: “Toda explicación aceptable ha de satisfacer dos características decisivas. La primera es que debe ser o un argumento deductivo válido o un argumento inductivo correcto; esta ampliación de la primera condición de adecuación de Hempel-Oppenheim se requiere para dar cabida a las explicaciones estadístico-inductivas. La segunda es que debe contener una ley universal. Las leyes universales son generalizaciones universales y las leyes estadísticas son generalizaciones estadísticas. Las explicaciones se pueden también distinguir en términos de la clase de hechos que pretenden explicar, esto es, bien sean hechos particulares o bien regularidades universales”, SALMON, W. C., “Explicación causal frente a no causal”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Diversidad de la explicación científica*, Ariel, Barcelona, 2002, p. 100.

¹³ Se sigue aquí lo expuesto en GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, pp. 105-106. Sobre este tema puede verse asimismo GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 329.

su referencia puede ser un hecho nuevo o un fenómeno todavía no observado¹⁴ 2) Desde el punto de vista lógico, la “predicción científica” es *asimétrica* o estructuralmente distinta de la “explicación científica”. (Esto es claro cuando se plantea la explicación como “argumento”, pero también lo es si se plantea como respuesta a la pregunta ¿por qué?).

3) Epistemológicamente, la predicción requiere una base empírica que la sustente. Además, ha de insertarse en una teoría científica, de manera que proporcione una base razonable para la predicción práctica¹⁵. Por consiguiente, hace falta *razones* que apoyen la predicción científica que se enuncie: sin racionalidad no sería “científica”. 4) Metodológicamente, sigue siendo una cuestión debatida si la predicción tiene más peso para la *confirmación* científica que la acomodación a los hechos ya conocidos. Sucede que, intuitivamente, parece que la predicción de eventos —que versa sobre algo futuro— es más difícil que la acomodación a lo actualmente conocido y esto hace que, en diversas disciplinas (como pueden ser la Teoría Económica y la Econometría dominante) resalten más la predicción que otras formas de evaluación científica.

5) Ontológicamente, no todos los fenómenos de la Ciencia están relacionados con la predicción. Hay así un campo para la “explicación” o la “comprensión” que no aparece vinculado al *futuro*¹⁶ (de este modo, puede ser muy importante comprender la toma de decisiones en una empresa como proceso racional, sin enlazarlo directamente con algo de futuro). 6) Desde una perspectiva axiológica, es claro que la predicción tiene un papel importante en la Ciencia, sobre todo en las Ciencias Aplicadas, en cualquiera de los tres territorios empíricos (Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales o Ciencias de lo Artificial). Así, los valores de exactitud (*accuracy*) y precisión (*precision*) son muy apreciados en la Economía Aplicada.

1.3. Rasgos de la predicción en las Ciencias Sociales

Siguiendo estas líneas sobre predicción científica, en cuanto que atañen a la Ciencia en general, se puede profundizar para incidir de manera expresa en la predicción en las Ciencias Sociales. A este respecto, me parece que reviste particular interés el eje del planteamiento de Wesley C. Salmon, que es adaptado a las Ciencias Sociales por Merrilee H. Salmon. Se basa en la existencia de una *asimetría* entre explicación y predicción (es decir, no son dos procesos equivalentes desde el punto de vista lógico) y en la posibilidad

¹⁴ Para hacer una predicción científica no es requisito imprescindible que la *existencia* de lo predicho sea posterior al enunciado predictivo. Así, resulta legítimo hablar de predicción cuando se enuncia de antemano un evento social o económico que, en términos estrictos, puede ya estar dándose en el mundo. En otras palabras, hubo predicción científica cuando en Astronomía se enunció que había otro planeta, llamado “Neptuno”, aun cuando este planeta existía mucho antes del enunciado. Era un “hecho nuevo” para el científico, pero no en sí mismo considerado.

¹⁵ “Typically there will be an infinite array of generalisations which are compatible with the available observational evidence, and which are therefore, as yet, unrefuted. If we were free to choose arbitrarily from among all the unrefuted alternatives, we could predict anything whatever. If there were no rational basis for choosing from among all the unrefuted alternatives, then, as I think Popper would agree, there would be no such thing as rational prediction,” SALMON, W. C., “Rational Prediction”, *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 32, (1981), p. 117.

¹⁶ Cfr. GONZALEZ, W. J., “From *Erklären-Verstehen* to *Prediction-Understanding*: The Methodological Framework in Economics”, en SINTONEN, M., YLIKOSKI, P. y MILLER, K. (eds), *Realism in Action: Essays in the Philosophy of Social Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 2003, pp. 33-50.

de tener una *explicación causal* en las Ciencias Sociales que pueda ser equiparable a la existente en Ciencias de la Naturaleza (esto es, la aceptación de una explicación causal naturalista en casos de eventos sociales). Considero que Merrilee Salmon apunta algunas ideas relevantes para la *predicción científica* de eventos sociales. Las más importantes pueden sintetizarse en varios puntos¹⁷.

i) Es *posible* la predicción en Ciencias Sociales¹⁸, de modo que no se reduce la predicción científica al campo de las Ciencias de la Naturaleza. Con todo, la predicción científico-social es una tarea compleja, que ordinariamente puede ser más difícil que la predicción científico-natural y depende de la existencia de regularidades sociales¹⁹.

ii) Semánticamente, “predicción” es una palabra que se entiende normalmente como el contenido de un *enunciado* acerca del futuro²⁰. Así, su sentido (*sense*) es algo relacionado con el futuro (se descarta así la llamada “predicción del pasado” o la eventual “predicción del presente”) y la referencia (*reference*) de la predicción es, en principio, un tipo de “hecho nuevo” (de modo que no es necesariamente una novedad estrictamente temporal)²¹.

iii) Desde la perspectiva de la Lógica, “explicación” y “predicción” son dos procesos asimétricos²². La diferencia entre explicación y predicción rebasa la diferencia temporal —la anisotropía—, para llegar a alcanzar el nivel de una diferencia en el plano estructural, como Wesley Salmon insistió en los últimos años²³. iv) Atendiendo a la Epistemología, la predicción social posee el apoyo de un soporte empírico (incluso en el lenguaje ordinario: la persona predecible es quien resulta fiable); y las teorías científicas pueden proporcionar bases razonables para la predicción práctica, puesto que hay generalizaciones que cuentan con base empírica²⁴.

v) Planteado desde la Metodología de la Ciencia, parece claro que el proceso de predecir el futuro social no puede ser de puro deductivismo —la inferencia a partir de unas pocas premisas—, si hemos de hacer justicia al problema de la predicción racional en contextos

¹⁷ La enumeración de los rasgos se basa en GONZALEZ, W. J., “Sobre la predicción en Ciencias Sociales: Análisis de la propuesta de Merrilee Salmon”, *Enrahonar*, v. 37, (2005), pp. 190-191.

¹⁸ “If people were completely unpredictable, social life would break down altogether”, SALMON, M. H., “Philosophy of Social Sciences”, en SALMON, M. H. ET AL., *Introduction to the Philosophy of Science*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1992, p. 406.

¹⁹ “The question, however, is not whether theories in the social sciences are as advanced as those of physics —clearly they are not. The question is whether can be laws of social science”, SALMON, M. H., “Philosophy of Social Sciences”, en SALMON, M. H. ET AL., *Introduction to the Philosophy of Science*, p. 416. Posteriormente añade que “with the advance of statistical techniques, social scientists have been able to measure and quantify features of social life, and to study important relationships that hold between various quantities, but we are still far from agreement about what features of social life can be ignored, even temporarily, in choosing features to quantify”, SALMON, M. H., “Philosophy of Social Sciences”, p. 424.

²⁰ “A prediction is merely a statement about the future”, SALMON, W. C., “On the Alleged Temporal Anisotropy of Explanation”, en EARMAN, J., JANIS, A., MASSEY, G. y RESCHER, N. (eds), *Philosophical Problems of the Internal and External Worlds*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1993, p. 232.

²¹ Sobre los tipos de “hechos nuevos”, cfr. GONZALEZ, W. J., “Lakatos’s Approach on Prediction and Novel Facts”, *Theoria*, v. 16, n. 42, (2001), pp. 499-518; en especial, p. 506.

²² “As such, a prediction could not be an explanation, for an explanation, according to Peter [Carl G. Hempel] is an argument”, SALMON, W. C., “On the Alleged Temporal Anisotropy of Explanation”, en EARMAN, J., JANIS, A., MASSEY, G. y RESCHER, N. (eds), *Philosophical Problems of the Internal and External Worlds*, p. 232.

²³ Cfr. SALMON, W. C., “On the Alleged Temporal Anisotropy of Explanation”, pp. 229-248.

²⁴ Cfr. SALMON, W. C., “Rational Prediction”, p. 117.

de toma de decisiones prácticas²⁵, que es precisamente lo que le interesa a Herbert Simon. vi) A tenor de una vertiente ontológica, hay que admitir una matización en “predicción de futuro”: la realidad misma que es predicha no necesita tener *eo ipso* existencia posterior al acto de hacer la predicción²⁶. Así, es legítimo decir de antemano un fenómeno social que, en rigor, ya se está dando pero que no esté comprobado (como fue el caso en Astronomía con la predicción del planeta Neptuno o en Mecánica Cuántica con la existencia del neutrino).

vii) Ya desde una perspectiva axiológica —los valores que modulan los fines científicos—, se puede afirmar que la predicción es un objetivo *inter alia* de las Ciencias Sociales, pero no necesariamente el principal o prioritario²⁷. viii) En cuanto a los valores éticos, hay un nexo entre la predicción científico-social y estos valores, en la medida en que la predicción puede estar relacionada con la prescripción y, por tanto, incide sobre qué podría hacerse para evitar efectos peligrosos²⁸.

2. EL CASO DE LA ECONOMÍA: DE LAS CIENCIAS SOCIALES A LAS CIENCIAS DE LO ARTIFICIAL

Ofrece la Economía una situación particularmente atractiva desde el punto de vista de su incidencia para la toma de decisiones. Por un lado, ha sido ubicada —lo es habitualmente— en el contexto de las Ciencias Sociales, tanto por sí misma como a tenor de sus nexos con otras disciplinas de este ámbito (Sociología, Ciencia Política, Derecho, Psicología, etc.). Y, por otro lado, la Economía es —para Simon— un ejemplo muy destacado —quizá el más influyente— de “Ciencia de lo Artificial”. De hecho, considera “artificiales” tanto el entorno interno de la Economía (la conducta adaptativa de los agentes individuales, las empresas, los mercados, etc.) como la esfera externa (la conducta racionalmente adaptativa de los otros agentes, empresas, mercados, ...) ²⁹.

A partir de esta estructura dual de la Economía —Ciencia Social y Ciencia de lo Artificial— cabe modular, primero, el cometido de la predicción y, después, el papel de la prescripción. Esto supone que hay en la actividad económica una base de necesidades humanas, propias de un contexto social (alimentación, vivienda, vestido, etc.), a las que

²⁵ Cfr. SALMON, W. C., “Rational Prediction”, p. 125. “Science is inevitably inductive in matters of intellectual curiosity as well as practical prediction. It *may* be possible to excise all inductive ingredients from science, but if the operation were successful, the patient (science), deprived of all inductive import, would die”, SALMON, W. C., “Rational Prediction”, p. 125.

²⁶ “Humans, if they are informed of predictions of their behavior, sometimes can and do thwart those predictions. No one likes being thought of as utterly predictable. (...) Being predictable seems to conflict with our sense of autonomy and spontaneity. For pragmatic reasons, business and governments do not want their competitors to regard them as too predictable, and so those in power employ many strategies to keep opposition guessing. Obviously, the value humans place on spontaneity can interfere with successful prediction.

Without denying the force of the ability to thwart predictions or the possibility of free will, we must notice that our ordinary everyday social interaction with others involves a great deal of successful prediction. To call someone ‘reliable’ does not carry the same negative connotation as to call the person ‘predictable’, but the behavior described by the two words is the same”, SALMON, M. H., “Philosophy of Social Sciences”, pp. 405-406.

²⁷ Aun cuando “some extravagant claims of behaviorism might support to the view that prediction and control of behavior is the aim of human science, this view is inadequate. (...). The primary aim of science is the acquisition of knowledge about the world”, SALMON, M. H., “Philosophy of Social Sciences”, p. 422.

²⁸ La preocupación ética acerca del futuro es clara en la posición analizada, en la medida en que su postura resalta que el conocimiento de las causas es crucial para modificar la conducta social que es peligrosa y destructiva, cfr. SALMON, M. H., “La explicación causal en Ciencias Sociales”, p. 179.

²⁹ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 25.

se añade después un amplio abanico de posibilidades, debido precisamente a los diseños artificiales. Con ellos se dilata el territorio de lo contingente, hasta el punto de quedar siempre abierto. Esa doble vertiente de la Economía permite que lo construido —el campo artificial— expanda la naturaleza social humana, potenciando las posibilidades de bienes y servicios, oferta y demanda, etc. Si bien Simon no pone empeño en deslindar esas dos vertientes y se centra en la conducta humana en cuanto toma decisiones, sean éstas sobre algo netamente “social” (lo propio de necesidades humanas) o, en su caso, claramente “artificial” (lo diseñado para expandir lo contingente).

2.1. Componentes de la predicción económica en Herbert Simon

Tras los rasgos generales de “predicción científica” y la posterior especificación de esos elementos en el caso de la predicción en las Ciencias Sociales —factores que atañen a la Economía en cuanto Ciencia Social—, es el momento de enumerar una serie de características de la predicción en Economía, según aparece en el planteamiento de Herbert Simon. En ella se perciben los rasgos como Ciencia de lo Artificial, que se ponen de manifiesto cuando la prescripción —el plano de lo que debe hacerse— se articula con la predicción (el conocimiento del futuro posible).

Una articulación temática de su concepción sobre la predicción económica se encuentra en los trabajos de Wenceslao J. González, donde se contemplan los diversos componentes filosófico-metodológicos del enfoque de Simon al respecto: los elementos semánticos, lógicos, epistemológicos y metodológicos. Advierte asimismo que, cuando se profundiza en su concepción, aparecen varios niveles de análisis epistemológico-metodológicos, que corresponden a los sucesivos planos sobre racionalidad (la Ciencia, en general; la Economía, en cuanto disciplina científica; y los agentes que toman decisiones económicas)³⁰.

Entre esos niveles temáticos hay dos que interesan aquí, que aparecen frecuentemente entrelazados. En primer lugar, la predicción económica en el contexto del debate sobre el uso de la predicción como test del carácter científico de la Economía. La posición de Simon se sitúa en lo que denomina “actitud de cautela” (*wary attitude*). Considera que hemos de ser cautos o precavidos cuando se utiliza la predicción como prueba de la científicidad de la Economía. Así, prefiere resaltar la importancia de comprender los mecanismos económicos en vez de insistir sobre el cometido de la predicción³¹. Esto enlaza, además, con su idea de conceder más relevancia a la prescripción que a la predicción³². En segundo término, la predicción económica aparece relacionada con la conducta de los agentes económicos, quienes han de tomar decisiones en situaciones de incertidumbre. Este Premio Nobel subraya la dimensión empírica de la conducta de los agentes económicos, un aspecto que conecta con sus propuestas sobre Economía y Psicología, como se advierte en los componentes de la predicción económica³³.

³⁰ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96; en especial, pp. 66-68 y 83-86.

³¹ Cfr. SIMON, H. A., “The State of Economic Science”, en SICHEL, W. (ed), *The State of Economic Science. Views of Six Nobel Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, MI, 1989, pp. 97-110.

³² Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, pp. 7-14.

³³ Sobre los componentes de la predicción económica en Simon, se sigue aquí el análisis de GONZALEZ, W. J., “Prediction as Scientific Test of Economics”, en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, pp. 91-92.

Desde el punto de vista semántico, Simon entiende que la “predicción” es una manera de anticiparse a los acontecimientos futuros. Se basa en el conocimiento que tenemos en el momento presente de un mundo complejo, donde interviene la incertidumbre. Sin embargo, no establece un nexo directo entre la predicción económica y los acontecimientos futuros, pues considera que puede servir para realizar contrastaciones empíricas con independencia del factor temporal (esto es, plantea la idea de “predicciones” como meras implicaciones contrastables de presente o, incluso, de pasado). Con todo, distingue entre lo que es la vertiente cognitiva de la “predicción” y la actividad de tipo pragmático que corresponde a la “planificación”³⁴.

Cuando se acude al punto de vista lógico, la postura de Simon sobre la predicción económica se complica. Así, aun cuando a veces parece tener sintonía con la formación lógico-metodológica que recibió en su paso por la Universidad de Chicago³⁵, sin embargo no ve con una estructura simétrica a los conceptos de “explicación” y “predicción”³⁶. Tiende a la tesis de la asimetría explicación-predicción en la medida en que pone en duda la posibilidad de desarrollar una teoría de la toma de decisiones que tenga la capacidad de realizar predicciones en sentido estricto. A su juicio, la incertidumbre es incompatible con las meras inferencias deductivas hacia el futuro y, además, establece diferencias entre los modelos de Ciencias de la Naturaleza y de las Ciencias Sociales³⁷, lo que supone a su vez diferencias con los modelos de Ciencias de lo Artificial.

Parece claro que, para Simon, la experiencia tiene un papel importante como base epistemológica de la predicción en Economía. Defiende reiteradamente la necesidad de objetividad en relación al conocimiento de la realidad y rechaza las formulaciones del conocimiento económico como algo a priori. Así, desde el punto de vista epistemológico, sus opiniones se acercan al Empirismo lógico en ciertos momentos³⁸, aunque en otras ocasiones se muestra crítico respecto a esta corriente.

Metodológicamente, Simon presenta la predicción económica con una estructura bien definida: i) sostiene la insuficiencia de las deducciones puras, lo que deja la puerta abierta a la inducción; ii) propone la necesidad de realismo en los supuestos, factor que favorece una perspectiva metodológica no instrumentalista (distinta, por tanto, de Friedman); y iii) resalta la importancia del trabajo interdisciplinar (la conexión de la Economía con la Psicología y

³⁴ Lo hace, además, cuando trata del modelado de sistemas: “Our practical concern in planning for the future is what we must do *now* to bring that future about. We use our future goals to detect what may be irreversible present actions that we must avoid and to disclose gaps in our knowledge (...) that must be closed soon so that choices may be made later,” SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 11.

³⁵ Rudolf Carnap tuvo influencia directa en su formación, cfr. SIMON, H. A., *Models of my Life*, Basic Books-HaperCollins, N. York, 1991, pp. 51, 53-54 y 75.

³⁶ El tema de la simetría y asimetría de la explicación y la predicción tiene una larga tradición en Filosofía de la Ciencia. Incluso autores que, inicialmente, estaban formados en el Empirismo lógico han defendido después la “tesis de la asimetría”. Un caso destacado es SALMON, W., “On the Alleged Temporal Anisotropy of Explanation”, en EARMAN, J., JANIS, A. MASSEY, G. y RESCHER, N. (eds), *Philosophical Problems of the Internal and External Worlds*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1993, pp. 229-248.

³⁷ Cfr. SIMON, H., “Rational Decision Making in Business Organizations”, *American Economic Review*, v. 69, n. 4, (1979), p. 510.

³⁸ “Assumptions to be supported by publicly repeatable observations that are obtained and analyzed objectively”, SIMON, H., “Rationality in Psychology and Economics”, en HOGARTH, R. M. y REDER, M. W. (eds), *Rational Choice. The Contrast between Economics and Psychology*, The University of Chicago Press, Chicago, 1987, p. 28.

con la Inteligencia Artificial), componente que ofrece un margen amplio para la predicción económica dentro de las Ciencias Sociales³⁹.

2.2. Interpretaciones de la predicción y la Economía en cuanto Ciencia

A partir de la caracterización de “predicción científica”, la especificación para la predicción en Ciencias Sociales y su concreción para la Economía, se puede avanzar hacia el análisis de las interpretaciones de los rasgos de la “predicción” en el campo económico. A este respecto, se han dado variaciones sobre cuáles deben ser las notas de la predicción en Economía, especialmente cuando se ha tratado de dirimir su papel como test científico. Así, las interpretaciones van desde la aportación de Milton Friedman, para quien el éxito en los resultados de la predicción es fundamental para que, en rigor, se considere “Ciencia” a la Economía, hasta el punto de vista de Herbert Simon, que mantiene algo bien distinto: se puede prescindir de la exactitud de tales aciertos predictivos y, sin embargo, la Economía puede estar en condiciones de extraer conclusiones relevantes para la actuación pública (policy)⁴⁰.

Estos planteamientos sobre el papel de la predicción en Economía y su uso como test científico se presentan en forma de cuatro enfoques epistemológico-metodológicos: en primer lugar se encuentra la “tesis predictivista” de Milton Friedman (Nobel en 1976); en segundo término está la opción “cuasi-científica” de Sir John Hicks (Nobel en 1972); en tercera instancia se halla la “postura dualista” de James Buchanan (Nobel en 1986) y, por último —como planteamiento más cercano a la realidad económica— se localiza la “actitud de cautela” de Herbert A. Simon (Nobel en 1978)⁴¹.

La “tesis predictivista” de Milton Friedman reflexiona sobre el papel de la predicción en la Ciencia con relación a dos cuestiones principales: si es el objetivo final de toda Ciencia el predecir acontecimientos futuros y si la exactitud de las predicciones representa la prueba definitiva para admitir dentro del ámbito científico una determinada rama del saber. Su conclusión es que, efectivamente, el fin último de la Ciencia Positiva consiste en desarrollar teorías que aporten predicciones con éxito acerca de fenómenos que todavía no han sido observados. Pero, además, el hecho de acertar en tales predicciones sirve para determinar si un ámbito del saber puede ser considerado como “Ciencia”.

Para Friedman, no podrá formar parte del ámbito científico —y quedará relegada a un segundo plano— aquella actividad encaminada a aumentar el conocimiento en una determinada área que no consiga anticipar qué va a ocurrir en el futuro, puesto que el fin último de toda teoría científica está en realizar predicciones acertadas. A partir de esas premisas, Friedman asume como modelo científico la predicción y la Metodología que se aplican en Ciencias de la Naturaleza como la Física. Si la Economía no se ajusta a estos modelos, no podrá ser considerada genuina Ciencia⁴².

³⁹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions”, *Poznan Studies in the Philosophy of Science*, v. 61, (1997), pp. 205-232; especialmente, pp. 219-221.

⁴⁰ Cfr. SIMON, H. A., “On the Possibility of Accurate Public Prediction”, *Journal of Socio-Economics*, v. 26, n. 2, (1997), pp. 127-132.

⁴¹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, *Theoria*, v. 13, n. 2, (1998), pp. 321-345; en especial, pp. 323-328.

⁴² Cfr. FRIEDMAN, M., “The Methodology of Positive Economics”, en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953, (6ª ed. 1969), pp. 4-9.

Dentro también de coordenadas de la tendencia dominante —la neoclásica—, el enfoque “cuasi-científico” de John Hicks —otro Nobel de Economía— hace hincapié precisamente en el hecho de que la Economía y la Física pertenecen a dominios de la realidad diferentes, con Metodologías distintas. Para Hicks, los hechos que analiza la Economía no son permanentes o repetibles, como pueden serlo diversos hechos que suceden en la Naturaleza, sino que son fenómenos cambiantes; y, por tanto, su predicción resulta mucho más complicada.

Esta imposibilidad de rigor en la predicción —al menos en sentido estricto: como cometido científico— le lleva a Hicks a concluir que la Economía no tiene como fin último el acierto en la predicción de acontecimientos futuros. Al considerar que aún no es “Ciencia”, se distancia a la Economía respecto de las Ciencias que sí son capaces de estudiar el comportamiento de fenómenos repetibles. En este sentido, a la Economía Hicks la considera como situada al borde de la Ciencia: la ve como una mera “disciplina” que, en alguna de sus vertientes de estudio, utiliza métodos científicos⁴³.

Sobre el papel de la predicción como test científico cabe también resaltar la denominada “postura dualista” de James Buchanan. Este Premio Nobel de Economía tiene una posición dual: si bien acepta el papel de la predicción como garantía de carácter científico, resulta que hace una distinción de la Economía en dos planos epistemológico-metodológicos distintos: uno es objetivo y el otro es subjetivo. En el primero hay predicciones y, además, poseen carácter científico; mientras que, en el segundo, no estaríamos dentro de un ámbito de predicción que posibilite el hacer genuina “Ciencia”. Se reconcilia así con las dos posturas que pugnan por definir el estatuto científico de la Economía: la tesis que admite que la Economía es una Ciencia y la opción que, por ahora, lo rechaza⁴⁴.

Si se comparan estas tres interpretaciones acerca de la predicción en Economía (la “tesis predictivista”, la opción “cuasi-científica” y la “postura dualista”) con la “actitud de cautela” de Simon —expuesta en el epígrafe precedente—, se advierten una serie de consecuencias para la toma de decisiones. 1) La tesis predictivista de Friedman permitiría garantizar la fiabilidad del conocimiento del futuro, lo que automáticamente menguaría la incertidumbre en la toma de decisiones. 2) La opción cuasi-científica de Hicks nos deja en la debilidad predictiva y su carácter condicional, un planteamiento que lleva a un amplio margen de incertidumbre para tomar decisiones. 3) La postura dualista de Buchanan nos sitúa en la disyuntiva: la Economía muy impersonal y abstracta sería predictiva en términos científicos, mientras que la Economía relacionada con los agentes no tendría garantía de objetividad, lo que repercutiría directamente en el proceso de toma de decisiones. 4) La actitud de cautela de Simon se mueve en una línea distinta a los anteriores: lo importante es comprender los mecanismos —los procesos— de la Economía y de los agentes económicos, en lugar de resaltar el acierto al predecir. De este modo, observa la conducta de los agentes, quienes ordinariamente han de decidir en condiciones de incertidumbre.

Simon se muestra precavido ante los planteamientos de Ciencias Sociales y de Ciencias de lo Artificial, como la Economía, que asumen la idea de predicción fiable como sinónimo

⁴³ Cfr. HICKS, J., “Is Economics a Science?”, en BARANZINI, M. y SCAZZIERI, R. (eds), *Foundations of Economics. Structures of Inquiry and Economic Theory*, B. Blackwell, Oxford, 1986, p. 100.

⁴⁴ Cfr. BUCHANAN, J. M., “The Domain of Subjective Economics: Between Predictive Science and Moral Philosophy”, en BUCHANAN, J. M., *Economics: Between Predictive Science and Moral Philosophy*, Texas A & M University Press, College Station, 1987, pp. 68-70.

de tener genuina Ciencia y, paralelamente, se centran en el papel de la predicción como objetivo (*aim*) que ha de guiar la actividad científica. A su modo de ver, se puede afirmar que la realidad de la Economía otorga un papel mucho menos decisivo al hecho de enunciar los acontecimientos económicos futuros. Su visión de la Economía, en general, y de la conducta económica de los agentes, en particular, otorga un cometido más rico en matices, donde predecir no es lo principal y ha de propiciar la prescripción.

A mi juicio, parece claro que el planteamiento de Friedman resulta demasiado radical: lo es por el enfoque polarizado hacia la primacía Metodológica y Axiológica de la predicción, donde el objetivo último de la Ciencia es el desarrollar teorías o hipótesis que proporcionen predicciones sobre fenómenos no observados. Porque “ni las teorías científicas, en general, ni las teorías económicas, en particular, pueden verse reducidas a la única meta de hacer predicciones. El lenguaje, la estructura y el conocimiento de la Ciencia no son meros instrumentos para desarrollar una Metodología de la predicción: también buscan acomodarse a los hechos reales, para tratar de darles una ‘explicación’ (*explanation*) o bien lograr su ‘comprensión’ (*understanding*)”⁴⁵.

Paralelamente, esta realidad es más compleja de lo que Simon da a entender cuando se restringe a la “conducta económica”, pues la Economía tiene —al menos— dos vertientes: de una parte, la actividad económica en sí misma considerada; y, de otra parte, la interacción de esa actividad con otras propias de los humanos en sociedad (actividades culturales, sociales, políticas, ecológicas, etc.)⁴⁶. De ahí que, al ser la Economía una actividad asociada al quehacer humano inserto en un entorno de interdependencias, el propio hecho de predecir un acontecimiento puede hacer variar el comportamiento de la gente. Esto podría provocar un cambio en la situación y la necesidad de corregir lo predicho⁴⁷.

Cuando se tiene en cuenta toda la realidad de la investigación científica, no parece correcto plantear la predicción como fin último de la Ciencia de la Economía. Por un lado, la Ciencia no debe quedarse en el mero plano de la descripción y la evaluación de los hechos que estudia (sean sociales o artificiales), pues ha de comprender los acontecimientos y prescribir actuaciones adecuadas, según pautas bien fundadas, sobre todo en Ciencias Aplicadas como la Economía. Y, por otro lado, para aplicar el criterio de “exactitud” en las predicciones como test científico, habría que realizar predicciones con un mínimo nivel de error. Esto supone que sería conveniente tener controladas todas las variables que intervienen en un acontecimiento. Este control de las variables, con la complejidad de la actividad humana que comporta la Economía y sus interacciones con otras actividades humanas, es francamente complicado y difícil de alcanzar.

En este sentido, existe una distinción entre los distintos grados de anticipación que se pueden dar en asuntos relacionados con la actividad económica. Estos serían la “previsión”, la “predicción”, el “pronóstico” y el “planeamiento” o “planificación”. En primer lugar, la

⁴⁵ GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 324.

⁴⁶ Cfr. GONZALEZ, W. J., “On the Theoretical Basis of Prediction in Economics”, *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228.

⁴⁷ Este problema le preocupó a Simon en el ámbito de la Ciencia Política, SIMON, H. A., “Bandwagon and Underdog Effects and the Possibility of Election Predictions”, *Public Opinion Quarterly*, v. 18, (1954), pp. 245-253. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Man*, J. Wiley, N. York, 1957, pp. 79-87. También compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 1: *Economic Analysis and Public Policy*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 460-468.

previsión implica el claro control de alguna variable que intervenga en el acontecimiento previsto. En segundo término, la predicción comporta que alguna de las variables con las que formamos nuestra hipótesis no está controlada. En tercera instancia, el pronóstico puede ser identificado como una predicción que lleva asociada un cierto margen de error. Por último, la planificación es un concepto distinto, en cuanto que es dirección de la acción. El planeamiento supone el cálculo y la asignación de recursos, una vez que tenemos hechas las previsiones, las predicciones y los pronósticos⁴⁸.

Esto significa que no hay una única forma de plantear las hipótesis de futuro en Economía y que el grado de exactitud que cabe esperar de nuestros cálculos ha de ser planteado de una forma realista, partiendo de un horizonte posible (corto, medio o largo plazo) y una modulación a partir del grado de control de las variables que intervienen. En consecuencia, la toma de decisiones de los agentes económicos no se mueve ordinariamente en la órbita de la “previsión”, sino que lo normal es decidir dentro del marco de “pronóstico”, lo que incorpora de suyo margen de error y, por tanto, incertidumbre.

3. SIMON ANTE LA DUALIDAD METODOLÓGICA PREDICCIÓN-PRESCRIPCIÓN

Herbert Simon establece un planteamiento epistemológico y metodológico más adecuado que Friedman, en la medida en que insiste en la importancia de tener una base empírica para la Economía y rechaza que pueda haber rigor si se descarta el realismo en los supuestos de los modelos económicos. En cierto sentido, propone una nueva concepción filosófico-metodológica del papel de la predicción en Economía: a) al reclamar cautela ante su uso como test científico y b) al proclamar la mayor relevancia de la prescripción sobre la predicción. Por un lado, entiende que el cometido de la Teoría Económica no es tanto el enunciar con éxito acontecimientos futuros como el comprender los mecanismos que explican fenómenos presentes y del pasado. Y, por otro lado, le interesa el papel de la predicción en cuanto contribuye a la solución de problemas concretos (en la medida en que ayuda a la tarea de las prescripciones)⁴⁹.

Simon concibe un esquema que se concilia mucho más con la realidad que otros planteamientos acerca de la Economía⁵⁰. Esto es posible porque describe la racionalidad humana como limitada⁵¹. De este modo, su enfoque es más ajustado a los hechos en el cómo analiza la posibilidad de calcular las consecuencias que se puedan derivar de nuestra conducta económica o de nuestra capacidad para afrontar la incertidumbre. Esta información empírica quiere ponerla en relación con la predicción económica: el agente económico real no maximiza por lo general, sino que normalmente sólo satisface ciertas expectativas.

La posibilidad de realizar predicciones fiables —exactas y precisas— se ve dificultada por varios tipos de limitaciones: i) las propias del ser humano —la capacidad de computación— a la hora de tener en cuenta las posibles alternativas que se deriven de nuestras

⁴⁸ Cfr. FERNANDEZ VALBUENA, S., “Predicción y Economía”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Aspectos metodológicos de la investigación científica*, Publicaciones Universidad de Murcia y Editorial Universidad Autónoma de Madrid, Murcia-Madrid, 1990, pp. 388-389.

⁴⁹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 326-327.

⁵⁰ Cfr. “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 327.

⁵¹ Cfr. SIMON, H. A., “La racionalidad limitada en Ciencias Sociales: hoy y mañana”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 97-110.

decisiones; ii) las restricciones de conocimiento que derivan de la dificultad de disponer de toda la información necesaria para llevar a cabo un análisis completo de los posibles acontecimientos; y iii) las debidas al hecho de la complejidad inherente de determinadas situaciones. Pero, además de esto, hay que tener en cuenta la diversidad de factores: iv) la amplia gama de variables que intervienen en las acciones humanas. Las variables dependen mucho del ámbito interno, pero están también expuestas a factores externos al proceso, que a veces son difíciles de controlar de forma cuantitativa.

Vista la dificultad de conseguir la información empírica sólida para la predicción —el conocimiento acerca del futuro— en un campo tan relacionado con la actividad humana como es el económico, Simon se plantea la conveniencia de centrarse en tratar de conocer el pasado o el presente. De esta manera, comprendiendo los aciertos y los errores de las consecuencias de nuestras acciones, podremos tomar medidas para corregirlos en el futuro. Esta cuestión es, para este premio Nobel, lo realmente importante. Es decir, en relación al futuro, lo fundamental —a su juicio— es saber cómo hay que actuar, tratando de evitar posibles efectos indeseados en el curso de nuestras acciones. Esto se consigue por medio de la prescripción, al establecer qué medios son necesarios para la consecución de los fines que nos hemos propuesto alcanzar. Y, desde este punto de vista, la predicción podría ayudar a establecer cuáles son esos fines u objetivos deseables o convenientes⁵².

Simon llega a esta conclusión, entre otras cosas, después de haber visto los resultados del trabajo que se hizo durante décadas con el modelado de sistemas⁵³. La elaboración de modelos ha sido el instrumento principal empleado para el estudio de sistemas complejos. Los modelos son de utilidad a la hora de representar aquellas situaciones que tratamos de analizar, bien sea en el campo “descriptivo” (explicar y predecir) o en el territorio “normativo” (prescribir). A través de los modelos se presenta un cuadro simplificado de la realidad, tanto si se desea describir fenómenos como si se trata de construir situaciones a las que deseamos llegar. Se obtiene el modelo tratando de separar lo esencial de aquello que no lo es y se busca que nos permita hacer las inferencias que realmente son importantes para nuestros fines, sean “descriptivos” o “prescriptivos”.

Ahora bien, puede haber modelos que sirvan para una función “descriptiva” de carácter explicativo, pero que no tengan mucha capacidad predictiva o, al menos, no hayan sido concebidos con esa finalidad (p. ej., la Teoría de la Evolución por selección natural). También puede darse que haya modelos “descriptivos” que son satisfactorios a los efectos de la predicción (p. ej., en Estadística Económica o en Econometría), pero que estén *de facto* demasiado simplificados o idealizados, debido precisamente a ser utilizados para la predicción, y que, en razón de esa simplificación, no sirven de manera eficaz como premisas de una explicación científica⁵⁴.

Desde el principio, el uso del modelado de sistemas ha arrojado resultados interesantes en Ciencias como la Física, donde el diseño de sistemas lineales, que hacía posible su manejo por medio de ordenadores, era suficiente para la elaboración de ciertas teorías. Pero todo esto ha cambiado, debido al intenso desarrollo de la teoría del caos, especialmente

⁵² Cfr. SIMON, H. A., “Rationality in Psychology and Economics”, *The Journal of Business*, v. 59, n. 4, (1986); compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 368-369.

⁵³ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, pp. 7-14.

⁵⁴ Cfr. NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 7-8.

en la década de los años 80. Se utilizaron entonces ideas sobre “sistemas que se bifurcan” (*bifurcating systems*), “solitrones” (*solitrons*), fuerzas de “atractores extraños” (*strange attractors*) y “fractales”. Según Simon, “esto no nos ha enseñado a predecir la trayectoria de sistemas divergentes. Más bien, nos ha mostrado las razones fundamentales por las cuales tales predicciones son imposibles, ahora y para siempre. Lo que es más, nos ha llevado a considerar que algunos de los sistemas importantes que nos gustaría comprender, incluidos el tiempo atmosférico y la Economía, pueden ser esencialmente caóticos”⁵⁵.

A partir de las implicaciones que se derivan de la teoría del caos, como la imposibilidad de la predicción en determinados sistemas, hace falta cambiar las preguntas a las que se pretende dar respuesta con los modelos anteriores y, en su caso, abandonar la predicción como su fin principal. Aboga entonces Simon por dejar de elaborar modelos cuyos resultados probablemente no sean definitivos y dirigir nuestros esfuerzos, hasta donde sea posible, a centrarnos en cuestiones a las que podamos responder de una forma más o menos concluyente.

Mediante el análisis de determinadas predicciones que, con el paso del tiempo, se han comprobado que eran incorrectas —sobre todo en casos como el Club de Roma—, Simon extrae conclusiones que resultan relevantes. El planteamiento de los modelos predictivos, aunque no anticipen acontecimientos de forma exacta en el tiempo, puede tener su importancia a la hora de trazar tendencias o trayectorias que nos ayuden a planificar qué debemos hacer. A su juicio, “nuestra preocupación práctica al planificar respecto del futuro es qué debemos hacer ahora para propiciar el futuro. Utilizamos nuestros objetivos futuros para detectar cuáles pueden ser las acciones actuales irreversibles que debemos evitar, y para descubrir lagunas en nuestro conocimiento (por ejemplo, la posibilidad de la energía de fusión) que deben ser subsanadas pronto, de modo que las elecciones (*choices*) se puedan hacer más tarde. Nuestras decisiones de hoy requieren que conozcamos nuestras metas (*goals*), pero no la ruta exacta a través de la cual las alcanzaremos”⁵⁶.

3.1. Prescripciones en la toma de decisiones: Primacía en Simon respecto de las predicciones

Herbert Simon entiende que la predicción es un objetivo importante y valioso para la toma de decisiones en relación con acontecimientos futuros, tanto en el campo de la Ciencia (Economía, Psicología, etc.) como en la vida de las personas. Resulta obvio que poseer esa capacidad de poder anticipar acontecimientos de manera rigurosa, para poder atajar sus posibles efectos negativos puede resultar especialmente atractiva. Habitualmente, hay dificultades considerables para lograr predicciones en el entorno de la “previsión”, esto es, un conocimiento de las variables de futuro netamente fiable. En la mayoría de los casos, las predicciones no pueden llegar a ese nivel de fiabilidad. Ésta es una de las razones por las que, llevado por la idea de “racionalidad limitada” —que lleva a satisfacer en lugar de maximizar—, Simon se plantea la tarea metodológica de la predicción en otro registro: como un paso más que nos ayude en el cometido de la prescripción.

Otra razón de la preferencia en Simon por la prescripción es un sustrato de “operacionalismo” epistemológico, en cuanto que el auténtico conocimiento es saber hacer, donde la operatividad de los contenidos pone el refrendo. En este sentido, lo que se trata no es tanto de

⁵⁵ SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 8.

⁵⁶ SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 11.

conocer el futuro cuanto de darle forma. Así, su empeño en la Economía como Ciencia de lo Artificial, que cobra cuerpo como “Ciencia de Diseño”. En tal caso, “nuestra tarea no es predecir el futuro; nuestra tarea es diseñar un futuro para un mundo sostenible y aceptable”⁵⁷.

Pero hace falta partir de la necesidad de las predicciones antes de llegar a las posibles prescripciones. Entre los fenómenos a predecir hay múltiples posibilidades. Entre ellas están dos tipos básicos. Por una parte, están una serie de sucesos relacionados con la Naturaleza en los que, normalmente, no podemos intervenir —o podemos hacerlo muy poco con los medios disponibles actualmente— para cambiar el curso de los acontecimientos, aunque los hayamos predicho⁵⁸. Y, por otra parte, se encuentra la plétora de eventos relacionados con la actividad humana en sus diversas facetas. Entre ellos están los susceptibles de recibir una influencia que les haga variar su trayectoria o altere sus resultados (como puede ser el caso de algunos fenómenos estudiados por la Economía, sobre todo en Microeconomía).

En relación a los primeros, en la medida en que son sucesos que permanecen al margen de la acción humana, la predicción nos sirve para tomar medidas que minimicen los daños de sus posibles consecuencias (como, por ejemplo, la llegada de un huracán). En cuanto al segundo tipo de acontecimientos predecibles, si son efectivamente el fruto directo de la acción humana (p. ej., en procesos de formación de precios), se podrían dar varias posibilidades, caso de tener predicciones fiables. Una de esas opciones sería intentar evitar que se produjeran, por medio de la intervención en alguno de los factores o variables que tuviesen una incidencia directa.

Pues bien, esta intervención en los acontecimientos humanos de carácter social, en función de las predicciones realizadas, sería plausible si dichas predicciones fuesen fiables. Lo que ocurre es que, normalmente, los modelos predictivos son muy variados y, con cierta frecuencia, son modelos tan estilizados que ofrecen simplificaciones de la realidad. Esto hace que, ante cualquier eventualidad (la alteración en alguna variable o la presencia de un factor exógeno inicialmente no previsto), puede que no garanticen el acierto predictivo. Tomar decisiones importantes en función de predicciones que no son fiables, en cuanto que no se ajustan a los fenómenos económicos tal como acontecen a la realidad, es ciertamente una opción muy poco adecuada.

Es precisamente la dificultad de la predicción fiable (esto es, el problema que plantea la predicción científico social, antes analizada) lo que le resta protagonismo a la predicción para la toma de algunas decisiones en ciertos contextos. Con todo, es imprescindible para las Ciencias Aplicadas, como la Economía, donde cualquier modelo aplicado requiere considerar factores de futuro. Ahí se ha de considerar tanto el comportamiento de las variables conocidas como las variables que pueden incidir. A este respecto, en la actividad económica, como en otras actividades humanas de índole social y artificial, no sólo la acción, sino también la no acción, puede tener importantes consecuencias⁵⁹. Esto es más visible cuando nos trasladamos al campo de las decisiones públicas (*policy*) o políticas (*politics*) que afectan a una colectividad.

⁵⁷ SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), p. 601.

⁵⁸ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, p. 8.

⁵⁹ Cfr. SIMON, H. A., “Why Economists Disagree?”, *Journal of Business Administration*, v. 18, n. 1-2, (1988/89), pp. 1-19.

Según Simon, los modelos predictivos en Economía son un caso especial del conjunto de los modelos científicos, que pone al servicio de los modelos prescriptivos. Así, con el modelado de sistemas buscamos predecir singularmente aquellos acontecimientos que no podemos controlar, para poder adaptarnos mejor a ellos. Y, cuando los modelos incluyen variables que representan políticas fiscales y monetarias para los gobiernos, políticas demográficas o de cualquier otro tipo, entonces el modelo propuesto cambia de la predicción a la prescripción⁶⁰. Por eso, a tenor de posibles acontecimientos futuros que tengan consecuencias no deseadas, podemos establecer una serie de pautas que dirijan nuestras acciones hacia unos objetivos —que consideramos más plausibles— establecidos previamente⁶¹.

Este punto de vista se separa, por ejemplo, del instrumentalismo metodológico de Milton Friedman, puesto que —para Simon— el análisis predictivo está al servicio de la prescripción. Además, en este mismo sentido, “cuando prevalece la prescripción, hay un giro metodológico, pues —a diferencia de la predicción, que se encuentra plenamente inserta en un planteamiento metodológico hipotético-deductivo—, la prescripción se enmarca en un enfoque metodológico imperativo-hipotético. Porque al prescribir se indica un fin a conseguir y ese objetivo requiere la adopción de unos medios que han de emplearse, pues de lo contrario la acción realizada no puede considerarse racional. Los imperativos hipotéticos buscan guiar la actividad económica y, por consiguiente, orientar las decisiones tomadas —las elecciones realizadas— para poner en práctica los medios oportunos que permitan obtener los fines buscados. El problema surge cuando hacen su aparición consecuencias no previstas”⁶².

Tendríamos así una secuencia metodológica en la que el primer paso sería predecir; después, a partir de las conclusiones de esos análisis predictivos, habría que establecer unas pautas de comportamiento a seguir, que sería el cometido de la prescripción; y finalmente, se podrían obtener unos resultados deseados. Esto es, la predicción y la prescripción son, para Simon, dos instrumentos metodológicos al servicio de un fin último, que es “artificial”: el diseñar nuestro futuro⁶³. Porque —a su juicio— no hemos de ser pasivos, meros agentes que reflexionan como espectadores ante la conducta económica. La tarea es otra: ser pro-activos, con un diseño dotado de predicciones (el conocimiento del futuro) y prescripciones (pautas de actuación para resolver problemas).

Se puede considerar que la prescripción es en Economía un tipo especial de toma de decisiones. a) Cuando se trata de Ciencia Económica, la prescripción la hacen los especialistas, quienes deciden cuáles deberían de ser las pautas a seguir por los agentes económicos (a tenor de la información suministrada por las predicciones realizadas en ese campo analizado). b) En cuando al plano de los agentes económicos, han de elegir una estrategia, entre varias que se puedan presentar, según la información de la que se dispone en un momento dado (tanto de predicción como de prescripción). Así, de manera individual o en grupo, podrán

⁶⁰ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, pp. 10-11.

⁶¹ En Política económica, las medidas correctoras que se aplican en sentido prescriptivo, tradicionalmente han tenido como objetivo conseguir el equilibrio del sistema.

⁶² GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 333.

⁶³ “In an important sense, predicting the future is not really the task that faces us. After all, we, or at least the younger ones among us, are going to be a part of that future. Our task is not to predict the future; our task is to design a future for a sustainable and acceptable world, and then to devote our efforts to bringing that future about”, SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, p. 601.

tomar sus decisiones teniendo en cuenta las predicciones disponibles y las prescripciones realizadas por los especialistas.

Sucede que, en campos donde se entrecruza las Ciencias Sociales y las Ciencias de lo Artificial, como es el caso de la Economía, la predicción y la prescripción están directamente encaminadas a servir de soporte para la toma de decisiones. De ellas, la predicción es fundamentalmente cognitiva; mientras que, en el caso de la prescripción, está netamente vinculada a la acción. De ahí que los especialistas, a la hora de establecer criterios o pautas de actuación —que habrán de llevar a cabo los agentes económicos—, han de ser cautos. Les conviene partir de unas premisas lo más cercanas a la realidad posible⁶⁴, teniendo en cuenta el comportamiento de la gente: sus objetivos, sus capacidades y las consecuencias de su propia historicidad⁶⁵.

Como señala Wenceslao J. González, la prescripción reúne una serie de rasgos básicos que habrán de ser tenidos en cuenta: i) de manera más clara que la predicción, la prescripción tiene lugar en un horizonte teleológico, puesto que se encuentra relacionada de manera directa con unos fines buscados; ii) supera el plano epistemológico que sirve de apoyo a la metodología predictiva y se convierte en un concepto vinculado a la dirección de la acción, un aspecto que se refleja cuando se planifica una actividad económica; iii) en cuanto se encamina a la adaptación del futuro del quehacer económico, la prescripción se sustenta sobre la base de las predicciones que le suministra la Ciencia Económica (en su vertiente “positiva” o “descriptiva”); y iv) hay una asimetría entre “predicción” y “prescripción”, en cuanto que no toda predicción económica va acompañada por la posibilidad de una prescripción viable en Economía. Por un lado, es posible predecir sucesos económicos que, en rigor, no podemos controlar (p. ej., las predicciones de ciclos económicos a largo plazo); y, por otro lado, las propias prescripciones económicas son juzgadas respecto de su plausibilidad —como políticas económicas mejores o peores— a tenor de las predicciones, de modo que las predicciones pueden ser utilizadas para evaluar las prescripciones⁶⁶.

3.2. Prescripciones y valores

Debido al nexo de las prescripciones con el deber ser —las pautas de lo se ha de hacer para conseguir una meta—, está claro que la prescripción tiene una relación directa con los valores, entendidos en un sentido amplio. De nuevo, como en el caso de la racionalidad, hay tres planos sucesivos: los valores de la Ciencia, en general; los valores propios de la Economía como una disciplina científica; y los valores de los agentes que toman decisiones. Es el triple campo temático de la Axiología de la Investigación, que en el caso de la Economía presenta unos nexos relevantes con su Metodología como Ciencia⁶⁷.

⁶⁴ Una de las preocupaciones constantes de Simon, sobre las que más quiere llamar la atención de los especialistas, es el alejamiento de los modelos teóricos en relación a la realidad económica que viven los agentes.

⁶⁵ Cfr. SIMON, H. A., “Why Economists Disagree?”, pp. 14 -15.

⁶⁶ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, pp. 338-339.

⁶⁷ Cfr. GONZALEZ, W. J., “De la Ciencia de la Economía a la Economía de la Ciencia: Marco conceptual de la reflexión metodológica y axiológica”, en AVILA, A., GONZALEZ, W. J. y MARQUES, G. (eds), *Ciencia económica y Economía de la Ciencia: Reflexiones filosófico-metodológicas*, FCE, Madrid, 2001, pp. 11-37; en especial, pp. 22-35.

Aquí pesa más el tercer ámbito, el que atañe a los valores de los agentes económicos, pues tiene una relación más directa con la toma de decisiones e incide en el campo de estudio de las Ciencias Sociales y las Ciencias de lo Artificial como la Economía. A este respecto, es innegable la influencia de los valores en la vida de las personas, entre otras cosas porque son los que, históricamente, van caracterizando su forma de actuar y determinan el resultado de sus decisiones. Son valores que se van conformando a partir de la información que poseemos en cada momento, la experiencia acumulada de la que ya disponemos y de la relación con el entorno en el que estamos situados.

Uno de los principales rasgos de los seres humanos es su necesidad de integrarse en grupos, que van desde los más pequeños, como la familia, hasta todo tipo de organizaciones: grupos étnicos, religiosos o lingüísticos, y naciones⁶⁸. Hay así valores de muy distinta índole (sociales, económicos, culturales, etc.), unos son internos a los procesos que se desarrollan en cada esfera, mientras que otros son externos. En el caso concreto de la Economía, se despliega a tenor de su doble vertiente como actividad. Por un lado está la “actividad económica” en sí misma considerada, esto es, como una actividad humana que está regulada por unas reglas propias; y, por otro lado, se encuentra la “Economía como actividad”, es decir, la actividad sobre bienes y servicios, oferta y demanda, etc., que se desarrolla en continua interacción con otras actividades humanas de tipo social, cultural o político, etc.⁶⁹.

Dentro de la primera vertiente —la Economía como actividad humana en sí misma considerada—, los valores pueden ser vistos, al menos, desde dos perspectivas: a) en cuanto a la presencia de valores asumidos en la vida de los agentes económicos como seres humanos que toman decisiones, donde aquello que es valorado (competitividad, rentabilidad, eficacia, eficiencia, etc.) influye decisivamente en su actuación (en la elección de unos bienes y servicios, ...); y b) en cuanto valores económicos tal como son trazados por la Economía como disciplina científica, donde lo que se valora —al menos en la tendencia dominante— son ciertos principios (maximización del beneficio, minimización del riesgo, ...) que parten de una imagen reduccionista del homo economicus y que Simon ha criticado reitadamente en favor de nuevas posibilidades (altruismo, satisfacción, ...) ⁷⁰.

Tanto los valores en la faceta descriptiva como los valores en la dimensión prescriptiva intervienen a la hora de caracterizar la Economía como tarea científica y tienden a centrarse más en la “actividad económica” que en la “Economía como actividad” humana entre otras. Ahora bien, cuando se trata de valores relacionados con el campo de la Economía Aplicada, encaminada a la resolución de problemas concretos, “lo digno de mérito” es aquello

⁶⁸ Cfr. SIMON, H. A., “We and They: The Human urge to Identify with Groups”, *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), p. 607.

⁶⁹ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 334.

⁷⁰ Es llamativo el interés de Simon por el altruismo, cfr. SIMON, H. A., “A Mechanism for Social Selection and Successful Altruism”, *Science*, v. 250, (1990), pp. 1.665-1.668. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, pp. 205-216; SIMON, H. A., “Altruism and Economics”, *Eastern Economic Journal*, v. 18, n. 1, (1992), pp. 73-83. Compilado como “Altruism and Economics: A Summary Statement”, en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, pp. 241-255; y SIMON, H. A., “Altruism and Economics”, *The American Economic Review*, Papers and Proceedings of the 105th Annual Meeting of the American Economic Association, v. 83, n. 2, (1993), pp. 156-161. Compilado como “Altruism and Economics: Social Implications”, SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, pp. 257-265.

encaminado a realizar prescripciones que aporten equilibrio al sistema⁷¹. Pero, en tal caso, la prescripción económica, si efectivamente aspira a dirigir —o, al menos, a orientar— la actividad económica de los agentes, ha de tener en cuenta no sólo los valores que se derivan de la faceta como Ciencia, sino que ha de contemplar además los valores que están en consonancia con los principios y preferencias de las personas (donde también cuentan aspectos distintos de la maximización del beneficio o la minimización del riesgo).

Para tratar de hacer una lista de los valores que deberían inspirar las prescripciones económicas, además de la complejidad de deslindar los dos planos señalados —los valores propios de la “actividad económica”, en cuanto tal, y los valores de la “Economía como actividad” humana, una entre otras actividades—, se encuentra el problema de las prioridades. Hay diversas taxonomías que tratan de clasificar los valores, para establecer una jerarquía en la que se proporcione información sobre la importancia e influencia de cada uno de los valores en los distintos sistemas. Pero incluyen la interacción de unos valores con otros, de donde resultan combinaciones que, a veces, tienen difícil articulación para que formen parte efectiva de un elenco de prescripciones,

Si en el marco de los valores para las prescripciones descansa en los agentes económicos, en cuanto seres humanos que toman decisiones, entonces parece claro que hay diferencia entre los valores en el terreno del *ser* y en la faceta del *deber ser*: los agentes, cuando deciden, no se rigen sólo por razonamientos sobre lo que “deberían” o sería “deseable” hacer. Como apunta Nicholas Rescher, “es tan irracional permitir que los esfuerzos de uno en búsqueda de objetivos elegidos incurran en costes que rebasen su verdadero valor, como también lo es dejar que las creencias propias estén al margen de los hechos”⁷².

Efectivamente, para el cuadro de los valores para las prescripciones, hay que tener en cuenta los deseos y preferencias de las personas. Así, a la hora de elaborar Teorías Económicas normativas, no tendríamos un marco de referencia completo si no sabemos qué valores mueven a quienes toman decisiones. Hace falta primero información descriptiva sobre cuáles son las pautas reales de actuación, cuando el agente elige una opción económica en lugar de otras, sobre todo en situaciones complejas y en condiciones de incertidumbre. Esos valores presentan una estructura con la forma inicialmente dual (adecuados-inadecuados, correctos-incorrectos, etc.) y, después, una plasmación gradual (mayor o menor mérito o relevancia). En parte incluyen valoraciones que reflejan percepciones distintas que tienen diferentes sujetos respecto de un mismo fenómeno, pero lo importante es que los valores puedan tener una base objetiva (un apoyo en las necesidades humanas).

Frente al cuadro de valores asumidos por la tendencia dominante en Economía, Simon presenta diversas objeciones. Una de ellas es que la *Teoría Económica neoclásica* asume que los valores, cuando tomamos decisiones, vienen ya dados y, además, que son consistentes. En este planteamiento hay dos aspectos: por un lado, acepta que existe una descripción del mundo objetiva, que lo refleja tal como es; y, por otro lado, asume que son ilimitados los poderes de computación de quienes toman decisiones. Se derivan dos consecuencias importantes de esa concepción neoclásica: a) no necesitamos distinguir entre el mundo real, tal como es, y la percepción que tienen del mundo quienes toman decisiones, puesto que ya lo perciben de manera

⁷¹ Se supone que la Economía, como actividad encaminada al estudio de las relaciones económicas para el posterior desarrollo de modelos normativos, se plantea como objetivo el equilibrio del sistema.

⁷² RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999, p. 84.

objetiva; y b) se pueden predecir fácilmente las elecciones que realizarán los individuos, al margen de sus percepciones y de los cálculos que pudieran realizar⁷³.

Pero Simon mantiene que, para elaborar una teoría acorde con la realidad de los agentes económicos, se deberían de tener en cuenta más aspectos que los señalados en la tendencia dominante en Economía. Así, acerca del problema sobre el que se ha de decidir, hace falta considerar los procesos que generan la representación subjetiva en el agente económico. Es una representación del entorno que está mediada por la intervención de valores⁷⁴. Sucede que, en la toma de decisiones de los agentes económicos pueden participar valores económicos como el beneficio, la rentabilidad o la eficiencia; pero también pueden hacerlo otro tipo de valores que no se encuentran entre los valores propiamente económicos. Esos valores (éticos, sociales, culturales, etc.) pueden incluso tener más peso a la hora de decidir. Entre ellos están, por ejemplo, valores como la justicia, la libertad, la felicidad o el afecto.

Cuando se considera la vertiente científica de la Economía, estamos hablando también de una actividad humana orientada a fines y, en cuanto tal, está cargada de valores (*value-laden*). Esta afirmación que hoy parece tan obvia, no era, sin embargo, aceptada hace tan solo unas décadas. Durante mucho tiempo, la Ciencia era sobre todo un contenido adquirido mediante un proceso lógico-metodológico. Así, era entendida como la búsqueda de conocimiento llevada a cabo de una manera impersonal. No se tenía en cuenta que toda actividad humana, por el simple hecho de serlo, lleva implícitos una serie de valores.

Conviene resaltar que la relación entre Ciencia y valores se plantea hoy de manera diversificada. Así, para Nicholas Rescher, “la Ciencia está sujeta a valores bajo varios puntos de vista. 1) En la medida en que es un proyecto dedicado a la búsqueda de la *información* y de la *verdad*, que son objetivos particularmente valiosos (en especial, el segundo). 2) Al aspirar a una *economía de medios* desde el punto de vista metodológico, acompañan a la Ciencia una serie de valores económicos, que giran en torno a las pautas de coste-beneficio, de modo que el progreso científico está modulado por una ‘Economía de la investigación’. 3) En cuanto que la Ciencia es una actividad social, de modo que surge de un *proceso* de colaboración humana. Así, aun cuando sea de naturaleza competitiva, la Ciencia también incluye una dedicación a ideales humanos, de modo que, por su método y su *modus operandi*, pide honradez, veracidad, cooperación, etc. Estos valores son relevantes para los científicos como individuos y para las comunidades científicas como grupos humanos. 4) A tenor de las importantes consecuencias que se derivan de la actividad científica, hay una serie de valores que interviene para evaluar el posible control de los *usos* y *aplicaciones* de la Ciencia. Esta tarea recae sobre una racionalidad evaluativa, que ha de ser capaz de discernir los fines apropiados y legítimos de esta actividad humana. Se aprecia, en suma, que admite la presencia de una *variedad* de valores en la Ciencia y su entorno”⁷⁵.

Junto a esa diversificación de los valores en la Ciencia, que se encuentran en la Economía como actividad científica, habría que incidir —como señala W. J. González— en

⁷³ Cfr. SIMON, H., “Rationality in Psychology and Economics”, en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, p. 367.

⁷⁴ Cfr. SIMON, H., “Rationality in Psychology and Economics”, pp. 368-369.

⁷⁵ GONZALEZ, W. J., “Racionalidad científica y actividad humana. Ciencia y valores en la Filosofía de N. Rescher”, en RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, p. 16.

que intervienen tres planos, donde hay también valores. Porque la actividad científica, en general, y la actividad económica, en particular, incluye tres aspectos: los fines, los procesos y los resultados⁷⁶. Son tres componentes de la actividad científica que se ponen de relieve en la Economía cuando se articula como Ciencia Aplicada y, de manera más clara, se aprecian cuando se configura la Economía como Ciencia de lo Artificial.

En lo relativo a los fines, los valores intervienen en la elección de los objetivos de la investigación, ya sea en la vertiente básica o aplicada de una disciplina. Y estos valores pueden ser descriptivos (aquellos relacionados con la explicación y la predicción) o bien prescriptivos (los valores que intervienen en la solución de problemas concretos). En lo referente a los procesos, hemos de considerar los valores que están presentes cuando seleccionamos los medios a utilizar para el desarrollo de la tarea científica o bien aquellos que intervienen a la hora de elegir los productos adecuados para el desarrollo de la Ciencia como una actividad humana dentro de un conjunto social. Y, en el campo de los resultados, los valores intervienen en la evaluación de los productos que resulten del proceso científico⁷⁷.

Dentro del plano de los fines, si se analiza la importancia de los valores a la hora de establecer los objetivos de la Ciencia, aparece entonces de nuevo la dualidad predicción-prescripción. Porque la predicción —el éxito predictivo— es una de las metas metodológicas de la disciplina económica. De hecho, la predicción en Economía, en mayor medida que otras Ciencias, está relacionada con los valores. El conocimiento que proporciona, sobre todo para hacer diseños económicos, incide en la planificación y, por tanto, en la política a seguir a la hora de dirigir la acción de los agentes económicos⁷⁸. De hecho, las diferencias entre los economistas que proponen políticas económicas distintas tendrían su base en las diferentes valoraciones utilizadas en los modelos aplicados: “cuanto más te adentras en la prescripción para la actuación pública (*policy prescription*), las diferencias en los valores básicos y en las metas (*goals*) entran en mayor medida en esas prescripciones”⁷⁹.

Una vez que se acepta que la actividad económica, en su vertiente normativa, se ve influida por elementos de tipo valorativo, se puede establecer una distinción entre valores internos y valores externos. “Los valores internos de las prescripciones dependen, en parte, del conocimiento suministrado por las predicciones económicas, pues como toda concepción que suponga la dirección de la actividad humana requiere tener un objetivo posible, que sea además alcanzable. Así, algunos de los componentes de las valoraciones internas de las prescripciones económicas pueden ser la simplicidad de la meta, la consistencia de los medios, la adecuación respecto de los agentes, la proporción entre coste y beneficio, ... En cuanto a los valores externos hay una amplia gama, que van desde las valoraciones de índole ético-social (repercusión para los grupos sociales, en especial en la dimensión laboral —p. ej., en términos de empleo: marginación social frente a cohesión social; integración laboral frente a emigración; dignidad laboral frente a “contrato basura”, etc.—) o de estilo socio-cultural (p.

⁷⁶ Sobre este tema, cfr. GONZALEZ, W. J., “Economic Values in the Configuration of Science”, en AGAZZI, E., ECHEVERRIA, J. y GOMEZ, A. (eds), *Epistemology and Social*, Poznan Studies in the Philosophy of Sciences and the Humanities, en prensa.

⁷⁷ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Economic Values in the Configuration of Science”, p. 13 del texto original.

⁷⁸ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economic: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 335.

⁷⁹ SIMON, H. A., “Why Economists Disagree?”, p. 14.

ej., arraigo social frente a creación de minorías) hasta componentes de otro cariz (político, ecológico, etc.)⁸⁰.

Por tanto, a la hora de obtener los objetivos económicos de las prescripciones han de tenerse en cuenta, no sólo consideraciones de tipo meramente cognitivo o de índole metodológica, sino que hace falta además otras reflexiones de índole valorativa. Y, a tal efecto, se ha de seguir una secuencia donde, en primer lugar, se seleccionen los posibles objetivos; en segundo término, se elabore una lista de prioridades; y, en tercera instancia, se realice una valoración de las consecuencias que se derivan de tales objetivos, tanto a tenor de valores económicos como de valores de otra índole (sociales, culturales, políticos...)⁸¹. Porque las prescripciones de la Ciencia Económica repercuten en las actividades de los agentes económicos, quienes han de tomar decisiones en un entorno de mercado.

3.3. La toma de decisiones en las Ciencias de lo Artificial

Toda la visión de Simon acerca de la toma de decisiones en las Ciencias de lo Artificial pasa por la existencia de dos modelos de racionalidad en su libro *The Sciences of the Artificial*, que han sido señalados por Subrata Dasgupta⁸²: 1) el modelo de homo economicus, que sería la caracterización del agente que toma decisiones de acuerdo con los rasgos “universales” (racionalidad limitada, satisfacción, búsqueda de heurísticas y carácter adaptativo); y 2) el modelo que propone para la Inteligencia Artificial, donde la clave está en la solución de problemas mediante “símbolos” (*the symbolic problem solver*). Así, la toma de decisiones puede ser un proceso de carácter consciente, como corresponde a la racionalidad limitada, que elige aquí y ahora⁸³; o bien puede tratarse de un proceso ya programado, aunque se vea como algo abierto en cuanto a la dinámica de medios a fines⁸⁴.

Soprendentemente, para Simon, tan “artificial” es lo primero —la racionalidad propia del agente caracterizado como *homo economicus*— como lo segundo (la racionalidad presente en la Inteligencia Artificial: la solución de problemas mediante “símbolos”). En ambos casos prevalece la racionalidad instrumental de índole adaptativa, sean seres humanos o bien ordenadores. Así, cuando caracteriza qué entiende por “diseño” —un campo genuino de las Ciencias de lo Artificial—, insiste reiteradamente en que se trata de una racionalidad adaptativa, donde se va siempre de medios a fines. De este modo, lo que se analiza es un “sistema buscador de metas” (*goal-seeking system*)⁸⁵, donde lo relevante es el proceso mismo y su ajuste a un entorno, bien sea económico o de *Computer Sciences*.

Esa racionalidad adaptativa en la toma de decisiones tiene en Simon rasgos operacionales, como se pone de relieve cuando aborda las Ciencias de Diseño: “El diseño es intrínsecamente computacional, un asunto de procesar las implicaciones de los supuestos

⁸⁰ GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 336.

⁸¹ Cfr. “Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach”, p. 335.

⁸² Cfr. DASGUPTA, S., “Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon”, *Cognitive Science*, v. 27, (2003), pp. 683-707, en especial, pp. 694-695.

⁸³ Cfr. SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, en COLLEN, A. y GASPARSKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, vol. 3, p. 252.

⁸⁴ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 121-124.

⁸⁵ Cfr. *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., p. 121.

iniciales y sus combinaciones”⁸⁶. De nuevo, prevalecen las tareas relacionadas con el proceso mismo del diseño: “La mayor parte de los recursos del diseño se destinan a descubrir o generar alternativas, y no a elegir entre ellas. De hecho, es bastante común que salga una única alternativa del proceso de diseño: un único plan para una casa, para un puente o para una sencilla partitura de una sonata. Ninguna elección permanece; todas las elecciones se han hecho en el curso de generar, seleccionar y combinar entre los elementos y componentes del diseño. La elección está por completo entrelazada con la generación”⁸⁷.

Cabe pensar que la toma de decisiones en Ciencias de lo Artificial debería afectar a los objetivos (*aims*) de los diseños, a los procesos que han de elegirse para que se resuelvan los problemas concretos planteados (en cuando que son Ciencias Aplicadas) y a los resultados que cabe inferir (la selección respecto de lo que se puede esperar, si todo lo demás va bien). Así, una “planificación social” (*social planning*) —como fue, por ejemplo, el Plan Marshall para la reconstrucción europea tras la Segunda Guerra Mundial— ha de decidir sobre sus objetivos, los procesos para llevarla a cabo y acerca de los resultados esperados.

De esos tres aspectos —objetivos, procesos y resultados—, Simon destaca la toma de decisiones sobre los procesos, que analiza siempre en cuanto condicionados por un entorno. En cuanto tales, los procesos relacionados con diseños los ve como tentativas —algo no definitivo, con vaivenes propios de “ensayo y error”— y de carácter emergente —el despliegue del proceso le va dando forma—, de manera que en el Plan Marshall el objetivo era “proporcionar a las naciones europeas fondos y bienes que hicieran posible el revitalizar sus propias capacidades productivas. Pero había muchas maneras diferentes de estructurar una organización para llevarlo a cabo”⁸⁸.

Así pues, tomar decisiones en una Ciencia de lo Artificial aparece entonces como una tarea abierta y dinámica, sobre todo cuando se trata de Ciencias como la Economía, como se pone de relieve con la creación de la Administración de Cooperación Económica para dirigir el Plan Marshall. Hace falta un “criterio de flexibilidad. Puesto que diseñar un sistema social es un proceso inacabable (*unending*), no podemos diseñar configuraciones concretas. Sólo podemos diseñar para un ‘estado estable (*steady*)’, un flujo continuo de acontecimientos que mantendrán un presente satisfactorio mientras preservan el potencial para futuros satisfactorios. El principio que guía ese diseño es que a cada generación se le debería garantizar una serie de opciones tan amplia como la que estuvo a disposición de la generación que le precedió”⁸⁹.

Ahora bien, el peso en Simon de racionalidad instrumental —de medios a fines— en la toma de decisiones, que soslaya la racionalidad evaluativa o de fines, no impide reflexionar sobre la racionalidad sobre resultados (las consecuencias de los comportamientos). Porque, como se ha señalado antes, su enfoque de la predicción está normalmente al servicio de la prescripción (al menos cuando se trata de Ciencias de lo Artificial). De ahí que se entienda su preocupación por las consecuencias que se pueden derivar del abuso de la Inteligencia Artificial a la hora de diseñar el futuro⁹⁰. Así, desde la posición privilegiada que le otorga

⁸⁶ SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 247.

⁸⁷ “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 247.

⁸⁸ SIMON, H. A., “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 256.

⁸⁹ “Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design”, p. 256.

⁹⁰ Cfr. SIMON, H. A., “Forecasting the Future or Shaping it?”, pp. 601-605.

el haber estado directamente implicado en el desarrollo de la Inteligencia Artificial, nos abre los ojos a la nueva situación que se plantea respecto de este tema el comienzo del siglo XXI. Su sugerencia es clara: hemos de ser activos para el diseño social, pues se trata de dar forma al futuro, no meramente de ser espectadores⁹¹.

BIBLIOGRAFÍA

BUCHANAN, J. M., "The Domain of Subjective Economics: Between Predictive Science and Moral Philosophy", en BUCHANAN, J. M., *Economics: Between Predictive Science and Moral Philosophy*, Texas A & M University Press, College Station, 1987, pp. 67-80.

CLEMENTS, M. y HENDRY, D. F. (eds), *A Companion to Economic Forecasting*, Blackwell, Oxford, 2002.

DASGUPTA, S., "Multidisciplinary Creativity: The Case of Herbert A. Simon", *Cognitive Science*, v. 27, (2003), pp. 683-707.

FERNANDEZ VALBUENA, S., "Predicción y Economía", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Aspectos metodológicos de la investigación científica*, 2ª ed., Ediciones Universidad Autónoma de Madrid y Publicaciones Universidad de Murcia, Madrid-Murcia, 1990, pp. 385-405.

FRIEDMAN, M., "The Methodology of Positive Economics", en FRIEDMAN, M., *Essays in Positive Economics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1953 (6a. reimpr., 1969), pp. 3-43.

GONZALEZ, W. J., "Rationality in Economics and Scientific Predictions: A Critical Reconstruction of Bounded Rationality and its Role in Economic Predictions", *Poznan Studies in the Philosophy of Science*, v. 61, (1997), pp. 205-232.

GONZALEZ, W. J., "Prediction and Prescription in Economics: A Philosophical and Methodological Approach", *Theoria*, v. 13, n. 32, (1998), pp. 321-345.

GONZALEZ, W. J., "Racionalidad científica y actividad humana. Ciencia y valores en la Filosofía de N. Rescher", en RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999, pp. 11-44.

GONZALEZ, W. J., "De la Ciencia de la Economía a la Economía de la Ciencia: Marco conceptual de la reflexión metodológica y axiológica", en AVILA, A., GONZALEZ, W. J. y MARQUES, G. (eds), *Ciencia económica y Economía de la Ciencia: Reflexiones filosófico-metodológicas*, FCE, Madrid, 2001, pp. 11-37.

GONZALEZ, W. J., "Lakatos's Approach on Prediction and Novel Facts", *Theoria*, v. 16, n. 42, (2001), pp. 499-518.

GONZALEZ, W. J., "Análisis de la racionalidad y planteamiento de la predicción en Economía Experimental", en GONZALEZ, W. J., MARQUES, G. y AVILA, A. (eds), *Enfoques filosófico-metodológicos en Economía*, FCE, Madrid, 2002, pp. 145-172.

GONZALEZ, W. J., "From *Erklären-Verstehen* to *Prediction-Understanding*: The Methodological Framework in Economics", en SINTONEN, M., YLIKOSKI, P. y MILLER, K. (eds), *Realism in Action: Essays in the Philosophy of Social Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 2003, pp. 33-50.

GONZALEZ, W. J., "Racionalidad y Economía: De la racionalidad de la Economía como Ciencia a la racionalidad de los agentes económicos", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 65-96.

⁹¹ Cfr. "Forecasting the Future or Shaping it?", p. 605.

GONZALEZ, W. J., "Sobre la predicción en Ciencias Sociales: Análisis de la propuesta de Merrilee Salmon", *Enrahonar*, v. 37, (2005), pp. 181-202.

GONZALEZ, W. J., "Prediction as Scientific Test of Economics", en GONZALEZ, W. J. y ALCOLEA, J. (eds), *Contemporary Perspectives in Philosophy and Methodology of Science*, Netbiblo, A Coruña, 2006, pp. 83-112.

GONZALEZ, W. J., "Economic values in the configuration of Science", en AGAZZI, E., ECHEVERRÍA, J. y GÓMEZ, A. (eds), *Epistemology and the Social*, Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities, en prensa.

HICKS, J., "Is Economics a Science?", en BARANZINI, M. y SCAZZIERI, R. (eds), *Foundations of Economics. Structures of Inquiry and Economic Theory*, B. Blackwell, Oxford, 1986, pp. 91-101.

NIINILUOTO, I., "The Aim and Structure of Applied Research", *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

RESCHER, N., *Predicting the Future: An Introduction to the Theory of Forecasting*, State University New York Press, N. York, 1998.

RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona, 1999.

SALMON, M. H., "Philosophy of the Social Sciences", en SALMON, M. H. ET AL., *Introduction to the Philosophy of Science*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1992, pp. 404-425.

SALMON, W. C., "Rational Prediction", *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 32, (1981), pp. 115-125.

SALMON, W. C., "On the Alleged Temporal Anisotropy of Explanation", en EARMAN, J., JANIS, A., MASSEY, G. y RESCHER, N. (eds), *Philosophical Problems of the Internal and External Worlds*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1993, pp. 229-248.

SALMON, W. C., "Explicación causal frente a no causal", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Diversidad de la explicación científica*, Ariel, Barcelona, 2002, pp. 97-115.

SIMON, H. A., "Bandwagon and Underdog Effects and the Possibility of Election Predictions", *Public Opinion Quarterly*, v. 18, (1954), pp. 245-253. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Man*, J. Wiley, N. York, 1957, pp. 79-87. También compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 1: *Economic Analysis and Public Policy*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1982, pp. 460-468.

SIMON, H. A., "Rational Decision Making in Business Organizations", *American Economic Review*, v. 69, n. 4, (1979), pp. 493-513.

SIMON, H., "Rationality in Psychology and Economics", *The Journal of Business*, v. 59, n. 4, (1986), pp. S209-S224. Compilado en HOGARTH, R. M. y REDER, M. W. (eds), *Rational Choice. The Contrast between Economics and Psychology*, The University of Chicago Press, Chicago, 1987, pp. 25-40, y en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 367-386.

SIMON, H. A., "Why Economists Disagree?", *Journal of Business Administration*, v. 18, n. 1-2, (1988/89), pp. 1-19.

SIMON, H. A., "The State of Economic Science", en SICHEL, W. (ed), *The State of Economic Science. Views of Six Nobel Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, MI, 1989, pp. 97-110.

SIMON, H. A., "Prediction and Prescription in Systems Modeling", *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14. Compilado en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 115-128.

SIMON, H. A., *Models of my Life*, Basic Books-HaperCollins, N. York, 1991.

SIMON, H. A., "Altruism and Economics", *Eastern Economic Journal*, v. 18, n. 1, (1992), pp. 73-83. Compilado como "Altruism and Economics: A Summary Statement", en SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 241-255.

SIMON, H. A., "Altruism and Economics", *The American Economic Review*, Papers and Proceedings of the 105th Annual Meeting of the American Economic Association, v. 83, n. 2, (1993), pp. 156-161. Compilado como "Altruism and Economics: Social Implications", SIMON, H. A., *Models of Bounded Rationality*. Vol. 3: *Empirically Grounded Economic Reason*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1997, pp. 257-265.

SIMON, H. A., "Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design", en COLLEN, A. y GASPARSKI, W. W. (eds), *Design and Systems: General Applications of Methodology*, vol. 3, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, 1995, pp. 245-257.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

SIMON, H. A., "On the possibility of Accurate Public Prediction", *Journal of Socio-Economics*, v. 26, n. 2, (1997), pp. 127-132.

SIMON, H. A., "Forecasting the Future or Shaping it?", *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 601-605.

SIMON, H. A., "We and They: The Human urge to Identify with Groups", *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 3, (2002), pp. 607-610.

SIMON, H. A., "La racionalidad limitada en Ciencias Sociales: hoy y mañana", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*, Netbiblo, A Coruña, 2003, pp. 97-110.

LA ARTICULACIÓN DE LA PRESCRIPCIÓN EN LAS CIENCIAS DE LA DOCUMENTACIÓN

Antonio Bereijo

Uno de los ejes de las Ciencias de la Documentación es precisamente la prescripción. Es un campo del saber aplicado y ha de utilizar reglas para llevar a cabo sus procesos (especialmente en la catalogación). Se trata, además, de un tipo de conocimiento perteneciente a las Ciencias de lo Artificial, puesto que sus objetivos, procesos y resultados forman parte de esa esfera temática. Dentro de ellas, se constituyen como “Ciencias de Diseño”¹, debido a las tareas que ha de realizar en archivos, bibliotecas, etc. En efecto, la tarea de hacer diseños para resolver problemas concretos en esos centros requiere prescripciones, que pueden ser más o menos estrictas a tenor de los objetivos buscados y de los resultados esperados.

Para profundizar en estos aspectos del diseño científico, se comienza aquí con la caracterización de las Ciencias de la Documentación como saberes prescriptivos. Después se contemplan diversos enfoques actuales que entroncan con componentes epistemológicos y metodológicos. Más tarde se plantea la conveniencia de una nueva caracterización de su estructura, para atender a los rasgos de Ciencia de Diseño: objetivos, procesos y resultados. Esto permitirá plantear el caso concreto de las prescripciones en Análisis Documental, campo de lo artificial que requeriría —a mi juicio— una diferenciación en pautas, estándares y normas. Con ella se podría articular mejor a las Ciencias de la Documentación como saberes prescriptivos.

1. LAS CIENCIAS DE LA DOCUMENTACIÓN COMO SABERES PRESCRIPTIVOS

La presencia de *prescripción* en las Ciencias de la Documentación es clara². Se encuentra presente en aspectos que van más lejos que la mera organización, tanto de los documentos como de la información que contienen. Esta necesidad de “reglas” es la tarea a la que alude la propia etimología del término “Biblioteconomía”, que lleva al estudio de los estándares aplicados a aspectos organizativos (empezando por la faceta del espacio físico). En las Ciencias de la Documentación los cometidos prescriptivos guardan también relación con contenidos del campo temático de la comunicación científica. Inciden asimismo en los análisis cuantitativos sobre la producción bibliográfica y en las investigaciones sociológicas acerca del uso de material librario y de las bibliotecas.

Cabe afirmar que las Ciencias de la Documentación estudian sistemas artificiales que han sido diseñados con la finalidad de propiciar el contacto entre los usuarios y los documentos, para transmitir la información o el conocimiento que contienen. Su alcance concierne a todo tipo de contenido grabado y a toda suerte de usuarios. A tal efecto,

¹ Tanto “Ciencias de lo Artificial” como “Ciencias de Diseño” se entienden aquí, en principio, con el sentido y referencia señalado en SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, 1996.

² Sobre los caracteres generales de la “prescripción”, cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14; y GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: a Philosophical and Methodological Approach”, *Theoria*, v. 13, (1998), pp. 321-345.

las respectivas entidades sociales (archivos, bibliotecas o Centros de Documentación) buscan establecer mecanismos orientados a la satisfacción de las demandas documentales de agentes humanos. Es una tarea que requiere prescripciones de distinto tipo y a diferentes niveles, según sean los objetivos buscados, los procesos seleccionados y los resultados esperados³.

Cuando la prescripción cumple un papel predominante se utiliza una clave metodológica de tipo *imperativo-hipotético*⁴. Así, si se consideran adecuados los fines buscados, entonces se han de poner los medios seleccionados, pues de otra manera la decisión sobre el proceso no sería racional. En el caso de las Ciencias de la Documentación los diseños han de prescribir cómo alcanzar determinados objetivos, tarea que requiere seguir procesos eficaces o eficientes para obtener resultados concretos. Esos procesos son el eje de las reglas (pautas, estándares o normas) para resolver los problemas planteados. Esto distingue a la prescripción respecto de la predicción, que se mueve normalmente dentro de una orientación metodológica *hipotético-deductiva*⁵.

Para la *prescripción* hace falta primero establecer un objetivo que debe ser alcanzado. Ese fin requiere seleccionar los medios que deberían ser empleados, que han de ser “eficaces” (conseguir la meta) o “eficientes” (hacerlo con el número menor de medios posible). En tal caso sería una decisión racional desde el punto de vista metodológico. Esto se aprecia en otras Ciencias de lo Artificial, como es la Economía, donde los imperativos hipotéticos buscan guiar metodológicamente la actividad económica: han de orientar la toma de decisiones para elegir los medios adecuados para la obtención de los resultados deseados⁶. Cuando los resultados alcanzados encajan con los objetivos del diseño, entonces las prescripciones son eficaces y se considera que ese problema concreto ha tenido una solución (a la espera de una alternativa mejor o más eficiente).

Esta tarea prescriptiva requiere *evaluación*: se han de tener en cuenta valores para decidir qué es lo más conveniente para resolver la cuestión planteada. Esto ha sido señalado para la Economía: “La prescripción ha sido siempre una de las actividades principales de la Economía, y es natural que este haya sido el caso. Incluso en el origen de la materia de la Economía Política, cuya versión moderna es la Economía, estuvo relacionada claramente a la necesidad de aconsejar sobre qué había que hacer en cuestiones económicas. Cualquier actividad prescriptiva debe, por supuesto, ir más lejos que la pura predicción, porque ninguna prescripción puede hacerse sin la evaluación y estimación (*assessment*) de lo bueno y lo malo”⁷.

³ Cfr. BEREJO, A., *Bases teóricas del Análisis Documental: La calidad de objetivos, procesos y resultados*, Ediciones Universidad Carlos III de Madrid y Boletín Oficial del Estado, Madrid, 2002.

⁴ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: a Philosophical and Methodological Approach”, p. 333.

⁵ La predicción centra la atención de varios trabajos del presente libro, para las disciplinas abordadas aquí, cfr. BEREJO, A., “Caracteres de la predicción en las Ciencias de la Documentación: De la *Information Science* al Análisis Documental”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 217-235.

⁶ Cfr. GONZALEZ, W. J., “Prediction and Prescription in Economics: a Philosophical and Methodological Approach”, p. 333.

⁷ SEN, A., “Prediction and Economic Theory”, en MASON, J., MATHIAS, P. y WESTCOTT, J. H. (eds), *Predictability in Science and Society*, The Royal Society and The British Academy, Londres, 1986, p. 3.

Hay semejanzas entre lo señalado para la Economía, que es también Ciencia de Diseño⁸, y las prescripciones elaboradas en las Ciencias de la Documentación. Esto se aprecia en las pautas, los estándares y las normas dirigidas a orientar los distintos procesos documentales, de modo que propicien la accesibilidad (de datos, información y conocimiento) y su manejabilidad, factores que determinan el objetivo de su comunicación. Así, dentro del ámbito de la Biblioteconomía (*library science*), S. R. Ranganathan resaltó un aspecto relevante: que sus cinco leyes (*five laws of library science*) no eran “leyes”, en el sentido de generalizaciones científicas, sino más bien normas, principios o pautas de buena práctica⁹.

También en el caso de las Ciencias de la Documentación cabría afirmar —incluso en mayor medida— una idea señalada por Herbert Simon (Nobel en 1978) para la Ciencia de la Economía: es más importante el papel de la *prescripción* que el cometido de la *predicción*¹⁰, al menos en el sentido de ser capaces de resolver problemas, en lugar de propiciar sólo el conocimiento del futuro posible. Pero el proceso predictivo es normalmente el paso previo para configurar la tarea prescriptiva¹¹. La diferencia estriba en que, comparativamente, en las Ciencias de la Documentación el peso de la prescripción es mayor que en la Economía, debido a la presencia habitual de reglas (lo que es patente en el caso del Análisis Documental).

Acaece, en efecto, que la comunicación en Ciencias de la Documentación de datos, información y conocimiento —su accesibilidad y manejabilidad— está sometida a la propia calidad de las prescripciones. A su vez, éstas dependen del contexto normativo donde se originan, que puede ser un organismo —nacional o internacional— que esté dedicado de modo específico a la normalización. Las prescripciones también están en dependencia respecto del modelo de diseño, que ha de ser “científico” y no meramente una práctica acumulada basada en prácticas más o menos consolidadas.

1.1. *Ámbito de conocimiento aplicado*

Desde un punto de vista histórico, las Ciencias de la Documentación han ampliado y complicado considerablemente el campo de estudio. Comenzó en el ámbito de la Biblioteconomía, especialmente en la gestión de la información. Progresivamente ha ido incorporando elementos conceptuales, provenientes de muy diversos ámbitos de conocimiento, entre ellos Ciencias de lo Artificial como la Informática (*computer sciences*). Este proceso de trasvase ha contribuido a la índole aplicada de las Ciencias de la Documentación como *Information Science*¹². A mi juicio, las podemos ver hoy como

⁸ Acerca de las relaciones entre *sciences of design* y *sciences of the artificial*, cfr. GONZALEZ, W. J., “Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 41-69.

⁹ Cfr. RANGANATHAN, S. R., *The Five Laws of Library Science*, Madras Library Association, Madras, 1931.

¹⁰ SIMON, H. A., “The State of Economic Science”, en SICHEL, W. (ed), *The State of Economic Science: Views of Six Nobel Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, MI, 1989, pp. 97-110.

¹¹ Cfr. SIMON, H. A., “Prediction and Prescription in Systems Modeling”, *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14.

¹² “El propio término ‘Documentación’ es un neologismo inventado por Paul Otlet para designar lo que hoy tendemos a llamar *Information Storage and Retrieval*; de hecho, no es excesivo considerar el *Traité [de Documentation]*, 1934] como el primer libro de texto”, RAYWARD, W. B., “Visions of Xanadu: Paul Otlet (1868-1944) and Hypertext”, *Journal of the American Society for Information Science*, v. 45, n. 4, (1994), p. 238.

Ciencias Aplicadas de Diseño, de modo que *Information Science* —entendida en sentido amplio— desempeña un papel instrumental al servicio de otras ramas del saber, para propiciar su avance.

Peter Ingwersen asocia *Library Science* y *Documentation* al estudio de amplias entidades textuales (*large textual entities*) que son portadoras de un conocimiento que se ha conservado (*preserved knowledge*). El interés histórico refuerza la importancia de la recuperación de los documentos y de su uso bajo demanda. De este modo, “se podría afirmar que su nivel aplicado (*applied level*) contribuye a su reconocimiento”¹³. Le atribuye una tarea científica basada en la operatividad: “el objetivo de la *Information Science* es el facilitar la comunicación eficaz de la información deseada entre un humano que la genera y otro agente humano”¹⁴.

Su enfoque, que distingue tres tipos de profesionales relacionados con las Ciencias de la Documentación¹⁵, supera el mero plano de la práctica acumulada —la Documentación como “Técnica”— para admitir expresamente al “científico de la información” (*information scientist*). Se ocupa de la investigación científica relacionada con los procesos de generación, representación, gestión, recuperación y uso de la información. A tenor de esta caracterización, parece claro que asume para las Ciencias de la Documentación una índole netamente aplicada. Con todo, admite la presencia de rasgos de Ciencia Básica: “la formulación del problema y del fenómeno que la *Information Science* espera resolver es de significación básica”¹⁶.

Admitir ese componente de Ciencia Básica —un conjunto teorías sin orientación práctica o aplicada— parece arriesgado. Porque, como señala Ilkka Niiniluoto, “la Ciencia Aplicada busca nuevo conocimiento con la finalidad específica de resolver un problema concreto o incrementar la eficiencia en su resolución”¹⁷. El conocimiento obtenido de estas Ciencias tiene entonces un carácter instrumental, puesto que opera orientado hacia fines. Así, el valor de lo alcanzado es evaluado a tenor de su utilidad epistémica y, sobre todo, de su utilidad práctica. Así, por un lado, la Ciencia Aplicada está relacionada con el contenido cognitivo: la corrección (*correctness*), la capacidad de información (*informativeness*) y la verosimilitud (*truthlikeness*); y, por otro lado, ha de ser evaluada por su simplicidad y capacidad de manejar el conocimiento para alcanzar resultados¹⁸.

¹³ INGWERSEN, P., *Information Retrieval Interaction*, Taylor Graham, Londres, 1992, p. 3.

¹⁴ INGWERSEN, P., *Information Retrieval Interaction*, p. 15.

¹⁵ “*Librarians* typically organize, analyse, and provide access for all kinds of users to the contents of documents. *Documentalists* do the same thing, but tend to exploit a wider variety of media and formats and traditionally limit their work to scientific-technical documents and users. *Information Scientists* emerge mainly from the ranks of documentalists, being aware of the wider aspects of scientific investigation of the process of generation, representation, management, retrieval and use of information”, INGWERSEN, P., *Information Retrieval Interaction*, p. 2.

¹⁶ INGWERSEN, P., *Information Retrieval Interaction*, p. 5. La presencia de aspectos básicos y aplicados en *Information Science* está presente en la definición que en 1975 dio ASIS: “It has both pure science (theoretical) components, which inquire into the subject without regard to application, and applied science (practical) components, which develops services and products”, GRIFFITH, B. C., *Key Papers in Information Science*, Knowledge Industry Publications, Nueva York, p. 5.

¹⁷ NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, *Erkenntnis*, v. 38, (1993), p. 5.

¹⁸ Cfr. “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 5.

En sintonía con las Ciencias de lo Artificial de Simon¹⁹, Niiniluoto sitúa a las Ciencias de Diseño dentro de las Ciencias Aplicadas. Entiende el concepto de “diseño” tiene un amplio espectro, que atañe también a los aspectos económicos o los relacionados con la planificación social²⁰. También está presente en campos dentro del terreno de la Tecnología, como es el caso de la Ingeniería, la Arquitectura, o el Diseño Industrial. La razón es clara: la Ciencia de Diseño hace investigación que busca conocimiento útil para resolver problemas concretos y ese contenido puede formar parte de la base epistemológica de la Tecnología.

Dentro de la índole aplicada de las Ciencias de la Documentación, hay una creciente influencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, que inciden “sobre los procesos de gestión y acceso al conocimiento grabado”²¹. Este instrumental ha hecho posible una mayor accesibilidad a los documentos y sus contenidos. Pero los aspectos relacionados con la gestión de la información han sido uno de los elementos nucleares en *Information Science*. A mi juicio, los “principios” y “destrezas” de índole práctica que menciona P. Ingwersen versan sobre componentes prescriptivos, que son necesarios para guiar la práctica profesional. En mi opinión, primero han sido las destrezas (*skills*) prácticas las que han dado lugar a la elaboración de prescripciones —pautas, estándares y normas— que han tenido su origen en el campo de las bibliotecas y que han experimentado un proceso de “cientificación” (*scientification*).

1.2. Necesidad de reglas de acción

Tanto en términos cronológicos como operativos, primero habría una serie de prácticas profesionales (en archivos y bibliotecas) y, después, un proceso de “cientificación” (esto es, ofrece una articulación epistemológica y metodológica a un quehacer), de modo que amplía su radio de acción. Esto es lo señalado por Niiniluoto cuando afirma que “inicialmente todas las Artes humanas o las Tecnologías se han basado en el conocimiento experto (*expertise*), que consiste en el dominio de destrezas prácticas y de reglas de tanteo (*rules of thumb*) en posesión de maestros, que han utilizado el conocimiento sólo a nivel de la experiencia diaria. Su desarrollo último ha seguido dos pautas que podríamos llamar la mecanización (*mechanization*) y la cientificación (*scientification*) de unas prácticas o de un Arte”²².

Primero las actividades humanas se han convertido progresivamente en más eficaces (*effective*), a través de nuevas invenciones mecánicas; y, después, el conocimiento que sirve para esas prácticas consolidadas ha sido recopilado en conjuntos sistemáticos de reglas de acción (lo que incluye la existencia de normas). Cuando se llega al nivel de “Ciencia de Diseño”, lograda ya la cientificación de prácticas humanas, se cuenta con algún tipo de *reglas de acción*²³. Porque las Ciencias de Diseño se orientan hacia la creación de conocimiento útil para incrementar la eficacia de ciertas tareas humanas: buscan ofrecer soluciones a problemas prácticos, para lo que se requieren pautas de actuación. Emplean dos elementos que están presentes en las Ciencias Aplicadas: la predicción y la prescripción.

¹⁹ Cfr. SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., pp. 111-112.

²⁰ Cfr. “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 8.

²¹ INGWERSEN, P. *Information Retrieval Interaction*, p. 2.

²² NIINILUOTO, I., “The Aim and Structure of Applied Research”, pp. 10-11.

²³ Cfr. “The Aim and Structure of Applied Research”, p. 11.

Mediante la predicción se intenta conocer con anticipación el futuro posible (por ejemplo, cómo se comportarán los diseños elaborados en el campo de las Ciencias Aplicadas). A través de las *prescripciones* se dan orientaciones que señalan el *deber ser*: indican cómo deben ser las cosas, lo que comporta reglas de acción. Así, en el caso de las Ciencias Aplicadas, Simon afirma lo siguiente: “las leyes que conectan conjuntos de variables permiten inferencias o predicciones, que han de ser realizadas a partir de los valores conocidos de algunas de las variables. Las inferencias y las predicciones pueden ser usadas, a su vez, para inventar (*invent*) y diseñar artefactos (p. ej., arcos) que lleven a cabo (*perform*) las funciones deseadas (soportar el peso y otras tensiones que se den en ellos), o anticipar y adaptarlos para eventos futuros sobre la base del conocimiento acerca del presente y el pasado”²⁴.

2. EL PAPEL DE LA PRESCRIPCIÓN EN LAS CIENCIAS DE LA DOCUMENTACIÓN COMO CIENCIAS APLICADAS DE DISEÑO

Para abordar la prescripción en las Ciencias de la Documentación, hay que insistir en su rasgo de Ciencia Aplicada: la orientación encaminada a solucionar problemas concretos. Ahí intervienen dos tipos de elementos: los internos y los externos. Los componentes internos contribuyen a articular criterios de organización, almacenamiento, interpretación y recuperación de la información. En cambio, los factores externos son aquellos que están relacionados con el entorno de esta actividad (p. ej., el diseño de los servicios a los usuarios) y, de modo más amplio, comprende aquellos factores que, de uno u otro modo, se ven afectados por el entorno sociocultural que demanda la información (tendencias culturales, condicionantes sociales, influencias políticas, etc.).

Junto al rasgo de Ciencia Aplicada está la caracterización de las Ciencias de la Documentación como “Ciencias de Diseño”, que permite entender mejor la información dentro de su campo y propicia una actuación encaminada a fines a partir de ella. Porque, si se acepta que el “Diseño, como Ciencia, es un instrumento tanto para comprender como para actuar”²⁵, entonces se puede decir que las Ciencias de la Documentación (en sentido amplio, *Library and Information Science*) son en rigor Ciencias de Diseño. Esto supone que las Ciencias de la Documentación son asimismo Ciencias de lo Artificial, puesto que su objeto de estudio y su método giran prioritariamente entorno a lo artificial (documentos).

En cuanto que Ciencias Aplicadas de Diseño, las Ciencias de la Documentación —*Information Science* en sentido amplio— conforman un saber de lo artificial: sus objetivos, procesos y resultados son artificiales. Pero es un saber de lo artificial que es distinto del saber hacer propio de la Ingeniería, pues la *Information Science* no transforma la realidad. De hecho, las *prescripciones* que elaboran las Ciencias de la Documentación no son transformadoras de lo real. El conocimiento práctico que resuelve problemas de

²⁴ SIMON, H. A., “Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena”, en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling: Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, p. 32. Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: “La Ciencia busca sobriedad, no simplicidad: La búsqueda de pautas en los fenómenos”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, p. 71.

²⁵ SIMON, H. A., *The Sciences of The Artificial*, 3 ed., 1996, p. 164.

información no modifica o altera la realidad misma sobre la que opera: únicamente la describe, indiza, resume, clasifica, etc.; pero propiamente no llega a alterar en modo alguno su naturaleza entitativa (lo que sí sucede con los artefactos tecnológicos). Los objetivos, los medios y los resultados obtenidos son genuinamente artificiales.

Al igual que otras Ciencias de lo Artificial, las Ciencias de la Documentación son Ciencias prescriptivas, como sucede también con la Farmacología o la Economía. Todas ellas son Ciencias Aplicadas. Con las Ciencias de la Documentación se busca la resolución de problemas prácticos de archivos, bibliotecas y Centros de Documentación. A tal efecto, se elaboran pautas, estándares y normas, que se plantean como instrumentos operativos para alcanzar metas. Estas prescripciones son artificiales en cuanto que han sido elaboradas por agentes humanos y se orientan hacia la aplicación del conocimiento a realidades artificiales (esto es, documentos), bien para resolver problemas prácticos o bien para incrementar la eficacia y la eficiencia en su resolución.

En el caso de las Ciencias Aplicadas la predicción conduce a la posterior elaboración de prescripciones que, a su vez, contribuyen a incrementar la posibilidad de realizar nuevas predicciones. Según sea el nivel de la prescripción, la predecibilidad de resultados es mayor o menor. Así, en el supuesto más estricto —las normas— hay más predecibilidad que en los otros casos, y puesto que se aspira a la univocidad, se intenta que la prescripción se interprete de una sola manera y también que haya claridad y sistematicidad. Pero comporta una limitación, que es la rigidez, la ausencia de flexibilidad.

Las tareas de normalización pueden analizarse desde dos planos distintos: el interno y el externo. a) El *nivel interno* atañe a los procesos de normalización en sí mismos considerados. En este sentido, es obvio que, cuanto más rigurosos sean, mejores resultados se podrán obtener, al menos, en cuanto a la calidad de los propios estándares; y, como resultado de la aplicación de estas normas, podrá incrementarse la calidad de los productos documentales. b) El *nivel externo* guarda relación con los usuarios y con el grado de satisfacción de sus demandas de información a través de productos documentales elaborados al efecto.

Cuando se aborda el caso del ámbito bibliotecario, es posible trazar además otra distinción, a tenor del ámbito de procedencia de las normas. Por un lado, están las *normas internas*, que son aquellas que han sido elaboradas por bibliotecarios en el marco de asociaciones profesionales (p. ej., los estándares de descripción bibliográfica —ISBDs— de la IFLA). Y, por otro lado, se encuentran las *normas externas*, que han sido desarrolladas por personas o colectivos ajenos al ámbito bibliotecario.

3. LA PRESENCIA DE LA PRESCRIPCIÓN EN ENFOQUES ACTUALES DE LAS CIENCIAS DE LA DOCUMENTACIÓN

Hasta ahora, se ha insistido aquí en los ejes de mi posición sobre el asunto abordado, ofreciendo un marco epistemológico y metodológico claro: las Ciencias de la Documentación como Ciencias Aplicadas de Diseño, dentro del entorno de las Ciencias de lo Artificial. Es el momento de estudiar algunos enfoques actuales de las Ciencias de la Documentación, para contemplar su posición sobre la presencia de la prescripción en estas disciplinas. Son planteamientos que han sido influyentes, por lo que merecen la atención para este tema.

3.1. La perspectiva del doble “paradigma” de Francis Miksa

Sobre *Library and Information Science* Francis Miksa formula dos “enfoques”²⁶. A su juicio, son los que las conforman: a) la biblioteca como institución social (*institutional paradigm*); y, b) el “paradigma de flujo” (*flow paradigm*)²⁷. El primero de esos modelos gira entorno a la biblioteca concebida como una institución social, mientras que el segundo se centra en el proceso de “movimiento de información” que conforma un sistema de comunicación humano.

El primer modelo deriva de modo directo de la tarea de los académicos vinculados a la *Graduate Library School* de Chicago, que desarrollaron su trabajo en los años 20 y 30 del siglo XX. Utilizaron una Metodología procedente de la Sociología y la Pedagogía (*Education*). Las cuestiones de administración bibliotecaria, que habían centrado la atención de los teóricos de la Biblioteconomía —especialmente de los europeos G. Naudé o M. Schrettinger—, quedaron subordinadas a la búsqueda de conocimiento del comportamiento lector de los usuarios. De este modo, el “paradigma institucional” buscaba una comprensión más profunda de los hábitos de lectura de los usuarios, de manera que permitiese establecer nuevas fórmulas para satisfacer las necesidades lectoras y mejorar la comunicación de contenidos²⁸.

La Biblioteca concebida como una organización social singular es el núcleo de este modelo. Su función más importante gira entorno a su colección de documentos y a sus servicios, de modo que buscan propiciar el cambio social y cultural a través del uso público de sus colecciones. La biblioteca alcanza ese objetivo cuando, por medio de la lectura, el conocimiento social contenido en los documentos se transfiere a los usuarios. Los fines últimos buscados son la educación y la socialización de individuos. Este enfoque —según señala J. Hansson— ha puesto demasiado énfasis en la importancia social del desarrollo bibliotecario. En efecto, las bibliotecas parecen tener, bajo esta perspectiva, el papel de ser el epicentro alrededor del cual evoluciona la sociedad²⁹.

Acerca del segundo “paradigma” —el correspondiente al “movimiento de la información” (*information movement*) o “paradigma de flujo” (*flow paradigm*)— Miksa considera que conforma un sistema de comunicación humano³⁰. Esta conceptualización introdujo

²⁶ Se ha preferido la utilización del término “enfoque”, en vez del uso de la palabra “paradigma”, porque la voz “paradigma” aparece con 21 sentidos distintos en el principal libro de Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*. Posteriormente, debido a las críticas recibidas, el propio Kuhn indicó que podía abandonar el término “paradigma”. Más tarde —en 1995— el propio autor reconocerá que “paradigma” fue una palabra adecuada (*a perfectly good word*) hasta que la estropeó (*until I messed it up*). A este respecto, véase GONZALEZ, W. J., “Las revoluciones científicas y la evolución de Thomas S. Kuhn”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Análisis de Thomas Kuhn: Las revoluciones científicas*, Trotta, Madrid, 2004, pp. 15-103; en especial, p. 58.

Por tanto, si el propio promotor del término “paradigma” desaconseja su utilización, no hay necesidad de seguir utilizando esa palabra en contextos metodológicos. Cfr. KUHN, TH. S., “A Discussion with Thomas S. Kuhn”, en KUHN, TH. S., *The Road Since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*, editado por James Conant y John Haugeland, The University of Chicago Press, Chicago, 2000, p. 298.

²⁷ Cfr. MIKSA, F., “Library and Information Science: Two Paradigms”, en VAKKARI, P. y CRONIN, B. (eds), *Conceptions of Library and Information Science*, Graham Taylor, Londres, 1992, pp. 229-252.

²⁸ Cfr. HANSSON, J., “The Social Legitimacy of Library and Information Studies: Reconsidering the Institutional Paradigm”, en RAYWARD, B. (ed), *Aware and Responsible: papers of the Nordic-International Colloquium on Social and Cultural Awareness and Responsibility in Library, Information and Documentation Studies*, Scarecrow Press, Lanham, MD, 2004, pp. 49-69; en especial p. 54.

²⁹ Cfr. HANSSON, J., “The Social Legitimacy of Library and Information Studies: Reconsidering the Institutional Paradigm”, p. 53.

³⁰ El “paradigma de flujo” es, a juicio de F. Miksa, un fenómeno central en el campo de *Library and Information Science*.

el término “información” como denominación del campo y suministró un conjunto de nuevos términos mediante los cuales los profesionales de *Library and Information Science* podrían caracterizar su actividad. La expresión “movimiento de la información” se refiere a un proceso dinámico, modelado en términos de flujo de información, que tiene lugar a través de un canal entre dos puntos, y que es susceptible de incorporar mecanismos de retroalimentación (*feedback*) para ejercer control. El modelo que ha servido de base al paradigma de flujo ha sido la Teoría matemática de la Comunicación.

Para Francis Miksa, el movimiento de la información tiene lugar en un sistema donde el conocimiento, representado en objetos (documentos), es buscado y recuperado en respuesta a las preguntas planteadas por individuos. La biblioteca, concebida como un sistema de recuperación de documentos, puede servir como modelo para otros sistemas semejantes. Este modelo subyace a una parte importante de la investigación en el campo, sobre todo en aspectos relacionados con *Information Retrieval* y con la Bibliometría.

Este segundo “paradigma” supone una concepción mucho más amplia del dominio de *Library and Information Science* que la primera, porque incluye no sólo a la biblioteca como sistema de información, sino también a otras instituciones concebidas como sistemas de información, en las cuales los objetos que representan conocimiento —o sus *surrogates*— se buscan y recuperan en respuesta a las necesidades humanas de información.

El primer “paradigma” resalta en exceso el papel social de la biblioteca y, el segundo, está relacionado con los mecanismos comunicativos de los sistemas de información como las bibliotecas. A juicio de F. Miksa, el “paradigma de flujo” introduce tres cambios clave en los conceptos fundamentales de *Library and Information Science*: a) la noción de “flujo controlable de información”; b) la idea de la información como unidad divisible y medible; y c) la postura del movimiento de la información desde la doble perspectiva física y semántica³¹.

En ambos casos, los “paradigmas” propuestos por F. Miksa giran entorno a la idea de sistema como conjunto de componentes que interactúan para alcanzar objetivos. Funcionan, de hecho, como modelado de sistemas (*systems modelling*), que tratan de recoger los principios de funcionamiento básico de otros sistemas, altamente complejos: los sistemas de información, que buscan representar la realidad y abordan el estudio del comportamiento de sistemas complejos. En ellos, la predicción juega un papel importante, tanto en lo que concierne a la fase de diseño como en lo que atañe a los procesos y resultados. Pero, en la medida en que los “paradigmas” descansan en la institucionalización social y el flujo informativo, el eje no es la prescripción entendida en clave de perspectiva interna de las Ciencias de la Documentación.

3.2. El “enfoque cognitivo” de N. Belkin y P. Ingwersen

Hay una segunda aproximación teórica, denominada “perspectiva cognitiva” (*cognitive viewpoint*)³², que Vakkari considera particularmente influyente. Se apoya en Tefko Saracevic y observa que la *Information Science*, en las décadas de 1950 y 1960, estaba orientada desde el punto de vista de los sistemas que se concentraban en la recuperación eficaz de información, es decir, sobre aspectos altamente aplicados³³. Después, desde finales de los

³¹ Cfr. MIKSA, F., “Library and Information Science: Two Paradigms”, pp. 229-252

³² Cfr. VAKKARI, P., “Library and Information Science: Its Content and Scope”, *Advances in Librarianship*, v. 18, (1994), p. 31.

³³ Cfr. VAKKARI, P., “Library and Information Science: Its Content and Scope”, pp 1-55; en especial, p. 31.

años 70, un número creciente de investigadores reorientaron su atención al entender que el punto de vista de sistemas no reflejaba progreso.

Se había producido entonces un cambio de dirección en los intereses de investigación, de modo que se reorientan hacia “estructuras de conocimiento”. Es el caso de autores como B. C. Brookes³⁴ o N. Belkin³⁵. Otros investigadores han prestado atención a aspectos cognitivos, como N. Belkin, o han atendido a aspectos relacionados con los usos y los usuarios: es el caso de B. Dervin³⁶ y de B. Dervin y D. Nilan³⁷. Dentro de este enfoque destacan dos autores: N. Belkin y P. Ingwersen³⁸. Pero la génesis de la perspectiva cognitiva en *Information Science* se encuentra en diversos trabajos elaborados por Nicholas Belkin desde la segunda mitad de los años 70. Desde un punto de vista de desarrollo, a comienzos de los años 90, la *perspectiva cognitiva* permanecía todavía en un estadio de formación³⁹.

El cambio de planteamiento hacia la *perspectiva cognitiva* supuso un nuevo enfoque en la investigación, que pasó de estar dirigida a *sistemas* a poner énfasis en otros aspectos: la estructura del conocimiento; la interacción hombre-ordenador; la búsqueda de información y el comportamiento informativo humano. Así, una mejor comprensión de estos procesos podría propiciar una mejora en el diseño de sistemas informativos y de los componentes directamente operados por los usuarios, como los *interfaces* inteligentes⁴⁰. En otras palabras, se buscaron avances en Ciencia Básica (*Cognitive Sciences*) para trasvasarlos a un ámbito de Ciencia Aplicada (*Information Science*). Esa indagación en elementos de Ciencia Básica buscaba la elaboración de pautas de comportamiento que hicieran posible el diseño de nuevas estructuras que facilitasen el acceso a la información.

Uno de los elementos clave en esta perspectiva cognitiva, que es de interés para *Information Science*, es que en ambos lados de los sistemas de comunicación tienen lugar procesos cognitivos. La esencia del punto de vista cognitivo en Belkin es que considera de modo explícito que el estado de conocimiento, las creencias (*beliefs*)... de los seres humanos —o de aplicaciones de procesamiento de información— median o interactúan con lo que ellos reciben, perciben o producen. La idea central es que nuestras acciones y pensamientos están delimitados (*bound*) por nuestra estructura conceptual⁴¹.

³⁴ Cfr. BROOKES, B. C., “The Fundamental Equation of Information Science”, en: *Problems of Information Science*, FID 530, VINITI, Moscú, 1975, pp. 115-130.

³⁵ Cfr. BELKIN, N., “Information Concept for Information Science”, *Journal of Documentation*, n. 34, (1978), pp. 55-85.

³⁶ Cfr. DERVIN, B., “Useful Theory for Librarianship: Communication not Information”, *Drexel Library Quarterly*, n. 13, (1977), pp. 16-32.

³⁷ Cfr. DERVIN, B. y NILAN, D., “Information Needs and Uses”, *Annual Review of Information Science and Technology*, v. 21, (1986), pp. 3-33.

³⁸ Cfr. VAKKARI, P., “Library and Information Science: Its Content and Scope”, pp 1-55; en especial, p. 33.

³⁹ Cfr. SARACEVIC, T., “Information Science Revisited: Contemporary Reflection on its Origin, Evolution and Relations”, *Research Report Series*, School of Communication, Information and Library Studies, The State University of New Jersey, Rutgers, Nueva Brunswick, 1990, pp. 24-25.

⁴⁰ Cfr. VAKKARI, P., “Library and Information Science: Its Content and Scope”, *Advances in Librarianship*, v. 18, (1994), pp 1-55; en especial, p. 32.

⁴¹ A este respecto, Vakkari traza un paralelismo con la idea de Filosofía de la Ciencia: las observaciones presentan una carga teórica que proviene de la experiencia (*theory-laden*), es decir, vemos e interpretamos el mundo a través de nuestros conceptos y de nuestras estructuras de referencia, cfr. VAKKARI, P., “Library and Information Science: Its Content and Scope”, *Advances in Librarianship*, v. 18, (1994), pp 1-55; en especial, p. 33.

La idea que subyace a la concepción de Belkin es que el *generador* de un texto forma (*shapes*) su estructura conceptual sobre algún tema con el objetivo de comunicarlo. La estructura, mediante normas lingüísticas, se convierte en un elemento comunicable: el texto. A su vez, se convierte en una parte del *corpus* de textos a los que tienen acceso los usuarios potenciales. Por su parte, el *receptor* estimula el sistema de comunicación al reconocer una anomalía en su estado de conocimiento. Este reconocimiento es parecido a la división del estado de conocimiento del generador que identifica la estructura conceptual que es comunicada. El receptor convierte entonces su estado anómalo de conocimiento en alguna estructura comunicable (una petición) utilizada para recuperar del *corpus* de textos aquellos que pudiesen ser apropiados para resolver la anomalía.

Esta descripción clásica de N. Belkin representa el núcleo del objetivo principal de la *Information Science* vista desde la perspectiva cognitiva⁴². *Information Science* está vinculada a la indagación en la descripción de estructuras conceptuales de los textos. También se orienta al estudio de los agentes que elaboran los textos y a los usuarios. En este sentido, *Information Science* tiene que ver con los estados internos de conocimiento del emisor y del receptor de información. Busca fórmulas para encajar las características que presentan los dos últimos componentes, para incrementar la eficiencia en la recuperación de textos relevantes para los usuarios. Los principales objetivos de investigación giran entorno a los problemas de *Information Retrieval*.

Belkin cree que el punto de vista cognitivo podría servir como medio para la integración, interrelacionando el trabajo de diversas áreas de *Information Science* y proporcionando la estructura unificada. Así, señala cinco aspectos de los que se ocupa *Information Science*: a) la información en humanos y los sistemas de comunicación cognitivos; b) los modos de conexión entre información y emisor; c) la relación entre información y usuario; d) la idea de información deseada (*desired information*); f) la eficacia de la información y de su transferencia⁴³.

A juicio de Vakkari, Belkin ofrece una caracterización estructural basada en la recuperación de la información (*Information Retrieval*) o, en otras palabras, apoyada sobre un sistema de comunicación controlado por el receptor (*recipient-controlled communication system*)⁴⁴. Es, sin duda, una caracterización excesivamente amplia, que es más descriptiva que prescriptiva y se centra más en contenidos que en reglas. Ingwersen, por su parte, desarrolla la concepción de *Information Science* desde un punto de vista cognitivo, que toma el problema fundamental de Belkin como punto de partida.

Sin embargo, Ingwersen perfila por áreas, con una mayor precisión y detalle que Belkin, las dimensiones operativas de *Information Science*. Primera, trata con la transferencia formal e informal de información (p. ej., la comunicación científica o el flujo de información entre instituciones). Segunda, busca entender la generación y desarrollo de necesidades de información dentro de la sociedad, entre grupos específicos de personas o individualmente. Así, el centro de atención es la índole informativa y las razones que conducen a la información deseada (*desired information*). Esas razones son el problema a resolver o el

⁴² Cfr. BELKIN, N., "Information Concept for Information Science", pp. 55-85.

⁴³ Cfr. "Information Concept for Information Science", pp. 55-85.

⁴⁴ Cfr. VAKKARI, P., "Library and Information Science: Its Content and Scope", p. 33.

cumplimiento de objetivos culturales, emocionales o empíricos. Tercera, estudia los medios que pueden mejorar el comportamiento y la calidad de la información en sistemas de información. Se relaciona con el desarrollo de teorías y con la forma de facilitar los procesos de transferencia entre emisores y usuarios de información. Cuarta, trata con el conocimiento generado y con formas para su análisis y representación en los sistemas de información textuales. Los problemas de indización y clasificación, así como las medidas y distribución de la producción de investigación y desarrollo pertenecen a esta área. Quinta, se centra en la relevancia, el uso y el valor de la información⁴⁵.

3.3. Valoración crítica

Library and Information Science se configuran —a mi juicio— como Ciencias Aplicadas de Diseño: su objetivos no están en buscar un mero incremento del conocimiento, no buscan fines cognitivos *per se*, aunque adopten conocimientos procedentes de otros campos. Una de las características más importantes de la *perspectiva cognitiva* es su capacidad para conectar el concepto de información con otros campos de investigación. Su uso del concepto estructural de la información (*structural information concept*) así como el interés en las estructuras cognitivas es compartido por diversos campos de las Ciencias Cognitivas.

Las metas de *Information Science* apuntan a la resolución de problemas prácticos, que giran entorno a la provisión de acceso a documentos elaborados por seres humanos. El interés central de la perspectiva cognitiva: el facilitar la comunicación de información deseada entre emisores humanos y usuarios, no es un objetivo nuevo en nuestro campo. Puede ser en cambio novedosa la forma en la que el fenómeno ha sido conceptualizado. Su intento para redefinir la información y los procesos cognitivos en los seres humanos ha sido innovador y ha conducido claramente a nuevos resultados.

En *Information Science* la investigación se orienta a conocer para actuar en la resolución de problemas prácticos. Se investiga para poder incrementar la predecibilidad en un entorno documental cada vez más complejo, más amplio y más heterogéneo. A mi juicio, las disciplinas que constituyen el campo están orientadas en esa dirección: conectar usuarios con la información que necesitan y con los documentos que la contienen: una de las claves está en la identificación y reidentificación de documentos.

Aunque la *perspectiva cognitiva* presenta características de “metateoría”, no ha creado un programa de investigación teórica para cubrir la mayoría del campo. La actividad de investigación en las diversas áreas de *Information Science* que han utilizado esta aproximación no han sido capaces de mostrar conexiones explícitas entre los constructos teóricos que están utilizando en la explicación de sus objetos de estudio. Para Vakkari, los esfuerzos de investigación están dispersos y el trabajo teórico para unificar conceptualmente los resultados de investigación en diversas áreas de estudio están esperando a ser abordados⁴⁶.

Podría esperarse que la perspectiva cognitiva fuese el aspirante primario para este trabajo, en cuanto estructura conceptual más desarrollada: proporciona herramientas para

⁴⁵ Cfr. INGWERSEN, P. y JÄRVELIN, K., *The Turn: Integration of Information Seeking and Retrieval in Context*, Springer, Dordrecht, 2005.

⁴⁶ VAKKARI, P., “Library and Information Science: Its Content and Scope”, pp. 1-55.

integrar diversas partes del campo bajo el mismo esquema conceptual. En ese sentido podría conducir a una evolución conceptual en nuestro campo reclamada por Alvin Schrader⁴⁷.

Entre las críticas a la perspectiva cognitiva podría destacarse a B. Frohmann, que aporta una serie de debilidades de este enfoque en su análisis de discurso de la perspectiva cognitiva⁴⁸. Critica a la perspectiva cognitiva por su “imperialismo teórico” (*theoretical imperialism*). Esto significa que, habitualmente, se presenta a sí misma no como una teoría local de problemas específicos, sino como una teoría total para *Information Science*. Culpable, además, a la perspectiva cognitiva de referencialidad (*referenciality*) y de reificación excesiva en cuanto a las imágenes. Mantiene que la perspectiva cognitiva hace un hincapié excesivo en un individualismo radical, eliminando la dimensión social de la teoría. Reduce al científico de la información a un experto en negociación de imagen (*image negotiation*) y en la razón instrumental que queda regulada por la eficacia, la normalización, la predecibilidad y la determinación de efectos.

Ofrece, en suma, una crítica sobre el carácter de la teorización en la perspectiva cognitiva: es un enfoque asocial (ausencia de dimensión social) que se ha orientado hacia una individualización mentalista (individualismo radical), que se concentra sólo en las estructuras mentales de los usuarios. Otros autores, como W. Paisley⁴⁹ y F. Miksa⁵⁰, también han elaborado argumentos contra el estrecho enfoque social de la perspectiva cognitivista porque, a su juicio, presta poca atención a los aspectos sociales de los procesos de información, ya sea en términos de contexto social de los usuarios individuales, o bien del contexto social del sistema en sí mismo considerado. *Information Science* está orientada a la creación de sistemas de recuperación de hechos y de sistemas de recuperación documentales⁵¹.

4. TIPOS DE PRESCRIPCIONES EN CIENCIAS DE LA DOCUMENTACIÓN

Hasta ahora, se ha resaltado que la prescripción constituye uno de los componentes de carácter instrumental que conforma las Ciencias de la Documentación. Así, pueden trazarse categorías de pautas, estándares o normas en función de los *objetivos* elegidos, de los *procesos* seleccionados y de los *resultados* buscados. Cada uno de esos tres planos puede requerir prescripciones precisas para su articulación, en cuanto que las Ciencias de la Documentación forman parte de las Ciencias de Diseño y están orientadas a metas concretas.

4.1. Diversidad a tenor de los objetivos, procesos y resultados

Dentro del conjunto del saber, las Ciencias de la Documentación son Ciencias Aplicadas: sus objetivos, los procesos que utiliza y los resultados que obtiene son netamente aplicados.

⁴⁷ Cfr. SCHRADER, A., “The Domain of Information Science: Problems in Conceptualization and in Consensus Building”, *Information Services & Use*, v. 6, (1986), pp. 169-205.

⁴⁸ Cfr. FROHMANN, B., “Knowledge and Power in Library and Information Science: Toward a Discourse Analysis of the Cognitive Viewpoint”, en VAKKARI, P. y CRONIN, B. (eds), *Conceptions of Library and Information Science*, pp. 135-148, y FROHMANN, B., “The Power of Images: a Discourse Analysis of the Cognitive Viewpoint”, *Journal of Documentation*, v. 48, (1992), pp. 365-386.

⁴⁹ Cfr. PAISLEY, W., “Information Science as a Multidiscipline”, en PEMBERTON, M. y PRENTICE, A. (eds), *Information Science: The Interdisciplinary Context*, Neal-Schuman, Nueva York, pp. 3-24.

⁵⁰ Cfr. MIKSA, F., “Library and Information Science: Two Paradigms” en VAKKARI, P. y CRONIN, B. (eds), *Conceptions of Library and Information Science*, Londres, Graham Taylor, 1992, pp. 229-252.

⁵¹ A este respecto puede verse, CAPURRO, R. y HJØRLAND, B., “The Concept of Information”, *Annual Review of Information Science and Technology*, v. 37, n.1, (2003), pp. 343-411; en especial p. 384.

En primer lugar, sus fines son operativos y específicos: selecciona y adquiere los materiales de interés (la información contenida en cualquier soporte documental); después sigue unos procesos de modo funcional: analiza y ordena esos materiales de una manera adecuada, para hacer posible su recuperación y utilización; y, posteriormente, intenta obtener resultados que favorezcan la diseminación de lo alcanzado (esto es, la tarea de comunicación).

En segundo término, para obtener estos objetivos, las Ciencias de la Documentación ponen en práctica medios que, en principio, son también operativos. Esto puede verse tanto en el caso de la *Information Science* como en la *Library Science*: en ambos tipos de conocimiento práctico, la actividad se orienta expresamente a solucionar problemas concretos. Para ello emplea medios característicos, que son normalmente funcionales. Las soluciones adoptadas constituyen la base de la existencia de estas disciplinas. Y, para desempeñar las funciones señaladas, se utilizan instrumentalmente las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Las Ciencias de la Documentación proporcionan, en tercera instancia, unos resultados. Estos resultados son evaluados habitualmente según criterios operativos: se analizan normalmente en función de su manejabilidad y de la utilidad de lo alcanzado, que son dos criterios propios de Ciencia Aplicada. Esta evaluación de los resultados obtenidos la llevan a cabo los usuarios, tanto de forma expresa como implícita.

Cada uno de estos tres planos —objetivos, procesos y resultados— puede estar sujeto a prescripciones. Así, el conjunto de las tareas profesionales, a través de las cuales se diversifican las *dimensiones operativas* que se despliegan mediante las Ciencias de la Documentación, pueden estar embebidas de los criterios de la prescripción. De nuevo, se da una articulación entre las tareas predictivas y los cometidos prescriptivos, aun cuando se resalte ahora la segunda faceta.

i) Puede haber prescripciones específicas que estén orientadas a guiar la transferencia de información, tanto formal como informal (p. ej., la comunicación científica o el flujo de información entre instituciones). ii) Es también posible la elaboración de prescripciones para modelos que incluyan cómo se genera y desarrolla la necesidad de información dentro de la sociedad (p. ej., entre grupos sociales). iii) Cabe tener prescripciones para mejorar los sistemas de información y la calidad de la información, a partir del desarrollo de los métodos adecuados. iv) Se pueden desarrollar estándares para mejorar el conocimiento recogido en cualquier tipo de soporte y también para ampliar las formas de análisis y de representación en sistemas de información. v) Pueden darse normas para incrementar la relevancia de las fuentes de información (pertinencia, utilidad, etc.), tanto en el caso de los actores cognitivos como en las aplicaciones algorítmicas relacionadas con una situación informativa⁵². Asimismo, los estándares pueden propiciar el uso e incrementar el valor de la información.

4.2. Prescripciones en Análisis Documental: Pautas, estándares y normas

Dentro de las Ciencias de la Documentación hay un ámbito disciplinar donde las prescripciones desempeñan un papel esencial: el Análisis Documental. Es una disciplina que, temáticamente, está integrada en *Information Science* al tiempo que, metodológicamente,

⁵² Cfr. INGWERSEN, P. y JÄRVELIN, K., *The Turn: Integration of Information Seeking and Retrieval in Context*, Springer Verlag, Dordrecht, 2005, p. 389.

se constituye como una Ciencia Aplicada de Diseño. Se trata, por tanto, de una Ciencia de lo Artificial por sus objetivos, procesos y resultados.

En el ámbito del Análisis Documental, la búsqueda de objetivos puede reducirse a los siguientes: 1) la elaboración de productos documentales que satisfagan necesidades reales de información por parte de los usuarios; 2) propiciar la correcta organización física de los documentos dentro de la unidad informativa; 3) elaborar instrumentos —pautas, estándares o normas— que contribuyan a la adecuada ejecución de procesos analíticos; y, 4) contribuir al buen funcionamiento interno de los diversos productos de Análisis Documental. En el primero y cuarto la predicción tiene una función, mientras que en el segundo y tercero prevalece el cometido de la prescripción.

Por un lado, la predicción es normalmente el paso epistemológico y metodológico previo a la prescripción⁵³. Porque, para saber cómo se debe actuar, hace falta primero conocer si es posible el objetivo buscado. Pero, por otro lado, la *prescripción* puede actuar como un instrumento al servicio de la *predicción*. Esto se da en el campo de Análisis Documental. Así, en la medida en que las prescripciones sean más estrictas, el resultado final es más predecible. De este modo, para obtener los resultados previstos de un diseño, hace falta establecer con claridad las *prescripciones* que han de guiar las diversas etapas del proceso.

Contribuye la prescripción a propiciar la predicción cuando reduce el número de alternativas (actúa entonces como un mecanismo de simplificación). Paralelamente, la predicción opera como un instrumento al servicio de la racionalidad, puesto que se orienta a la búsqueda inteligente de objetivos apropiados⁵⁴. La *predicción* atañe a la etapa inicial de diseño, pero incide en los procesos y en la fase de anticipación de resultados. Cabe diseñar nuevos productos documentales o, en su caso, introducir modificaciones a partir de la información obtenida mediante la *predicción*. Se pueden también estudiar determinados factores ambientales propios de los usuarios, para conocer cuáles van a ser sus necesidades informativas futuras.

Respecto del papel de la prescripción cabe señalar su contribución a una de las tareas más importantes de la comunidad bibliotecaria, que es organizar la información para hacerla accesible a distintos tipos de usuarios. A este respecto, como ha señalado S. McCallum, las *normas* constituyen la columna vertebral de las tareas de control bibliográfico⁵⁵. En el caso del ámbito bibliotecario, es posible establecer una distinción dual —planos interno y externo— a tenor del ámbito de procedencia de las normas.

En este sentido, cabe insistir en los dos planos: las *normas internas*, que surgen dentro de la profesión, en especial de bibliotecarios en las asociaciones profesionales (p. ej., los estándares de descripción bibliográfica —ISBDs de la IFLA—); mientras que las *normas externas* son aquellas otras que han sido concebidas por personas o colectivos ajenos a la profesión bibliotecaria, como es el caso, por ejemplo, del código ASCII.

⁵³ Sobre el concepto de “predicción”, cfr. GONZALEZ, W. J., “On the Theoretical Basis of Prediction in Economics”, *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228.

⁵⁴ Cfr. RESCHER, N., *Rationality: a Philosophical Inquiry into The Nature and the Rationale of Reason*, Clarendon Press, Oxford, 1988, p. vii.

⁵⁵ Cfr. MCCALLUM, S., “What Makes a Standard?”, *Cataloging and Classification Quarterly*, v. 21, n. 3-4, (1996), pp. 5-15.

Es posible señalar otra distinción, atendiendo al “vigor” (*strenght*) de actuación que comportan los estándares. A este respecto, en la medida en que se sigue el criterio de “vigor”, dentro del ámbito de la *Information Science*, entendida en sentido amplio, hay según H. Avram tres tipos de normas⁵⁶: i) las pautas (*guidelines*) o líneas generales, que sirven para regular el funcionamiento de determinados servicios y tienen una menor fuerza vinculante; ii) las convenciones, que tienen un mayor grado de vigor y son las reglas para actividades (*rules for activities*) o, en su caso, los estándares profesionales (*professional standards*); y iii) las normas técnicas o especificaciones (*technical standards*), donde la fuerza vinculante es inequívoca.

Los dos últimos grupos resultan aquí más interesantes por cuanto ofrecen un mayor grado de predecibilidad, y también porque resultan más relevantes al objeto del presente estudio. Así, en lo que hace al segundo grupo —las reglas para actividades—, la aplicación de este tipo de estándares ha de realizarse de manera consistente; pero, debido a su propia naturaleza, su manejo no garantiza necesariamente la consecución de resultados idénticos. Las *Reglas de Catalogación* podrían encuadrarse en esta categoría, puesto que no son, en absoluto, totalmente previsibles respecto de los resultados que se obtienen. A este tipo de normas R. Bourne lo denomina “estándares débiles” (*soft standards*), pues considera que presentan una mayor vinculación con lo conceptual⁵⁷: se mueven en un ámbito de entidades abstractas, y no siempre tienen una clara identidad en el mundo real.

Cabe señalar que las “normas técnicas” (*technical standards*) o especificaciones —el tercer grupo— son las prescripciones más rígidas y precisas. Constituyen —a juicio de R. Bourne— los estándares duros (*hard standards*), en cuanto que son más estrictos. Este autor los relaciona con lo tangible y, por tanto, difícilmente se aplican a lo conceptual. Su utilización entraña una observancia estricta, si se pretende compartir los resultados (p. ej., las estructuras de formato, los juegos de caracteres, las listas normalizadas de códigos)⁵⁸.

Sobre normas técnicas o especificaciones W. Crawford señala que han de ser explícitas. Considera que estas prescripciones han de estar bien definidas y su alcance o dominio debe estar nítidamente acotado. Estas especificaciones presentan varias características. a) Proporcionan “normas” más que “pautas” (*guidelines*) en cuanto que su resultado es más predecible que las orientaciones generales del segundo caso. b) Establecen condiciones alcanzables sin ambigüedad. c) Su conocimiento propicia criterios cuantitativos⁵⁹. Parece claro que en la medida en que las normas sean más estrictas, será más previsible el resultado futuro esperado.

Por tanto, el ideal de las prescripciones está en las “normas”, en cuanto que carecen de ambigüedad. Esto, además, las convierte en instrumentos claramente predictivos, de

⁵⁶ Cfr. AVRAM, H., MCCALLUM, S. y PRICE, M., “Organizations Contributing to Development of Library Standards”, *Library Trends*, n. 31, (1982), pp. 197-223; en especial, p. 198.

⁵⁷ Cfr. BOURNE, R., “Standards Who Needs Them?”, *Library Association Record*, v. 93, n. 3, (1994), pp. 148-149.

⁵⁸ Cfr. AVRAM, H., MCCALLUM, S. y PRICE, M., “Organizations Contributing to Development of Library Standards”, p. 197.

⁵⁹ Esta circunstancia se confirma, de manera explícita, en el punto 0.9 de la introducción general de las Reglas de Catalogación Anglo-Americanas (AACR2R): “Estas reglas reconocen, por parte del catalogador, la necesidad de juicio e interpretación” ..., “se reconoce el hecho de que la normativa uniforme para todos los tipos y tamaños del catálogo, ni es posible ni deseable, y anima a la aplicación del juicio individual basado en el conocimiento específico local”, en: *Anglo-American Cataloguing Rules*, 2ª ed. rev., American Librray Association, Chicago, 1998, pp. 2-3.

tal modo que, si dos personas aplican una norma al mismo problema, se podrá obtener un resultado idéntico. Cuando las prescripciones no satisfacen ese criterio, no pueden ser consideradas en rigor como normas técnicas o especificaciones.

Pero no es fácil llegar a este nivel prescriptivo, por lo que el Análisis Documental —y, en general, las Ciencias de la Documentación— trabaja con frecuencia en el segundo rango: las reglas para actividades (*rules for activities*) o, en su caso, los estándares profesionales. Su presencia puede ser vista con un elemento en la “cientificación”, un estadio para seguir profundizando en estas disciplinas en cuanto Ciencias Aplicadas de Diseño. En este sentido, sería conveniente tener un número relativamente reducido de prescripciones que sirvieran de marco general desde el cual llegar a cualquier norma técnica o especificación. Su estructura podría ser como un árbol invertido, donde las prescripciones de partida han de poder alcanzar cada una de las partes finales de las ramas normativas.

BIBLIOGRAFÍA

- Anglo-American Cataloguing Rules*, 2ª ed. rev., American Library Association, Chicago, 1998.
- AVRAM, H., MCCALLUM, S. y PRICE, M., “Organizations Contributing to Development of Library Standards”, *Library Trends*, v. 31, (1982), pp. 197-223.
- BELKIN, N., “Information Concept for Information Science”, *Journal of Documentation*, v. 34, (1978), pp. 55-85.
- BEREJO, A., *Bases teóricas del Análisis Documental: La calidad de objetivos, procesos y resultados*, Ediciones Universidad Carlos III de Madrid y Boletín Oficial del Estado, Madrid, 2002.
- BEREJO, A., “Caracteres de la predicción en las Ciencias de la Documentación: De la *Information Science* al Análisis Documental”, en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 217-235.
- BELKIN, N., “Information Concept for Information Science”, *Journal of Documentation*, v. 34, (1978), pp. 55-85.
- BOURNE, R., “Standards Who Needs Them?”, *Library Association Record*, v. 93, n. 3, (1994), pp. 148-149.
- BROOKES, B. C., “The Fundamental Equation of Information Science”, en: *Problems of Information Science*, FID 530, VINITI, Moscú, 1975, pp. 115-130.
- CAPURRO, R. y HJØRLAND, B., “The Concept of Information”, *Annual Review of Information Science and Technology*, v. 37, n. 1, (2003), pp. 343-411.
- DERVIN, B., “Useful Theory for Librarianship: Communication not Information”, *Drexel Library Quarterly*, v. 13, (1977), pp. 16-32.
- DERVIN, B. y NILAN, D., “Information Needs and Uses”, *Annual Review of Information Science and Technology*, v. 21, (1986), pp. 3-33.
- FROHMANN, B., “Knowledge and Power in Library and Information Science: Toward a Discourse Analysis of the Cognitive Viewpoint”, en VAKKARI, P. y CRONIN, B. (eds) *Conceptions of Library and Information Science*, Taylor Graham, Londres, 1992, pp. 135-148.
- FROHMANN, B., “The Power of Images: a Discourse Analysis of the Cognitive Viewpoint”, *Journal of Documentation*, v. 48, (1992), pp. 365-386.

GONZALEZ, W. J., "On the Theoretical Basis of Prediction in Economics", *Journal of Social Philosophy*, v. 27, n. 3, (1996), pp. 201-228.

GONZALEZ, W. J., "Prediction and Prescription in Economics: a Philosophical and Methodological Approach", *Theoria*, v.13, (1998), pp. 321-345.

GONZALEZ, W. J., "Las revoluciones científicas y la evolución de Thomas S. Kuhn", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Análisis de Thomas Kuhn: Las revoluciones científicas*, Trotta, Madrid, 2004, pp. 15-103.

GONZALEZ, W. J., "Configuración de las Ciencias de Diseño como Ciencias de lo Artificial: Papel de la Inteligencia Artificial y de la racionalidad limitada", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 41-69.

GRIFFITH, B. C., *Key Papers in Information Science*, Knowledge Industry Publications, Nueva York, 1980.

HANSSON, J., "The Social Legitimacy of Library and Information Studies: reconsidering the institutional paradigm", en RAYWARD, B. (ed), *Aware and Responsible: Papers of the Nordic-International Colloquium on Social and Cultural Awareness and Responsibility in Library, Information and Documentation Studies*, Scarecrow Press, Lanham, MD, 2004, pp. 49-69.

HOUSER, L., "Documents: The Domain of Library and Information Science", *Library and Information Science Research*, v. 8, (1986), pp. 163-188.

HJØRLAND, B. y ALBRECHTSEN, H., "Toward a New Horizon in Information Science: Domain-Analysis", *Journal of The American Society for Information Science*, v. 46, n. 6, (1995), pp. 400-425.

HJØRLAND, B., "Domain Analysis in Information Science: Eleven Approaches-Traditional as Well as Innovative", *Journal of Documentation*, v. 58, n. 4, (2002), pp. 422-462.

INGWERSEN, P., *Information Retrieval Interaction*, Taylor Graham, Londres, 1992.

INGWERSEN, P. y JÄRVELIN, K., *The Turn: Integration of Information Seeking and Retrieval in Context*, Springer, Dordrecht, 2005.

KUHN, TH. S., "A Discussion with Thomas S. Kuhn", en KUHN, TH. S., *The Road Since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*, editado por James Conant y John Haugeland, The University of Chicago Press, Chicago, 2000, pp. 255-323.

MCCALLUM, S., "What Makes a Standard?", *Cataloging and Classification Quarterly*, v. 21, n. 3-4, (1996), pp. 5-15.

MIKSA, F., "Library and Information Science: Two Paradigms", en VAKKARI, P. y CRONIN, B., (eds) *Conception of Library and Information Science*, Graham Taylor, Londres, 1992, pp. 229-252.

NIINILUOTO, I., "The Aim and Structure of Applied Research", *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

PAISLEY, W., "Information Science as a Multidiscipline", en PEMBERTON, M. y PRENTICE, A. (eds), *Information Science: The Interdisciplinary Context*, Neal-Schuman, Nueva York, pp. 3-24.

RANGANATHAN, S. R., *The Five Laws of Library Science*, Madras Library Association, Madras, 1931.

RAYWARD, W. B., "Visions of Xanadu: Paul Otlet (1868-1944) and Hypertext", *Journal of the American Society for Information Science*, v. 45, n. 4, (1994), pp. 235-250.

RESCHER, N., *Rationality: a Philosophical Inquiry into The Nature and the Rationale of Reason*, Clarendon Press, Oxford, 1988.

SARACEVIC, T., "Information Science Revisited: Contemporary Reflection on its Origin, Evolution and Relations", *Research Report Series*, School of Communication, Information and Library Studies, The State University of New Jersey, Rutgers, Nueva Brunswick, 1990, pp. 24-25.

SCHRADER, A., "The Domain of Information Science: Problems in Conceptualization and in Consensus Building", *Information Services and Use*, v. 6, (1986), pp. 169-205.

SEN, A., "Prediction and Economic Theory", en MASON, J., MATHIAS, P. y WESTCOTT, J. H. (eds), *Predictability in Science and Society*, The Royal Society and The British Academy, Londres, 1986, pp. 3-23.

SIMON, H. A., "The State of Economic Science", en SICHEL, W. (ed), *The State of Economic Science: Views of Six Nobel Laureates*, W. E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, MI, 1989, pp. 97-110.

SIMON, H. A., "Prediction and Prescription in Systems Modeling", *Operations Research*, v. 38, (1990), pp. 7-14.

SIMON, H. A., "Science Seeks Parsimony, not Simplicity: Searching for Pattern in Phenomena", en ZELLNER, A., KEUZENKAMP, H. A. y MCALEER, M. (eds), *Simplicity, Inference and Modelling. Keeping it Sophisticatedly Simple*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 32-72. Vers. cast. de Pablo Vara y Wenceslao J. González: "La Ciencia busca sobriedad, no simplicidad: La búsqueda de pautas en los fenómenos", en GONZALEZ, W. J. (ed), *Las Ciencias de Diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, Netbiblo, A Coruña, 2007, pp. 71-107.

SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*, 3ª ed., The MIT Press, Cambridge, MA, 1996.

VAKKARI, P., "Library and Information Science: Its Content and Scope", *Advances in Librarianship*, v. 18, (1994), pp. 1-55.

Índice de nombres

AGAZZI, E., 260n, 264
 AKERLOF, G., 21
 ALBIN, P., 168n
 ALBRECHTSEN, H., 284
 ALCOLEA, J., 19n, 27, 48n, 66, 113n, 118n, 120, 131n, 144, 195n, 201, 203n, 214, 225n, 233, 240n, 242n, 246n, 264
 ANDERSON, P. W., 21, 46n, 65
 ANDO, A., 21, 100, 107
 ANDREONI, J., 21
 ANTONSSON, E. K., 24, 183n, 200
 ARCHEA, J., 159n
 ARKES, H., 21
 ARMERO, J. C., 24, 65
 ARROJO BALIÑA, M. J., 18, 20, 27, 123
 ARROW, K. J., 21-22, 46n, 65
 ARTHUR, W. B., 22
 ASCHER, W., 190n, 200
 ASTON, F., 76
 ATWOOD, M. E., 8n, 22, 44n, 65, 183n, 187n, 200
 AUDET, M., 35, 111n, 121, 161n, 172n, 178, 183n, 202
 AUGIER, M., 5n, 15n, 22-23, 25-26, 29, 32-33, 37-38, 41, 48n, 65, 69, 112n, 118n, 121-122, 131n, 135n, 145, 162n, 168n, 172n, 176-177, 195n, 226n, 233-234
 AUMANN, R. J., 14, 17-18n, 22, 85n, 105, 175-176
 AUSPITZ, J. L., 163n, 178, 207n, 216
 AVILA, A., 4n, 13n, 27, 174n, 177, 222n, 233, 241n, 256n, 263
 AVRAM, H., 231n-232, 282-283
 AYER, A. J., 57n

 BACON, F., 77, 105
 BALMER, J., 77, 87
 BALZER, W., 28
 BANET, L., 77n, 105
 BARANZINI, M., 249n, 264
 BARKLEY ROSSER, J. JR., 22, 46n, 65
 BARRON, A. R., 72, 105
 BAR-YAM, Y., 36, 46n, 69
 BATTALIO, R., 22
 BAUMOL, W., 22-23, 168n-169n, 176
 BAZERMAN, M., 23

 BECKER, G. S., 23, 94, 105
 BECKMAN, S., 23
 BELKIN, N., 275-277, 283
 BEREJO, A., 19-20, 124n, 126-127, 130, 143, 217, 219n-220n, 229n, 231n-232, 267-268n, 283
 BERLYNE, D. E., 72, 105
 BETTMAN, J., 32
 BICCHIERI, C., 23, 65, 135n, 143
 BLACK, J., 80, 82
 BLUME, L., 23
 BOARD, R., 23
 BODE, J. E., 76-77
 BODEN, M., 23, 31, 42n, 53-54n, 56n-57n, 62n, 65, 67, 106n
 BOERS, J. L., 111n, 121
 BOHR, N., 77
 BONOME, M. G., 14n, 19-20n, 36, 134n, 145, 161, 239
 BOOKER, L., 23
 BOULDING, K. E., 23
 BOUMANS, M., 23, 46n, 65
 BOURNE, R., 233, 282-283
 BOWMAN, M. J., 207n, 215
 BRADSHAW, G. L., 30, 66, 76n, 78n-79n, 81n, 106
 BRIDGMAN, P. W., 49, 65, 196n
 BROMILEY, PH., 23, 168n, 176, 226n, 233
 BROOKES, B. C., 276, 283
 BROWN, F. E. J., 76n-77n, 105
 BRUSH, S. G., 23
 BUCHANAN, J. M., 48, 207n, 248-249, 263
 BUCHANAN, R., 3, 23, 31, 48-50, 56n, 65-66, 183n, 201
 BUGIDA, D., 195n, 201
 BURIAN, R., 23
 BURKHOLDER, L., 35, 45n, 68, 206n, 216
 BURNS, T., 24, 190n, 200
 BUSTAMANTE, E., 141, 143
 BUTLER, P., 217n, 233
 BYNUM, W. F., 76n-77n, 105
 BYRON, M., 24

 CAGAN, J., 24, 183n, 200
 CAMERER, C., 24
 CAPURRO, R., 279n, 283

- CARNAP, R., 57n, 206n, 247n
 CARROLL, C., 24
 CASO, R. R., 195n, 201
 CASTILLO, A., 142n-143
 CASTRO, F. J., 19-20n, 203-204n, 206n, 214
 CEBRIAN HERREROS, M., 140, 143
 CHAIN, E. B., 87
 CHIKAN, A., 35, 164n, 178
 CLEMENTS, M., 24, 190n, 201, 241n, 263
 CLOWER, R., 225
 COLLEN, A., 9n, 36, 49n-50n, 68, 113n, 122, 149n, 164n, 170n, 178, 239n, 261n, 265
 COLODNY, R. G., 34, 68
 CONANT, J., 274n, 284
 CONLISK, J., 5n, 17n, 24, 169n, 176
 COPELAND, J., 24, 65
 CORTES, J. A., 139, 142n-143
 COVER, T. M., 72, 105
 CRAWFORD, W., 233, 282
 CRONIN, B., 218n, 234, 274n, 279n, 283-284
 CROSS, J., 24
 CROSS, N., 24, 65, 187n, 200
 CROSSON, F. J., 24, 34, 54n, 65, 68
 CROWTHER-HEYCK, H., 24, 186n, 200
 CUADRA, C. A., 124n, 145
 CYERT, R., 24
- DARWIN, CH., 150
 DASGUPTA, S., 8n, 15n, 25, 49, 52, 54n, 56-58n, 167-168, 176, 199-200, 261, 263
 DAWES, R., 25
 DAY, R., 25
 DE PALMA, A., 25
 DE SOLLA PRICE, D. J., 125n
 DEBONS, A., 220, 233
 DERVIN, B., 276, 283
 DICKENS, W., 21
 DIEHL, E., 25
 DOSI, G., 25, 162n, 176
 DOW, G., 25
 DOW, S. C., 25
 DUNN, S. P., 25
- EARL, P. E., 7n, 17n, 21, 23-25, 29, 32-34, 109n, 115n, 120-121, 145, 161n, 169n, 175n-177, 180, 235
 EARMAN, J., 244n, 247n, 264
 EASLEY, D., 23
 EASTMAN, C. M., 155n, 159
 EATWELL, J., 212n, 216
 ECHEVERRIA, J., 125n, 260n, 264
 EGIDI, M., 12n, 25, 35, 172n, 177
 EINHORN, H., 26
 EINSTEIN, A., 78n, 84
 ELIASSON, G., 25
 ELSKAMP, R. G., 9n
 ERICSSON, N. R., 28, 45n, 69
 ERIKSON, K. A., 98n, 106
 ESTANY, A., 25
- FAUS BELAU, A., 141, 143
 FEIGENBAUM, E. A., 98, 105
 FERNANDEZ VALBUENA, S., 241n, 251n, 263
 FERRIS, S., 26
 FETZER, J. H., 55n, 61-63n, 65
 FINCH, J., 26, 30, 46n, 65
 FISCHHOFF, B., 37
 FLEMING, A., 87-89
 FLOREY, H., 87
 FLORIDI, L., 26, 42n, 54, 61n-62n, 65
 FORBES, M., 23
 FORD, K. M., 36, 53n, 55n, 68, 199n, 202
 FORREST, S., 23
 FOSS, N. J., 26
 FOURGEAUD, C., 26
 FOURIER, J., 86
 FRÄNGSMYR, T., 17n, 29
 FRANK, R., 26
 FRANTZ, R., 26
 FREEMAN, C., 44n, 65
 FRENKEN, K., 26
 FRIEDMAN, M., 12, 48, 66, 89, 96, 105, 195n, 200, 203n, 207n, 212n, 214, 225-226, 233, 240-241, 247-251, 255, 263
 FROHMANN, B., 279, 283
- GALAVOTTI, M. C., 15n, 19n, 27, 43n, 51n, 66, 109n, 121, 135n, 144, 162n, 165n, 177, 204n, 215, 233

- GALILEO GALILEI, 89
 GASPARIKI, W. W., 9n, 36, 49n-50n, 68, 113n, 122, 149n, 163n-164n, 170n, 178, 207n, 216, 239n, 261n, 265
 GERBER, J., 26
 GERT, B., 26
 GIBRAT, R., 96-97
 GIGERENZER, G., 5n, 26, 33, 67, 168n, 177
 GILBOA, I., 26
 GILLIES, D. A., 26, 66
 GLYMOUR, C., 36, 53n, 55n, 68, 199n, 202
 GOBET, F., 98n, 106
 GODE, D., 26
 GÖDEL, K., 85
 GOMEZ, A., 260n, 264
 GONZALEZ, W. J., 3-4n, 6n, 10, 12n-15n, 18-21n, 25-28, 31, 36, 41, 43n-45n, 47n-48n, 51n, 57n-58n, 63n, 66, 71n, 109n-110n, 113n-115n, 118n-127n, 129n-136n, 138n, 141n, 143-145, 149n, 162n-163n, 165n-166n, 170n, 173n-174n, 176n-178, 180, 183-185n, 187n-188n, 192n, 194n-195n, 197n, 199n-201, 203n-204n, 206n-207n, 209n, 213n-215, 217n-219n, 221n-222n, 224n-229n, 232-234, 240n-244n, 246, 248n, 250n-251n, 255n-257n, 259-261n, 263-264, 267n-269n, 272n, 274n, 281n, 283-285
 GOODWIN, R. M., 100, 105
 GORMAN, M., 217n, 234
 GOTTINGER, H., 28
 GOULD, J., 34, 55n, 67, 134n, 145, 212n, 215
 GOURIEROUX, C., 26
 GRAHAM, G., 188n, 201
 GRANGER, C. W. J., 28
 GRANOVETTER, M., 28
 GREENBERGER, M., 111n, 121, 161n, 171n, 178
 GREENWALD, D., 35, 128n, 145
 GREYER, D., 28
 GRIFFITH, B. C., 270n, 284
 GUTTMAN, J., 28

 HABERMAS, J., 189, 201
 HAHN, F., 14n, 28
 HALBERTSMA, K. T. A., 111n, 121
 HALL, P., 75n, 106
 HALTIWANGER, J., 28
 HAMMOND, K., 21
 HANSON, N. R., 78, 106
 HANSSON, J., 274, 284
 HARAWAY, D., 125n
 HARDIMAN, T. P., 194n, 202
 HARSANYI, J., 174
 HATCHUEL, A., 28
 HAUGELAND, J., 42n, 66, 274n, 284
 HAUGEN, R., 26
 HAYES, P. J., 36, 53n, 55n, 68, 199n, 202
 HEINER, R., 28
 HELMAN, D. H., 66
 HEMPEL, C. G., 242n, 244n
 HENDRY, D. F., 24, 28, 45n, 69, 190n, 201, 241n, 263
 HERRIOTT, S., 28
 HEY, J., 28
 HICKS, J., 48, 207n, 248-249, 264
 HIPPEL, E., 28
 HISRHLEIFER, J., 28
 HJØRLAND, B., 234, 279n, 283-284
 HOGARTH, R. M., 22, 26, 28-29, 31, 35, 37, 247n, 264
 HOLLAND, J., 29
 HOLMES, F. L., 87n, 106
 HOLT, C. C., 29, 118n, 121, 174n, 177, 195-196n, 201, 234
 HOOD, W. C., 100n, 106
 HOTTOIS, G., 125n
 HOUSER, L., 284
 HOWE, L., 14n, 28
 HULL, D., 23
 HUTCHISON, T. W., 225, 234

 IJIRI, Y., 96n, 106
 INGWERSEN, P., 270-271, 275-278n, 280n, 284

 JANIS, A., 244n, 247n, 264
 JÄRVELIN, K., 278n, 280n, 284
 JIRANYKUL, K., 22
 JOHNSON, E., 32
 JONES, C., 30
 JONES, L. E., 34, 112n, 121, 183n, 201

- KAGEL, J., 22, 24
 KAHNEMAN, D., 14, 16-17, 29, 37
 KANAL, L., 29
 KANT, I., 132
 KAUFMAN, B. E., 29, 177
 KAZDIN, A. E., 36, 55n, 62n, 69, 197n, 202
 KEANE, M., 29
 KEEN, P. G. W., 30
 KENNEDY, P., 30
 KEPLER, J., 76, 79-80, 82, 84, 87, 184
 KEUZENKAMP, H. A., 23, 36, 46n, 52n, 65, 69, 71n, 73, 106, 119n, 122, 173n, 178, 184n, 202, 208n, 216, 223n, 235, 272n, 285
 KINNELL, M., 229n, 235
 KIRMAN, A., 30
 KITCHER, PH., 30, 66, 188n, 201, 225, 234
 KLAES, M., 5n, 17n, 30, 58n, 66
 KLAHR, D., 30
 KNETSCH, J., 29
 KOCH, S., 34, 67, 207n, 215
 KOH, W., 30
 KÖHLER, E., 16n, 30, 33
 KOLB, W. L., 34, 55n, 67, 134n, 145, 212n, 215
 KOOPMANS, T. C., 83n, 100n, 106
 KOTOVSKY, K., 24, 30, 88n, 107, 183n, 200
 KREBS, H., 87-89
 KREINER, K., 22
 KUHN, R. L., 161n, 169n, 178
 KUHN, TH. S., 86, 131, 274n, 284
 KUIPERS, T., 27, 47n, 66
 KUMAR, V., 29
 KURAN, T., 30

 LAKATOS, I., 82
 LANE, D. A., 30
 LANGLEY, P. W., 30, 66, 76n, 78n-79n, 81n, 106
 LARKIN, J. H., 152n, 159
 LATOUR, B., 125n
 LATSIS, S., 7n, 30, 34, 64n, 68, 115n, 121, 136n, 145
 LAVILLE, F., 30
 LAZARFELD, P., 210n, 215

 LE MOIGNE, J.-L., 30
 LEIBENSTEIN, H., 30
 LEIGHTON, J. P., 30
 LEINFELLNER, W., 16n, 30, 33
 LEVINTHAL, D., 28
 LICHTENSTEIN, S., 37
 LIPMAN, B., 30
 LLEWELLYN, J., 190n, 201
 LO, A., 30,
 LOOMES, G., 31
 LOPEZ MARTIN, J., 20n
 LORENTZ, H. A., 84
 LOTKA, A. J., 75, 106
 LOUREIRO, J. M., 127n, 144
 LOVELL, M., 31
 LUCAS, R., 31
 LUGER, G. F., 31

 MACKINLAY, A., 30
 MAHONEY, J. T., 33
 MAKHIJA, A., 26
 MALOTAUX, C. A., 111n, 121
 MALOUIN, J.-L., 35, 111n, 121, 161n, 172n, 178, 183n, 202
 MARCH, J. G., 5n, 15n, 22-26, 28-29, 31-33, 37-38, 41, 48n, 65, 69, 112n, 118n, 121-122, 131n, 135n, 145, 162n, 168n, 172n, 176-177, 195, 226n, 233-234
 MARCHI, N. DE, 135n, 143
 MARENGO, L., 25
 MARGOLIN, V., 3, 23, 31, 48n-50, 65-66, 183n, 201
 MARIMON, R., 31
 MARQUES, G., 4n, 13n, 27, 174n, 177, 222n, 233, 241n, 256n, 263
 MARRIS, R., 12n, 25, 35, 172n, 177
 MARSCHAK, J., 31
 MARTIN SERRANO, M., 128-129n, 141-142n, 144
 MARTINEZ MARTINEZ, J. M., 18, 20n, 109
 MASON, J., 24, 33, 190n, 200, 268n, 285
 MASSEY, G., 244n, 247n, 264
 MATHIAS, P., 24, 33, 190n, 200, 268n, 285
 MATSUSHIMA, H., 31

- MAXWELL, J. C., 84
 MCALEER, M., 23, 36, 46n, 52n, 65, 69, 71n, 73, 106, 119n, 122, 173n, 178, 184n, 202, 208n, 216, 223n, 235, 272n, 285
 MCCAIN, K. W., 8n, 22, 44n, 65, 183n, 187n, 200
 MCCALLUM, S., 231n-232, 234, 281-284
 MCCARTHY, J., 42
 MCGRATH, W. E., 225n, 234
 MCGRATTAN, E., 31
 MCGUIRE, C. B., 7n, 34, 55n, 68, 115n, 121, 145, 228n, 235
 MCNIGHT, C., 229n, 235
 MEADOWS, D., 67, 192n, 201
 MEADOWS, J., 229n, 235
 MENDEL, G., 90
 MIKSA, F., 218, 234, 274-275, 279, 284
 MILGATE, M., 212n, 216
 MILL, J. S., 77-78, 106
 MILLER, G., 151, 159
 MILLER, J., 21, 29
 MILLER, K., 27, 184n, 200, 243n, 263
 MITCHELL, M., 23
 MLICHI, M. K., 163n, 178, 207n, 216
 MODIGLIANI, F., 174n, 177, 195, 201
 MONGIN, Ph., 31
 MORGAN, M., 45n, 67
 MORGENSTERN, O., 174
 MORRISON, M., 45n, 67
 MOSS, S., 31, 67
 MULREANY, M., 194n, 202
 MUNEVAR, G., 45n, 66
 MUNIER, B., 31
 MUTH, J. F., 174, 177, 195, 201
 MYERS, G., 25

 NASH, J., 174-175
 NAUDE, G., 274
 NELSON, R., 31
 NEWELL, A., 31, 34, 42, 53-54, 56n-57n, 61-63n, 67-68, 91, 94n, 98n, 106, 183, 196
 NEWMAN, P., 212n, 216
 NEWTON, I., 82, 84, 94
 NEYMAN, A., 175

 NIINILUOTO, I., 5-6n, 11, 31, 44n, 50-51n, 67, 109n-111n, 113n-115n, 117n, 121, 125n, 127, 144, 163n-164n, 169, 176n-177, 188n-189, 191n-194, 196n, 201, 205, 215, 219n, 222-223, 234, 240n, 252n, 264, 270-271, 284
 NILAN, D., 276, 283
 NORTH, D. C., 14n, 32

 OCKENFELS, A., 16, 33, 67, 135n, 144
 OHM, G. S., 80, 82-83
 OPPENHEIM, CH., 229n, 235
 OPPENHEIM, P., 242n
 ORILLARD, M., 26, 30, 46n, 65
 OTLET, P., 269n
 OTTEN, K., 220, 233

 PAGAN, A. R., 190n, 201
 PAISLEY, W., 218, 234, 279, 284
 PAPAGEORGIOU, Y., 25
 PARETO, W., 76, 96
 PASQUINI, E., 32
 PASTEUR, L., 87
 PAYNE, J., 32
 PEANO, G., 79
 PEIRCE, CH. S., 76
 PEMBERTON, M., 218n, 234, 279n, 284
 PESARAN, M., 32
 PETERSON, S., 32
 PINES, D., 21, 46n, 65
 PIÑUEL, J. L., 139n, 145
 PITT, J. C., 32
 PLANCK, M., 92
 PLOTT, C., 28
 POINCARÉ, H., 62
 POPPER, K. R., 71, 78, 81-82, 106, 206, 208, 214-215, 243n
 PORTER, R., 76n-77n, 105
 POTTER, S., 190n, 201
 POTTS, J., 25
 PRADEL, J., 26
 PRENTICE, A., 218n, 234, 279n, 284
 PRICE, M., 231n-232, 282n-283
 PROUT, W., 76-77, 79n-80, 87

- QUANDT, R., 22
- RADNER, R., 7n, 17n, 31-32, 34, 55n, 68, 115n, 121, 145, 228n, 235
- RAE, J., 31, 67
- RANGANATHAN, S. R., 269, 284
- RAYWARD, W. B., 269n, 274n, 285
- REDER, M. W., 22, 28, 31, 35, 37, 247n, 264
- REICHENBACH, H., 77n, 106, 113n, 121, 234
- RESCHER, N., 7n, 32, 62n, 67, 110n, 121, 125n, 129, 132-134, 143-144, 165n, 177, 223n, 234, 241n, 244n, 247n, 258-259, 263-264, 281n, 285
- RIBEIRO, L. V., 127n, 144
- RICHMAN, H. B., 98n, 106
- RICHTER, R., 32
- RIEDL, R., 206n, 215
- RILEY, J., 28
- RIOLO, R., 23
- RIZZELLO, S., 22, 25-26, 32
- ROBERTSON, J., 190n, 201
- ROSENBERG, A., 32
- ROTH, A., 24, 32
- RUBINSTEIN, A., 32, 173, 175, 177
- RUNKLE, D., 29
- SAH, R., 32
- SALANTI, A., 32
- SALMON, M. H., 30, 243-245n, 264
- SALMON, W. C., 191n, 201, 242n-245n, 247n, 264
- SAMUELSON, L., 33, 190n, 201
- SAMUELSON, P., 33
- SANCHEZ, R., 33
- SARACEVIC, T., 127, 144, 234, 275-276n, 285
- SARGENT, TH., 31, 33, 85n, 106
- SCAZZIERI, R., 19n, 27, 43n, 51n, 66, 109n, 121, 162n, 165n, 177, 204n, 215, 233, 249n, 264
- SCHMEIDLER, D., 26
- SCHRADER, A., 279, 285
- SCHRAM, A., 33, 67
- SCHRETTINGER, M., 274
- SCHULTZ, H., 75, 92-93, 106
- SCREPANTI, E., 32
- SEARLE, J. R., 42n, 67
- SELTEN, R., 14-16, 26, 33, 67, 135, 144-145, 172, 174, 177
- SEN, A., 33, 268n, 285
- SENT, E.-M., 5n, 17n, 30, 34, 58n, 66, 174n-175n, 177-178
- SHAW, C., 42, 196
- SHRADER-FRECHETTE, K., 125n
- SHUGAN, S. M., 34
- SICHEL, W., 12n, 35, 203n, 216, 226n, 235, 246n, 264, 269n, 285
- SIMON FRANK, K., 71n, 149n
- SIMON, H. A., 4-5, 7n-15, 17-21, 24, 30-31, 34-37, 41-64, 66-69, 71, 76n, 78n-81n, 88n, 91n-92n, 94n, 96n, 98n-100n, 103n, 106-107, 109, 111-113, 115-119n, 121-122, 124-125, 127-128n, 131-137, 142, 145, 149, 152n, 155n, 159, 161-164, 166-175, 177-178, 180, 183-190n, 193-216, 222-224, 226-228, 230, 235, 239-242, 245-259, 261-262, 264-265, 267n, 269, 271-272n, 285
- SIMONS, H., 93
- SINGH, H., 26
- SINGH, I., 25
- SINTONEN, M., 27, 184n, 200, 221n, 223n, 235, 243n, 263
- SLOVIC, P., 29, 37
- SMITH, V., 37
- SNELL, W., 80
- SOETE, L., 44n, 65
- SOLER, L., 140, 145
- SOLOMONOFF, R. J., 72, 107
- SOONG, R., 28
- SPOHN, W., 28
- STARMER, C., 31
- STASZWESKI, J. J., 98n, 106
- STEGMULLER, W., 28
- STERMAN, J., 25
- STERNBERG, R. J., 30
- STIGLITZ, J. E., 32, 194n, 202
- STONE, G. J., 76
- STONEY, G. J., 76
- STREVEN, M., 37
- SUGDEN, R., 31, 37
- SUMMERS, R., 229n, 235

- SUNDER, S., 26, 37, 48n, 69, 112n, 122, 131n, 145
SUPPES, P., 19n, 27, 43, 51n, 66, 109n, 121, 162n, 165n, 177, 204n, 215, 233
SZANIAWSKI, K., 163n, 178, 207n, 216
- TAYLOR, B., 86
TAYLOR, R. S., 124n, 145
THAGARD, P., 37, 69
THALER, R., 25, 29, 37
THURSTONE, L. L., 88
TIMMERMANN, A., 32, 37
TINNEY, E., 25
TITUS [TIETZ], J. D., 76
TURING, A. M., 42, 54, 69, 85
TURNER, P., 45n, 69
TVERSKY, A., 16-17n, 29, 37
- VAKKARI, P., 218, 234-235, 274n-279n, 283-285
VALDES-PEREZ, R. E., 81, 107
VARA, P., 36, 71n, 113n, 119n, 122, 149n, 173n, 178, 272n, 285
VEGA-REDONDO, F., 37
VERBURG, P., 111n, 121
VINER, J., 96
VON NEUMANN, J., 174
VRIEND, N., 37
- WAIN, A., 14n, 28
WALDMAN, M., 28
WALL, K., 37
- WALLISER, B., 31
WATSON, J. D., 90n, 107
WEGNER, P., 35, 68
WESTCOTT, J. H., 24, 33, 190n, 200, 268n, 285
WESTPHALEN, M. H., 139n, 145
WETTERSTEN, J., 37
WHEWELL, W., 78, 107
WIHLBORG, C., 25
WILLIAMS, A., 37
WILLIAMS, J. C., 8n, 22, 44n, 65, 183n, 187n, 200
WILLIAMSON, O. E., 38
WINTER, S., 31, 38
WITTGENSTEIN, L., 45n
WOLINSKY, A., 38
WUKETITS, F. M., 206n, 215
- YELLEN, J., 21
YLIKOSKI, P., 27, 184n, 200, 243n, 263
YULE, G. U., 76, 96
- ZALLO, R., 141, 143
ZEISEL, J., 38
ZELLNER, A., 23, 36, 46n, 52n, 65, 69, 71n, 119n, 122, 173n, 178, 184n, 202, 208n, 216, 223n, 235, 272n, 285
ZEMEL, E., 38
ZIZZO, C., 38
ZYTKOW, J. M., 30, 66, 76n, 78n-79n, 81n, 106

