



## ¿Herramientas=teorías=datos? Sobre cierta dinámica circular en la ciencia cognitiva\*

*Tools=Theories=Data? On Some Circular Dynamics in Cognitive Science*

Gerd Gigerenzer

*Max Planck Institute for Human Development, Berlin*

Thomas Sturm

*Universitat Autònoma de Barcelona*

### Resumen

Algunos instrumentos han jugado un papel tan importante en la investigación psicológica que se han convertido en metáforas para el contenido mismo de la investigación, o han conducido a la generación de nuevos conceptos y teorías en psicología. Este capítulo proporciona dos casos prácticos relacionados que apoyan esta afirmación. Desde la llamada “revolución cognitiva” de la década de 1960, la mente humana ha sido descrita teóricamente como un “estadístico intuitivo” (una persona que piensa de forma intuitiva en términos estadísticos) o como un programa de ordenador. Estas teorías han sido fuertemente inspiradas por las herramientas introducidas en la investigación psicológica antes de la difusión de tales teorías en la comunidad psicológica: la estadística inferencial y el ordenador digital. Aquí discutimos los pros y los contras de las metáforas. Las metáforas pueden ser ventajosas, pues abren nuevas áreas de investigación, llevan a nuevas preguntas y datos; pero las metáforas pueden también incluir pérdidas, ya que siempre recalcan algunos aspectos y dejan otros fuera. Además, en lugar de teorías que son evaluadas por datos recogidos mediante herramientas de investigación aparentemente neutrales, hay una tendencia hacia teorías que se ajustan al funcionamiento o a los usos de herramientas específicas de investigación. Tal tendencia se ve en ocasiones reforzada por los datos que sólo pueden ser producidos por las nuevas herramientas. Los científicos deberían ser conscientes de esta dinámica para evitar circularidades en su teorización.

**Palabras clave:** Teorías; Herramientas; Contexto de descubrimiento y contexto de justificación; Estadística intuitiva; La mente como ordenador

### Abstract

*Some instruments have played such a strong role in psychological research that they have become metaphors for the subject matter of such research itself, or that they have led to the generation of new psychological concepts and theories. This chapter provides two related case studies for this claim. Since the so-called “cognitive revolution” of the 1960s, the human mind has been theoretically described as an “intuitive statistician” or as a computer program. Such theories have been strongly inspired by the tools introduced into psy-*

---

\* Originalmente publicado como: “Tools=Theories=Data? On Some Circular Dynamics in Cognitive Science” In: *Psychology’s Territories: Historical and Contemporary Perspectives from Different Disciplines*. Ed. by Mitchell G. Ash & Thomas Sturm. Mahwah, NJ: Erlbaum, 305-342. Traducido por Adan Sus con correcciones de Annette Mülberger. Este artículo está basado, parcialmente, en Gigerenzer, G. (2003) y en Sturm & Gigerenzer (2006).

*chological research somewhat before the spreading of such theories within the psychological community: inferential statistics and the digital computer. We discuss both the pros and cons of the metaphors. Metaphors can be advantageous, as they can open up new research areas, questions, and data; but metaphors can also include losses, because they always emphasize some aspects and leave others out. Moreover, instead of the theories being evaluated by data gathered by means of seemingly neutral research tools, there is a bias towards theories which match with the functioning or uses of specific research tools, a bias which is sometimes reinforced by data which can only be produced by the new tools. Scientists should be aware of such a dynamics in order to avoid circularities in their theorizing.*

**Keywords:** *Theories; Instruments; Discovery-justification distinction; Mind as intuitive statistician; Mind as computer*

Cuando nuevos medios auxiliares se vuelven fructíferos para la investigación en cierto dominio, ocurre con cierta frecuencia que el medio auxiliar sea confundido con el contenido mismo.

Daß man, wo neue Hilfsmittel für die Forschung innerhalb eines bestimmten Gebietes fruchtbar werden,

gelegentlich auch einmal das Hilfsmittel mit der Sache verwechselt,

ist ja eine oft genug vorkommende Erscheinung.

(Wundt, 1921, Vol. I, p. 148)

## Introducción

La investigación científica es a menudo dividida en dos grandes dominios, el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación. Filósofos, lógicos y matemáticos han reclamado la justificación como parte de su territorio. Han rechazado el contexto de descubrimiento como si no fuera asunto suyo, o incluso como “irrelevante para el análisis lógico del conocimiento científico” (Popper, 1935/1959, p. 31). Relativo al descubrimiento, todavía queda una oscuridad mística donde reinan la imaginación y la intuición, al menos esto es lo que se afirma. Popper, Braithwaite y otros cedieron la tarea de una investigación del descubrimiento a la psicología y, quizás también, a la sociología; pero pocos psicólogos han pescado en estas aguas. La mayoría no se atrevieron ni se tomaron la molestia.

Interpretaciones inductivistas de la ciencia, de Bacon a Reichenbach y el Círculo de Viena, se centran a menudo en el papel de los datos, pero ignoran de cómo los datos son generados o procesados. Tampoco lo hacen las anécdotas sobre descubrimientos, como la de Newton viendo la caída de una manzana en el huerto de su madre mientras sopesaba el mis-

terio de la gravedad; Galton refugiándose de una tormenta en una salida campestre, cuando descubrió la correlación y regresión hacia la mediocridad, y las historias sobre Fechner, Kekulé, Poincaré, y otros que conectan descubrimientos a camas, bicicletas y baños. Estas anécdotas dan cuenta del escenario en el que un descubrimiento ocurre, en lugar de analizar el propio proceso del descubrimiento.

La pregunta “¿Hay una lógica del descubrimiento?” y la conjetura de Popper (1935/1959) de que no hay ninguna han llevado a muchos a asumir, erróneamente, que la cuestión es si existe una lógica del descubrimiento o solo razones idiosincráticas personales y accidentales que expliquen la “iluminación” de un científico particular. No obstante, la lógica formal y la personalidad individual no son las únicas alternativas (Nickles, 1980). Puede mostrarse que el proceso del descubrimiento tiene más estructura que las conjeturas relámpago, pero que es menos definido que una lógica del descubrimiento monolítica del tipo que Hanson (1958) buscaba. La propuesta aquí presentada está entre estos dos extremos.

Argumentaremos que, en parte, la generación de nuevas teorías puede ser entendida por una heurística de *herramientas-para-teorías* (*tools-to-theories heuristic*). Esta heurística (y no una lógica) del desarrollo de teorías que proponemos utiliza varias herramientas de justificación que han sido usadas por comunidades científicas. Por *herramientas* queremos decir instrumentos tanto analíticos como físicos que son usados para evaluar determinadas teorías. Las herramientas analíticas pueden ser empíricas o no-empíricas. Ejemplos de métodos analíticos de tipo empírico son las

herramientas de procesamiento de datos tales como la estadística; ejemplos de tipo no empírico son los criterios normativos para la evaluación de hipótesis como la consistencia lógica. Ejemplos de herramientas físicas son los instrumentos de medida tales como los relojes.

El objetivo principal de este artículo es mostrar que algunas herramientas pueden proporcionar metáforas que después generan conceptos para las teorías psicológicas. Discutiremos el papel heurístico, conjuntamente con sus posibilidades y problemas, de dos herramientas desarrolladas durante la, retrospectivamente llamada, *revolución cognitiva* en la psicología americana de la década de los 60: la estadística inferencial y el ordenador digital. La revolución cognitiva fue más que la superación del conductismo por la reintroducción de conceptos mentales. Los conceptos mentales siempre han formado parte de la psicología científica, incluso durante el auge del conductismo americano (Lovie, 1983). La revolución cognitiva hizo más que recuperar lo mental, cambió su significado. Las dos clases de teorías que emergieron, y que parcialmente se solaparon, describieron la mente como un “estadístico intuitivo” o como un “programa informático”.

El artículo está estructurado de la siguiente manera. Primero, delinearemos como las herramientas pueden inspirar nuevas teorías, tanto a nivel individual como dentro de una comunidad científica (I). Segundo, esbozaremos el posible valor que la presente propuesta explicativa pueda tener para una evaluación crítica de teorías (II). Después de esto, analizaremos con más detalle dos ejemplos, la estadística inferencial (III) y el ordenador digital (IV). Terminaremos con una reconsideración de la cuestión de la generación de las teorías psicológicas (V). Al hacer esto, trataremos de mostrar como la investigación psicológica reciente puede, y debe, algunas veces, integrar consideraciones relativas a su historia y filosofía, en lugar de buscarlas en otras disciplinas.

### **I. Herramientas, metáforas y el desarrollo de teorías**

Concebir la mente en términos de herramientas científicas puede parecer extraño. No obstante, entender aspectos de nuestra vida mental de esta manera podría estar enraizado

en nuestro sentido común o en nuestra historia intelectual.

Por ejemplo, antes de que la psicología estuviera institucionalizada como disciplina en la segunda mitad del siglo diecinueve, muchas investigaciones acerca de nuestras capacidades sensoriales podían encontrarse en escritos de astronomía y óptica. Las investigaciones de las capacidades humanas estaban a menudo conducidas por las necesidades metodológicas de otras ciencias, y así, los sentidos de los seres humanos eran vistos como instrumentos funcionando de forma más o menos adecuada (Gundlach, 1997, 2007). El astrónomo Tobias Mayer desarrolló lo que hoy llamaríamos análisis psicofísico experimental de la agudeza visual, aunque su principal objetivo era desarrollar una “ciencia de los errores” (Mayer, 1755; Scheerer, 1987). Él apuntaba hacia una investigación de las limitaciones de nuestra vista, comparando su papel con el de los instrumentos usados en la observación de los cuerpos celestes. Cuando Johann Heinrich Lambert intentó medir la intensidad de la luz, se quejó de que todavía no existía un fotómetro comparable al termómetro en la teoría del calor. Como consecuencia, el ojo tenía que ser usado como aparato de medida, a pesar de sus limitaciones bien conocidas (Lambert, 1760/1892). Hablar de un “aparato sensorial” deriva de tales contextos; hoy en día estas expresiones son habituales, mayoritariamente inocente, y en sus orígenes metafóricos apenas reconocibles. Los retóricos hablan aquí de “metáforas muertas”, una expresión que en sí misma es una metáfora que se presta a la confusión, ya que las metáforas son mejor caracterizadas como vivas, aunque hayan dejado de ser reconocidas como tales. Estas metáforas informan y modelan el contenido de los términos, del que nosotros entendemos que se refieren literalmente. Lo mismo puede ser, y a menudo es, así en las teorías científicas. Como dijo W.V.O. Quine, las metáforas son “vitales... en los crecientes límites de la ciencia” (Quine, 1978, p. 159). Sería por tanto un error ignorar o prohibir el uso de herramientas científicas para intentar concebir la mente de nuevas maneras.

Al menos hasta cierto punto, esta transferencia exitosa de conocimiento es posible solo si no entendemos el funcionamiento de las metáforas de manera tradicional. Se ha afirmado muchas veces que las metáforas funcionan so-

lo en una dirección, como cuando la metáfora “Aquiles es un león” es entendida como “Aquiles es como un león en el sentido siguiente...” Este funcionamiento de la metáfora es didáctico más que heurístico; sus objetivos son entender y enseñar más que la investigación y el descubrimiento. Pero las metáforas implican frecuentemente una interacción entre los términos que son explicados metafóricamente y los mismos términos metafóricos, mediante la cual distintos significados son escogidos, enfatizados, rechazados después y recordados otra vez. Tanto nuestra comprensión de lo que era originalmente referido metafóricamente, como la expresión metafórica toman una nueva forma (Black 1962; Draaisma, 2000, cap. 1). Dicha interacción es especialmente posible en los desarrollos de la ciencia y el lenguaje a largo plazo. Sea como fuere que uno entienda el funcionamiento de las metáforas en general, la “teoría de la interacción” es adecuada para las metáforas heurísticamente útiles en ciencia.

No todas las herramientas científicas pueden jugar este papel heurístico en la ciencia en general o en la psicología en particular. Las simples piezas de papel blanco que eran usadas en la Academia de París en el siglo diecisiete para producir la impresión del punto ciego en el campo visual, nunca propiciaron la creación de nuevos conceptos sobre la visión (Mariotte, 1668); tampoco lo hicieron los nuevos aparatos usados para presentar y medir experimentalmente la persistencia temporal de las sensaciones visuales (D’Arcy, 1765; Sturm, 2006). Lo mismo puede decirse de muchas herramientas psicológicas posteriores tales como los pesos simples usados por E. H. Weber y T. G. Fechner en sus experimentos psicológicos, el cronoscopio de Hipp en las medidas del tiempo de reacción o, más recientemente, los instrumentos de representación visual (visual imaging) tales como PET (tomografía por emisión de positrones) o fMRI (*imágenes* por resonancia magnética funcional).

Pero la heurística de herramientas-para-teorías es aplicable a varias teorías innovadoras en la psicología (Gigerenzer, 1991). Por ejemplo, Smith (1986) argumentó que el uso que hizo Tolman del laberinto como aparato experimental confirmando a su concepción del propósito y la cognición características espaciales, como es el caso de los mapas cogniti-

vos. De manera parecida, argumentó que la fascinación de Clark L. Hull por las máquinas de condicionamiento dio forma a su concepción del comportamiento como si fuera el diseño de una máquina. La heurística de herramientas-para-teorías también es aplicable, como sostendremos, en los casos de la estadística inferencial y los programas de ordenador.

La heurística herramientas-para-teorías tiene una doble vertiente:

1. *Generación de nuevas teorías*: Las herramientas que usa un científico pueden sugerir nuevas metáforas y llevar a nuevos conceptos y principios teóricos.

2. *Aceptación de nuevas teorías en las comunidades científicas*: Los nuevos conceptos y supuestos teóricos tienen más probabilidad de ser aceptados por la comunidad científica si los miembros de la comunidad usan también las nuevas herramientas.

Esta heurística explica, no el “descubrimiento”, pero sí la “generación” o el “desarrollo” de teorías (afirmaciones y conceptos teóricos). Hablar de descubrimiento suele implicar éxito (Curd, 1980; Arabatzis, 2002; Papineau, 2003; Sturm & Gigerenzer, 2006), pero la cuestión de si conceptos y supuestos teóricos inspirados por herramientas científicas podrían haber llevado a buenos programas de investigación o no debería considerarse como una pregunta abierta. Por razones parecidas, aquí no hablamos de *justificación* sino de *aceptación*. Desde su propio punto de vista presente, para una comunidad científica podría estar justificado aceptar una teoría, pero más tarde tal aceptación podría considerarse necesitada de revisión.

Una pregunta extremadamente difícil es la de cómo, según se afirma en el paso (1), las herramientas pueden empezar a ser usadas como nuevas metáforas. ¿Cómo se genera un concepto teórico nuevo, inspirado por una herramienta, en un científico? Pensamos que es importante notar aquí que no son las herramientas *simpliciter* las que sugieren los nuevos conceptos sino las formas en que las herramientas son usadas. Cuando las herramientas de justificación son usadas metafóricamente para conceptualizar la mente, un nuevo y desviado uso de las herramientas entra en juego. Dicho uso desviado empieza a ser posible cuando el científico tenga familiari-

dad práctica con la herramienta. No es necesaria una comprensión sofisticada de la herramienta. Un científico que sabe cómo aplicar un método dado para analizar sus datos puede empezar a comparar otros sistemas con el funcionamiento de su herramienta, y entonces interpretar esos sistemas en términos de la herramienta. Algunos de esos procesos psicológicos deberían jugar un papel (relevante en la generación de nuevas teorías) pero están necesitados de una mejor explicación: ¿Existen principios o mecanismos muy generales que guíen todos esos procesos de generación de teorías? ¿O está la naturaleza de esos procesos constreñida fuertemente por las herramientas específicas que son usadas como metáforas y los fenómenos psicológicos que son conceptualizados de ese modo? Sin duda esta tarea explicativa es demasiado compleja como para ser tratada aquí. En primer lugar queremos hacer hincapié en que es la familiaridad práctica con la herramienta lo que puede inspirar una nueva metáfora. En segundo lugar es importante que incluso el uso “ordinario” de una herramienta - su uso para la justificación de las afirmaciones empíricas o la evaluación de hipótesis generales - no es siempre el mismo. Los métodos de inferencia estadística, por ejemplo, han sido usados para varios propósitos y de diversas maneras: por ejemplo, uno podría usar métodos de inferencia estadística para comprobar hipótesis o para controlar datos. Es importante clarificar cuáles de estas opciones han sido incorporadas en las teorías cognitivas sobre el pensamiento y el comportamiento humano que fueron desarrolladas en base a la metáfora de la mente como un estadístico intuitivo. Este punto general también es relevante para el caso de la metáfora de la mente como ordenador. Más adelante volveremos sobre esto.

## II. El valor crítico de una explicación acerca de cómo se generan teorías

Dentro de la clase de las herramientas que pueden jugar un papel metafórico, algunas son más adecuadas para ello que otras, de la misma manera que, en general, algunas metáforas pueden ser mejores que otras. Un vez esto es reconocido, se hace patente el interés de la heurística de herramientas-para-teorías no solo para una comprensión a posteriori del desarrollo teórico o para una psicología de la creatividad científica (e.g., Gardner, 1988; Gruber, 1981; Tweney, Dotherty, & Mynatt,

1981). También podría ser útil para una comprensión crítica de las teorías actuales y del desarrollo de nuevas alternativas. Ilustraremos esto mediante tres temas muy relacionados: la justificación de estas teorías; la interpretación realista de estas teorías; y la compleja relación entre teoría, datos y herramientas.

Primero, volvamos a la distinción entre descubrimiento y justificación. Es importante aquí no verla como una distinción entre procesos diferentes, menos aún como procesos con un orden temporal específico: primero viene el descubrimiento y después la justificación. En su lugar, deberíamos recalcar que hay diferentes tipos de preguntas que podemos plantear con respecto a proposiciones científicas. Para una afirmación  $p$  dada, siempre podemos preguntar, “¿Está  $p$  justificada?” Esta pregunta difiere, en principio, de otra que cuestiona, “¿Cómo llegó alguien a aceptar que  $p$ ?” (Reichenbach, 1938; Hoyningen-Huene, 1987; Sturm & Gigerenzer, 2006).

Hans Reichenbach y otros defensores de la distinción descubrimiento-justificación a menudo asumen que la tarea “crítica” de evaluar una afirmación científica puede ser realizada de forma bastante independiente con respecto al conocimiento sobre los orígenes de dicha afirmación. Es por esto que los defensores de la distinción apenas encontraron necesario seguir una investigación sobre qué ocasiona nuevos descubrimientos. En esto nosotros estamos en desacuerdo. Parece plausible que, algunas veces, una buena crítica de un presupuesto teórico se beneficie de un conocimiento, incluso puede que se haga imprescindible. La razón para esta afirmación es la siguiente: La función heurística de las herramientas en la generación de teorías implica un traspaso metafórico de significado. Un traspaso metafórico de significado de un contexto a otro es a menudo ventajoso, pero puede también conllevar pérdidas. Es conocida la comparación de Freud de la relación entre los dos sistemas de percepción-consciencia y memoria con el *Wunderblock* o la “pizarra mística”. En dicha pizarra, que consiste en una capa de cera, una lámina de cera y papel transparente de celulosa, uno puede borrar el texto simplemente separando el papel de la lámina de cera. No obstante, cuando uno retira el papel, una traza de lo que se ha escrito queda almacenada a un nivel más profundo. Freud

también señaló que, a diferencia de nuestra capacidad de memoria, la libreta no puede reproducir el texto desde dentro (Draaisma, 2000). Las metáforas enfatizan algunos aspectos y dejan otros fuera. Especialmente en los casos de las metáforas científicas con más éxito tal parcialidad puede ser fácilmente olvidada. Cuanto más conscientes seamos de que ha habido, y continua habiendo, un uso de herramientas en el desarrollo de conceptos o supuestos teóricos, mejor podremos hacer frente a los riesgos contenidos en influyentes conceptos y suposiciones teóricos.

En segundo lugar, la explicación de herramientas-para-teorías acerca de la generación de teorías ha causado algunas preocupaciones entre filósofos con inclinación realista. De esta forma en ocasiones se ha sido defendido que las herramientas han sido meras condiciones necesarias para la generación y la aceptación de hecho de las teorías que nosotros discutiremos:

¿Cómo podría ser posible que los científicos cognitivos sigan la pista a la verdad, si pueden ser persuadidos a creer en ciertas teorías debido a desarrollos institucionales que aparentemente no tienen nada que ver con el objeto de esas teorías?... Realmente sería un desastre si los desarrollos institucionales fueran suficientes para determinar la aceptación de teorías. Pero el ser necesarios deja abierto que otros factores pudieran haber sido también imprescindibles, y en particular un apoyo experimental adecuado podría haber sido también necesario. (Papineau, 2003, pp. 146-147)

Estas preocupaciones están inspiradas por los debates sobre realismo y anti-realismo en la filosofía de la ciencia (ver Hacking, 1983; Kitcher, 1993, cap. 5; Papineau, 1996). Aquí es importante ver, primero, que, en cierto sentido, mantenemos la distinción tradicional entre descubrimiento y justificación. Del hecho de que la generación de nuevas teorías sea (en parte) explicada en base a la heurística de herramientas-para-teorías no sigue que las teorías sean correctas. Un objetivo central de este ensayo es que los psicólogos se deberían dar cuenta de donde vinieron algunas de las nuevas ideas tan cruciales en la revolución cognitiva, y de que estos orígenes no son de ninguna manera inocentes. Segundo, la visión de que los modelos teóricos fueron inspirados por ciertas herramientas metodológicas tampoco implica, en ningún caso, que los modelos deban ser incorrectos. La explicación del desarrollo de nuevas teorías deja abierta la

cuestión de si ellas “representan” una realidad independiente, o de si las afirmaciones de la teoría son verdaderas o correctas.

Esta respuesta lleva a una preocupación crucial. Los debates entre realismo y anti-realismo científico conciernen principalmente al significado de los términos y las proposiciones teóricas. ¿Pueden términos tales como “electrón” o “ADN” ser interpretados de forma realista? Esto es, ¿se refieren estos términos a objetos y propiedades independientes de la mente? ¿Y pueden las proposiciones en las que ocurren dichos términos ser verdaderas o falsas de la misma manera en que lo son proposiciones observacionales más mundanas como “el gato está sobre la alfombra”? ¿O son simplemente instrumentos eficaces para la predicción y explicación de los fenómenos?

No hay respuestas simples a estas preguntas. Apenas debería sorprendernos si se tratase de una cuestión abierta de si las teorías de la ciencia cognitiva puedan, o no, ser entendidas de forma realista. De igual manera, deberíamos resistirnos a la disyuntiva de que uno debe ser del todo realista o anti-realista. Uno podría defender una interpretación realista de, digamos, “electrón” sin por ello ser realista con respecto a todas las partes teóricas de nuestras diversas ciencias. La dificultad está en identificar criterios para una interpretación realista, y demostrar que tales criterios se dan.

En la cita anterior, Papineau sugería que las teorías cognitivas relevantes podrían haber sido aceptadas no solo porque los científicos sean aficionados a sus herramientas, sino también porque se dio el “apoyo empírico adecuado”. No obstante, esto es demasiado simplista. Argumentaremos más abajo que algunos tipos de evidencia empírica solo fueron posibles porque ya se asumía que las teorías eran correctas, y por tanto la referencia a la evidencia empírica necesita, al menos, calificaciones adicionales. También, algunas teorías alternativas de procesamiento cognitivo (tales como diferentes modelos estadísticos) pueden hacer que algunos datos virtualmente desaparezcan. Dicho de manera general, hablar de “apoyo empírico adecuado” no puede hacer todo el trabajo. Además puede conducir a una interpretación meramente instrumentalista y anti-realista de las afirmaciones y de los conceptos científicos.

De hecho, la defensa de una interpretación realista de cualquier teoría en particular depende de argumentos más complejos, siendo en sí misma un problema de investigación gradual y a largo plazo. Las clases típicas de argumentos en apoyo del realismo de una teoría dada involucran *extrapolación*, como cuando fenómenos microscópicos son legítimamente entendidos en términos de fenómenos macroscópicos; o *evidencia circunstancial*, la cual puede ser ilustrada mediante el caso de los descubrimientos bastante heterogéneos en apoyo a la teoría atomística de la materia. En las teorías físicas y químicas de la materia de los siglos XVIII y XIX se averiguó, de manera independiente, que las sustancias reaccionan en proporciones numéricas fijas; que los cuerpos sólidos deben ser vistos como estructuras de elementos que no permiten combinaciones arbitrarias, un hecho que excluía a las teorías de la materia como una entidad continua; que el número de partículas en una sustancia química podía ser determinado por el número de Avogadro, etcétera. Tales descubrimientos heterogéneos apoyaban una comprensión realista del término “átomo”, pero ésta se logró después de duras batallas (Krüger, 1981). Conocer mejor el origen de algunos conceptos teóricos puede ayudarnos a pensar críticamente sobre esos asuntos y a reflexionar sobre si tales criterios son adecuados: ¿Puede considerarse como una extrapolación legítima el plantear a algunos aspectos del pensamiento y el comportamiento en términos del procesamiento de información o de la estadística? ¿Hay alguna evidencia circunstancial para este vocabulario teórico?

Uno podría tratar de evitar estos problemas tan difíciles aceptando la carga antirealista. ¿No es mejor ver las afirmaciones y conceptos científicos como “meros” constructos o modelos (hipotéticos) “como-si”? Uno podría hacerlo, pero no sin pagar un precio. Por ejemplo, mencionamos antes que los conductistas usaban un vocabulario mentalista. No obstante, para ellos términos mentalistas no se referían a las variables intermedias que son cruciales para el enfoque cognitivista en la explicación de los fenómenos psicológicos. Solo este últi-

mo enfoque toma en serio la idea de que los estados mentales juegan un papel causal real. Psicólogos actuales empiristas que quieren tratar las referencias al procesamiento de información, o a la mente como ordenador, como “mero” modelo, o “mero” lenguaje metafórico se enfrentan a un problema similar. Sus explicaciones permanecen a un nivel de generalización puramente empírico, corriendo el riesgo de ser meras redescripciones, en lugar de explicaciones reales. El no intentar substanciar las pretensiones de la revolución cognitiva, es dar un paso atrás. Pero, de nuevo, no se puede aspirar ni siquiera a un realismo moderado sobre las teorías cognitivas si no se ha reflexionado críticamente sobre el origen del que proceden los conceptos teóricos, acerca de cómo se han extendido en la comunidad científica y cuáles son sus posibles problemas y limitaciones.

En tercer lugar, la generación de teorías a través de herramientas lleva a unas relaciones, posiblemente problemáticas, entre teoría, datos y herramientas que deberían ser destacadas de antemano. La conocida carga teórica de los datos y los instrumentos ya cuestiona puntos de vista simples sobre la relación entre teoría y datos (Figuras 1 y 2). Ahora, el hecho de que ciertas teorías estén inspiradas por las herramientas que los científicos prefieren, hace las cosas todavía incluso más difíciles, porque los científicos en raras ocasiones son conscientes de los orígenes metafóricos, y de las posibles trampas, de sus teorías (Figura 3).

No afirmamos que la circularidad indicada en la Figura 3 deba ocurrir siempre, o que sus problemas no puedan ser evitados. Por otro lado, no vemos ningún procedimiento general para resolver los problemas. Lo mejor parece consistir en aprender de los casos históricos prácticos y hacer a los científicos conscientes de la relación potencialmente circular entre herramientas, teorías y datos. Dicho esto, nos volvemos ahora hacia las dos herramientas que se han transformado en teorías psicológicas: la estadística inferencial y el ordenador digital.

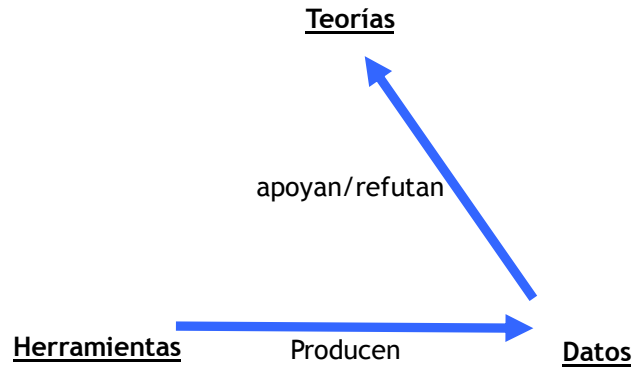


Figura 1: Concepción estándar de la relación entre herramientas, datos y teorías. De acuerdo con esta concepción, los instrumentos científicos pueden ser usados para producir datos de manera neutral o imparcial, que, después, son usados para dar apoyo o refutar teorías.

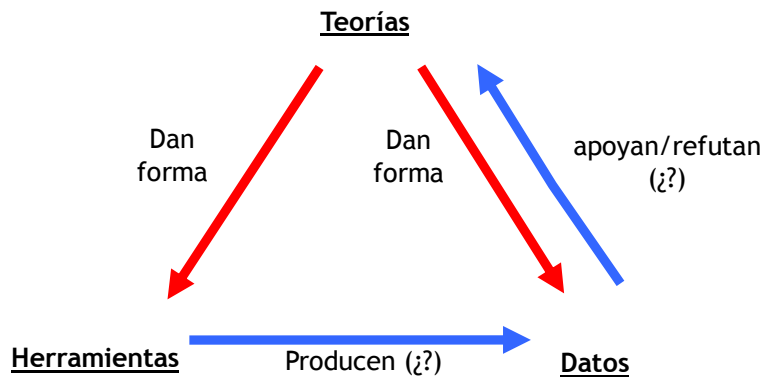


Figura 2: La bien conocida carga teórica de los datos e instrumentos cuestiona la concepción estándar. ¿Son los datos producidos de manera neutral a nivel teórico? Si no es el caso, ¿pueden ser usados para apoyar o refutar teorías? ¿Cómo pueden las teorías ser entendidas de manera realista?

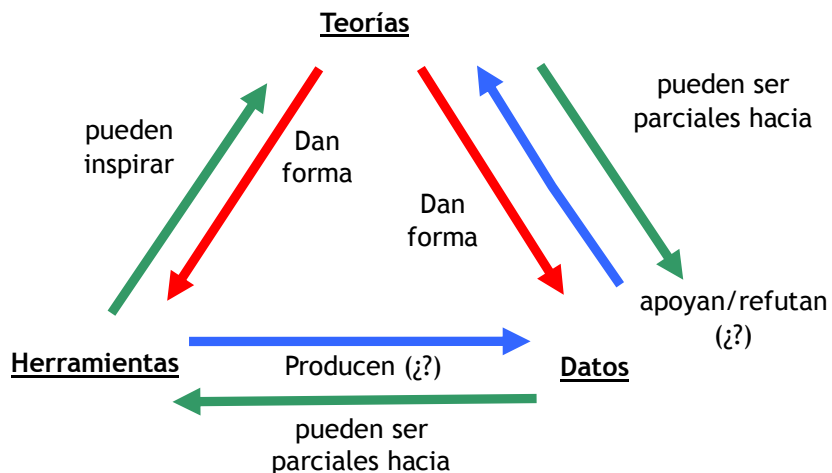


Figura 3: La posible circularidad entre herramientas, teorías y datos. Conceptos y afirmaciones teóricas están inspirados a menudo por las herramientas preferidas de los científicos; las teorías no son apoyadas o contrastadas por datos teóricamente neutrales; y las herramientas tienden a favorecer ciertos datos y dejar otros fuera. Si esto es así, ¿se justifican, entonces, las herramientas, las teorías y los datos unos a otros de manera circular o auto-vindicativa?



### III. Cognición como estadística intuitiva

En la psicología Americana, el estudio de los procesos cognitivos fue suprimido a principios del siglo veinte por las fuerzas aliadas del operacionalismo y el conductismo. El operacionalismo y el inductivismo de la Escuela de Viena, entre otras cosas, abrió el camino a la institucionalización de la estadística inferencial en la psicología experimental Americana entre 1940 y 1955 (Gigerenzer, 1987a; Toulmin & Leary, 1985). En la psicología experimental, la estadística inferencial se convirtió en sinónimo de método científico. La estadística inferencial, por otro lado, proporcionó gran parte de los nuevos conceptos para los procesos mentales que han alimentado la revolución cognitiva desde la década de los 60. Las teorías de la cognición fueron limpiadas de términos tales como reestructuración y toma de conciencia (Einsicht), y la nueva mente se retrató a través de muestras aleatorias de las fibras nerviosas, calculando probabilidades y análisis de varianza, estableciendo criterios de decisión y llevando a cabo un análisis de utilidad.

Después de la institucionalización de la estadística inferencial, un amplio rango de procesos fueron interpretados como involucrando “estadística intuitiva”. Por ejemplo, W. P. Tanner y sus colaboradores asumieron en su teoría de detección de señales que la mente “decide” si hay un estímulo o solo ruido, de la misma manera que un estadístico de la escuela de Neyman-Pearson decide entre dos hipótesis (Tanner & Swets, 1954). En su teoría de atribución causal, Harold H. Kelley (1967) postuló que la mente atribuye una causa a un efecto de la misma manera que los científicos conductistas han llegado a hacerlo, es decir, mediante la realización de un análisis de varianza y la evaluación de hipótesis nulas. Estas influyentes teorías ponen de manifiesto la amplitud de la nueva concepción de la “mente como un estadístico intuitivo” (Gigerenzer & Murray, 1987).

Hay tres puntos que necesitan ser defendidos aquí con más detalle. Primero, el desarrollo de teorías basado en la concepción de la mente como un estadístico intuitivo causó discontinuidad teórica, en lugar de constituir simplemente un nuevo lenguaje de moda. Segundo, hubo incapacidad por parte de los investigadores para aceptar la concepción de la mente como un estadístico intuitivo antes de

que se familiarizaran con la estadística inferencial como parte de su rutina diaria. Tercero, mostraremos cómo la heurística de herramientas-para-teorías puede ayudarnos a ver los límites y las posibilidades de las teorías cognitivas actuales que investigan la mente como un “estadístico intuitivo.”

#### Discontinuidad en el desarrollo de la teoría cognitiva

El espectro de teorías que modelan la cognición siguiendo la estadística inferencial van desde la percepción auditiva y visual hasta el reconocimiento de memoria, y desde la percepción del habla hasta el pensamiento y el razonamiento. La discontinuidad dentro de las teorías cognitivas puede mostrarse en dos áreas: detección de estímulos y atribución causal.

¿Qué intensidad debe tener un tono a 440 Hz para ser percibido? ¿Cuánto más pesado que un estímulo estándar de 100 gms debe ser un estímulo de comparación para que el perceptor note la diferencia? ¿Cómo entender los procesos cognitivos elementales involucrados en estas tareas, conocidos hoy como “estímulo detección” y “estímulo discriminación”? Desde Herbart (1916), tales procesos han sido explicados usando una metáfora del umbral: la detección ocurre solo si el efecto que un objeto tiene en nuestro sistema nervioso excede cierto umbral absoluto, y la discriminación entre dos objetos ocurre si la excitación de uno de ellos excede la del otro por una cantidad mayor que cierto umbral diferencial. Las leyes de Weber y Fechner se refieren al concepto de umbrales fijos; Titchener (1896) vio en los umbrales diferenciales los elementos de la mente que durante tanto tiempo se habían buscado (él contó alrededor de 44,000); y manuales clásicos como los de Brown y Thomson's (1921) y Guilford's (1954) documentan métodos e investigaciones.

Alrededor de 1955, la psicofísica de umbrales absolutos y diferenciales fue revolucionada por la nueva analogía entre la mente y el estadístico. W. P. Tanner y otros propusieron un “teoría de detección de señales” (TDS), que asume que la técnica de evaluación de hipótesis de Neyman-Pearson (1928) describe los procesos involucrados en la detección y la discriminación. Recuérdese que en la estadística de Neyman-Pearson, dos distribuciones muestra (hipótesis  $H_0$  y  $H_1$ ) y un criterio de

decisión (que es un cociente de probabilidad) son definidos, y entonces los datos observados son transformados en un cociente de probabilidad y comparados con el criterio de decisión. Dependiendo del lado en que caigan los datos, la decisión “rechaza  $H_0$  y acepta  $H_1$ ” o “acepta  $H_0$  y rechaza  $H_1$ ” es tomada. En completa analogía, TDS asume que la mente calcula dos distribuciones muestra para “ruido” y “señal más ruido” (en la situación de detección) y establece un criterio de decisión después de pesar el coste de los dos posibles errores de decisión (errores Tipo I y Tipo II en la teoría de Neyman-Pearson (1928), ahora llamados “falsas alarmas” y “pérdidas”). La entrada sensorial es transferida de manera que permite al cerebro calcular el cociente de probabilidad, y dependiendo de si el cociente es menor o mayor que el criterio, el sujeto dice, “no, no hay señal” o “sí, hay señal.” Tanner (1965) se refirió explícitamente a su nuevo modelo de la mente como a un detector de “Neyman-Pearson” y, en un trabajo sin publicar, sus diagramas de flujo incluían el dibujo de un homúnculo-estadístico llevando a cabo la estadística inconsciente en el cerebro (Gigerenzer & Murray, 1987, pp. 43-53).

La nueva analogía entre la mente y un estadístico reemplazó el viejo concepto de umbral fijo por las nociones gemelas de actitud del observador y sensibilidad del observador. De la misma manera que la técnica de Neyman-Pearson distingue entre una parte subjetiva (por ejemplo, la selección de un criterio que depende de consideraciones coste-beneficio) y una parte matemática, la detección y la discriminación se entendieron como involucrando tanto procesos subjetivos, tales como actitudes y consideraciones coste-beneficio, como procesos sensoriales. Swets, Tanner y Birdsall (1964, p. 52) consideraron que esta relación entre actitudes y procesos sensoriales era “la idea central” de su teoría. La analogía entre técnica y mente planteó nuevas preguntas que investigar, por ejemplo, “¿Cómo puede ser manipulado el criterio de decisión de la mente?” Incluso surgió una nueva clase de datos: Dos tipos de errores fueron generados en los experimentos, falsas alarmas y pérdidas, igual que la teoría estadística distingue dos tipos de error. El desarrollo de la TSD no estuvo motivado por datos nuevos; más bien fue la nueva teoría la que motivó un nuevo tipo de datos. De hecho, en su artículo fundamental, Tanner y Swets (1954, p. 401)

admiten que su teoría “parece ser inconsistente con una gran cantidad de datos que existen en este campo,” y así procedieron a criticar la “forma de esos datos.”

La técnica de Neyman-Pearson (1928) de evaluación de hipótesis fue subsecuentemente transformada en una teoría de los procesos cognitivos de amplio alcance, que abarcaba desde el reconocimiento en la memoria (p.ej., Murdock, 1982; Wickelgreen y Norman, 1966) al testimonio ocular (p.ej., Birnbaum, 1983) y la discriminación entre muestras aleatorias y no-aleatorias (p.ej., Lopes, 1982).

El segundo ejemplo se refiere a teorías del razonamiento causal. Albert Michotte (1946/1963), Jean Piaget (1930), los psicólogos de la Gestalt y otros han estudiado cómo relaciones temporales y espaciales entre dos o más objetos visuales, tales como puntos móviles, producen causalidad fenoménica. Por ejemplo, a los sujetos se les hacía “percibir” que uno de los puntos impulsa, empuja o persigue a otro. Después de la institucionalización de la estadística inferencial, Harold H. Kelley (1967), en su “teoría de la atribución”, propuso que las tan anheladas reglas del razonamiento causal son de hecho las herramientas del científico conductista: el análisis de la varianza (ANOVA) de R. A. Fisher. Igual que el experimentador llega a inferir una relación causal entre dos variables calculando un análisis de la varianza y realizando una prueba-F, el hombre de la calle infiere la causa de un efecto haciendo los mismos cálculos de manera inconsciente. Para cuando Kelley desarrolló su nueva metáfora para la inferencia causal, alrededor del 70% de los artículos experimentales ya usaban ANOVA (Edgington, 1974).

La teoría fue aceptada rápidamente en la psicología social; Kelley y Michaela (1980) informaron de más de 900 referencias en una década. La visión de la mente inspirada en el modelo de Fischer cambió radicalmente la comprensión del razonamiento causal, los problemas planteados a los sujetos y las explicaciones buscadas. Aquí van unas pocas discontinuidades que revelan las huellas de la herramienta.

1. ANOVA necesita repeticiones o números como datos para poder estimar varianzas y covarianzas. En consecuencia, la información presentada a los sujetos en los estudios de

atribución causal consiste en información sobre la frecuencia de los eventos (p.ej., McArthur, 1972), la cual no jugaba ningún papel en el trabajo de Michotte o Piaget.

2. Mientras que el trabajo de Michotte todavía refleja la amplia concepción aristotélica de las cuatro causas (ver Gavin, 1972), y Piaget (1930) distinguía 17 tipos de causalidad en la mente infantil, la mente fisheriana se concentra en el tipo de causas para el que ANOVA es usado como herramienta (parecido a la “causa eficiente” de Aristóteles).

3. Por un lado, en la concepción de Michotte, la percepción causal es directa y espontánea y no necesita inferencia, siendo una consecuencia de leyes principalmente innatas que determinan la organización del campo visual. ANOVA, por otro lado, es usado en psicología como una técnica para inferencias inductivas de datos a hipótesis, y en consecuencia el énfasis de la teoría de la atribución de Kelley trata del lado inductivo, centrado en los datos, y en la percepción causal.

El último punto ilustra que el *uso* específico de una herramienta, esto es, su contexto práctico más que su estructura matemática, puede también dar forma a concepciones teóricas de la mente. ¿Qué hubiera pasado si Harold Kelley hubiera vivido un siglo y medio antes de cuando le tocó vivir? A principios del siglo diecinueve, los tests de significación (parecidos a las que están presentes en ANOVA) ya eran usados por astrónomos (Swijtink, 1987). Pero ellos usaban los tests para rechazar datos, los llamados valores atípicos (*outliers*), y no para rechazar hipótesis. Los astrónomos asumían que la teoría era correcta y desconfiaban de los datos, al menos provisionalmente, mientras que la mente ANOVA, siguiendo los manuales de estadística actuales, asume que los datos son correctos y desconfía de las teorías. Así, a nuestro Kelley del siglo diecinueve, la atribución causal de la mente le habría parecido como derivada de la expectación más que de los datos: el homínulo-estadístico de la mente habría comprobado los datos y no las hipótesis.

#### **Antes de la institucionalización de la estadística inferencial**

Hay un caso importante para poner a prueba la hipótesis presente (a) la familiaridad con el instrumento de la estadística resulta crucial para el desarrollo de las correspondientes

teorías de la mente y (b), que la institucionalización de la herramienta en el seno de una comunidad científica puede incrementar fuertemente la amplia aceptación de esas teorías. Dicho caso es la época anterior a la institucionalización de la estadística inferencial. Las teorías que conciben la mente como un estadístico intuitivo deberían tener una probabilidad muy pequeña de ser generadas, y una probabilidad incluso menor de ser aceptadas. Los dos tests más fuertes son casos donde (1) alguien propuso una analogía conceptual similar y (2) alguien propuso un modelo (formal) probabilista similar. Conocemos solo un caso de cada. Estos casos que serán analizados después de definir que se quiere decir con el término “institucionalización de la estadística inferencial”.

La inferencia estadística es conocida hace mucho tiempo. En 1710, John Arbuthnot probó la existencia de Dios usando una especie de test de significación; como se mencionó arriba, los astrónomos usaron tests de significación en el siglo XIX; el texto de estadística de G. T. Fechner, *Kollektivmasslehre* (1897), incluía evaluación de hipótesis; W. S. Gosset (usando el pseudónimo “Estudiante”) publicó el t-test en 1908; y las técnicas de pruebas de significación de Fisher, tales como ANOVA, así como los métodos de evaluación de hipótesis de Neyman-Pearson han estado disponibles desde la década de 1920 (ver Gigerenzer et al., 1989). El teorema de Bayes era conocido desde 1763. No obstante, antes de 1940 hubo poco interés en estas técnicas en psicología experimental (Rucci & Tweney, 1980).

En 1942, Maurice Kendall pudo comentar en relación a la expansión de los estadísticos: “Ellos han invadido ya cada rama de las ciencias con una velocidad solo rivalizada por Atila, Mahoma y el escarabajo de la patata” (Kendall, 1942, p. 69). A principio de los 50, la mitad de los departamentos de psicología de las principales universidades americanas ofrecían cursos en métodos fisherianos y habían hecho de la estadística inferencial un requisito en sus estudios de grado. Hacia 1955, más del 80% de los artículos experimentales en las publicaciones más importantes usaban estadística inferencial para justificar sus conclusiones desde los datos (Sterling, 1959), y los editores de las revistas principales hicieron del test de significación un requisito para

la aceptación de los artículos enviados (p.ej., Melton, 1962).

1955 puede ser usado como fecha aproximada de la institucionalización de la herramienta en los programas, manuales y editoriales. Lo que fue institucionalizado como la lógica de la inferencia estadística fue una mezcla de ideas provenientes de dos bandos opuestos, el de R. A. Fisher, por un lado, y el de Jerzy Neyman y Egon Pearson (el hijo de Karl Pearson) por el otro.

### **Génesis y rechazo temprano de la analogía**

La analogía entre la mente y el estadístico fue propuesta por primera vez por Egon Brunswik en Berkeley a principios de la década de 1940, antes de la institucionalización de la estadística inferencial (p.ej., Brunswik, 1943). Como Leary (1987) ha mostrado, el funcionalismo probabilista de Brunswik estaba basado en una mezcla muy inusual de tradiciones científicas, que incluía la concepción probabilista del mundo de Hans Reichenbach y los miembros de la Escuela de Viena, y la estadística correlacional de Karl Pearson.

El punto importante aquí es que a finales de la década de 1930, Brunswik cambió sus técnicas para medir constancias perceptivas; pasó de calcular “cocientes de Brunswik” (no estadísticos) a calcular correlaciones de Pearson, tales como la “validez ecológica” y “funcional”. En los 40, empezó a pensar también en el organismo como en “un estadístico intuitivo”, pero le llevó varios años explicar de forma clara y consistente esta analogía (Gigerenzer, 1987b).

La analogía es la siguiente: El sistema perceptivo infiere a partir de su entorno usando claves inciertas a las que llega mediante el cálculo estadístico (inconsciente) de correlaciones y regresiones, de la misma manera que el investigador de Brunswik calcula (conscientemente) el grado de adaptación del sistema perceptivo a un entorno dado. El “estadístico intuitivo” de Brunswik era un estadístico de la Escuela de Karl Pearson, igual que el investigador de Brunswik. Sin embargo, el “estadístico intuitivo” de Brunswik no estaba bien adaptado a la ciencia psicológica de su tiempo, de esta manera, la analogía fue mal entendida y generalmente rechazada (Leary, 1987).

La analogía de Brunswik llegó demasiado pronto para ser aceptada por sus colegas de la disciplina experimental; llegó antes de la institucionalización de la estadística como método de inferencia científica, y llegó con el modelo estadístico “equivocado”, la estadística correlacional. La correlación era un método indispensable no en la psicología experimental, sino en la disciplina rival, conocida como el programa Galton-Pearson o, como lo expresó Cronbach (1957), el “Sacro Impero Romano” de la “psicología correlacional.” El cisma entre estas dos disciplinas había sido tratado repetidamente en discursos presidenciales de la APA (Dashiell, 1939; Cronbach, 1957) y había afectado los valores y la estima mutua de los psicólogos (Thorndike, 1954). Brunswik no tuvo éxito en persuadir a sus colegas de la disciplina experimental de que consideraran la herramienta estadística de la disciplina rival como un modelo del funcionamiento de la mente. Ernest Hilgard (1955), en su rechazo a la perspectiva de Brunswik, no se anduvo con rodeos: “La correlación es un instrumento del diablo” (p. 228).

Brunswik, quien acuñó la metáfora del “hombre como un estadístico intuitivo”, no vivió para ver el éxito de su analogía. Fue aceptada solo después de que la inferencia estadística estuviera institucionalizada en la psicología experimental. Fueron estas nuevas herramientas institucionalizadas que fueron usados como modelo de la mente, en lugar de la estadística de Karl Pearson. No obstante, el interés en los modelos de Brunswik de la mente no emergió hasta la mitad de la década de 1960 (p.ej., Brehmer & Joyce, 1988; Hammond, Stewart, Brehmer y Steinmann, 1975).

### **Modelos probabilistas sin el “estadístico intuitivo”**

Aunque algunos modelos probabilistas de los procesos cognitivos fueron planteados antes de la institucionalización de la estadística inferencial, estos no fueron interpretados usando la metáfora de la “mente como un estadístico intuitivo.” Esto se puede ilustrar a través de los modelos que usan la distribución de probabilidades para el juicio perceptivo, asumiendo que la variabilidad es causada por la falta de control experimental; el error de medición u otros factores que pueden ser resumidos como ignorancia del experimentador. Idealmente, si el experimentador tuviera un control y un conocimiento completos (como la

superinteligencia de Laplace; 1814/1995, p. 1325), todos los términos probabilistas podrían ser eliminados de la teoría. Esto no es cierto para un modelo probabilista que esté basado en la metáfora. Ahí, los términos probabilistas modelan la ignorancia de la mente más que la del experimentador. Esto es, modelan cómo el “homúnculo estadístico” en el cerebro se las arregla en un mundo fundamentalmente incierto. Incluso si el experimentador tuviera un conocimiento completo, las teorías seguirían siendo probabilistas, pues es la mente la que es ignorante y necesita la estadística.

El ejemplo clave es L. L. Thurstone, quien en 1927 formuló un modelo del juicio perceptivo que era formalmente equivalente a la teoría de detección de señales (TDS) actual. Pero ni Thurstone ni sus seguidores reconocieron la posibilidad de interpretar la estructura formal de su modelo en términos del “estadístico intuitivo.” Como la TDS, el modelo de Thurstone tenía dos distribuciones normales solapadas, las cuales representaban los valores internos de dos estímulos y especificaban los correspondientes cocientes de probabilidad, pero a Thurstone nunca se le ocurrió incluir en su modelo las actividades conscientes de un estadístico, tales como la comparación de los costes de dos errores y el establecimiento de criterios de decisión. Así, ni Thurstone ni sus seguidores dieron el - en retrospectiva - pequeño paso de transformar la “ley de juicio comparativo” en la TDS. Cuando Duncan Luce (1977) revisó el modelo de Thurstone 50 años después, encontró difícil de creer que nada en los escritos de Thurstone mostraba la menor conciencia de ese pequeño, pero crucial, paso. El modelo perceptivo de Thurstone se quedó en una mecánica, aunque probabilista, teoría de estímulo-respuesta sin ningún homúnculo estadístico en el cerebro. El pequeño salto conceptual nunca fue dado y la TDS entró en la psicología por una vía diferente.

Para resumir: Hay varios tipos de evidencias a favor de una relación cercana entre la institucionalización de la estadística inferencial en la década de 1950 y la amplia aceptación subsiguiente de la metáfora de la mente como un estadístico intuitivo, (1) la incapacidad general de aceptar, e incluso de entender, el “estadístico intuitivo” de Brunswik antes de la institucionalización de la herramienta, y (2) el caso de Thurstone, quien propuso un mode-

lo probabilista que era formalmente equivalente a una importante teoría actual de “estadística intuitiva”, pero no fue nunca interpretado de esta manera.

### **Limitaciones y posibilidades de los actuales programas de investigación**

¿Cómo puede el análisis precedente ser de interés para la evaluación de las teorías cognitivas presentes? Hay que reconocer que herramientas como la estadística no son teóricamente inertes. Vienen con una serie de supuestos e interpretaciones que podrían entrar a escondidas, como ocultas en el caballo de Troya, en las nuevas teorías y programas de investigación. Las herramientas pueden tener la ventaja de abrir nuevas perspectivas conceptuales o de hacernos ver nuevos datos; pero también pueden volvernos ciegos de distintas maneras.

Hubo varios supuestos que se asociaron con la herramienta estadística durante el transcurso de su institucionalización en la psicología, sin ser ninguno de ellos propiamente parte de las matemáticas de la teoría estadística. El primer supuesto puede ser llamado: “hay una sola estadística.” Los libros de texto de estadística para psicólogos (escritos normalmente por no-matemáticos) enseñan, generalmente, inferencia estadística como si solo existiera una lógica de la inferencia. Desde las décadas de 1950 y 1960, casi todos los textos enseñan una mezcla de las ideas de R. A. Fisher (1955) con las de Jerzy Neyman y Egon S. Pearson (1928), pero sin reconocerlo. El hecho de que los seguidores de Fisher y de Neyman-Pearson nunca podrían estar de acuerdo en una lógica de la inferencia estadística no es mencionado en los manuales, ni tampoco lo son las controversias que los separan. Es más, las lógicas estadísticas alternativas son raramente discutidas (Gigerenzer, 1993). Por ejemplo, Fisher (1955) argumentó que conceptos como errores Tipo II, potencia, el establecimiento de un nivel de significación previo al experimento, y su interpretación como una frecuencia a largo plazo en experimentos repetidos, son conceptos inapropiados para la inferencia científica - como mucho, estos podrían ser aplicados a la tecnología (su ejemplo peyorativo era de Stalin). Neyman (1937), por su parte, declaró que algunos de los tests de significación de Fisher eran “peor que inútiles” (ya que su potencia es menor que su medida; ver Hacking, 1965, p. 99). Los manuales escritos por psicó-

logos para psicólogos normalmente presentan una mezcla de ideas de Fisher y Neyman-Pearson intelectualmente incoherente, pero presentada como un todo sin controversias ni fisuras (Gigerenzer et al., 1989, cap. 3 y 6).

Este supuesto de que la “estadística es estadística” re-emerge, a nivel teórico, en la psicología actual (Gigerenzer, 2000). Por ejemplo, las investigaciones de las llamadas “ilusiones cognitivas” asumen que solo hay una respuesta correcta a los problemas de razonamiento estadístico (Kahneman, Slovic & Tversky, 1982; Tversky & Kahneman, 1974; 1982). Como consecuencia, se considera que otras respuestas reflejan falacias de razonamiento. No obstante, algunos de los más prominentes problemas de razonamiento, tales como el problema del taxi (cab problem) (Tversky & Kahneman, 1980, p. 62), no tienen una única respuesta; la respuesta depende de la teoría de inferencia estadística y de los supuestos que se asuman. Birnbaum (1983), por ejemplo, prueba que la “única respuesta correcta” al problema del taxi según Tversky y Kahneman, basada en la regla de Bayes, es de hecho una de varias respuestas posibles - otras distintas se obtienen, por ejemplo, si se aplica la teoría de Neyman-Pearson (Gigerenzer & Murray 1987, cap. 5).

Un segundo supuesto que se asoció con la herramienta durante su institucionalización fue “hay solo un significado de probabilidad.” Por ejemplo, Fisher y Neyman-Pearson tenían diferentes interpretaciones sobre qué significa un nivel de significación. La interpretación de Fisher era epistémica, es decir, el nivel de significación se refiere a la confianza que podemos tener en una hipótesis particular que está sometida a prueba, mientras que la de Neyman era una interpretación estrictamente frecuentista y conductista, que afirmaba que el nivel de significancia no nos dice nada sobre una hipótesis particular, sino sobre la frecuencia relativa, a largo plazo, de rechazo de una hipótesis nula si ésta es verdadera. En los libros de texto, estas visiones alternativas sobre qué puede significar una probabilidad (como nivel de significación) son generalmente rechazadas - por no hablar de los otros significados, subjetivos y objetivos, que han sido propuestos para el concepto normal de probabilidad (Hacking, 1965).

Muchas de las llamadas ilusiones cognitivas fueron demostradas usando una interpreta-

ción subjetiva de la probabilidad. Concretamente se preguntaba a la gente sobre la probabilidad que ellos asignan a un único evento. Cuando, en lugar de esto, los investigadores empezaron a preguntar a la gente sobre juicios de frecuencias, esos errores de razonamiento aparentemente estables - por ejemplo la falacia de la conjunción y el sesgo de sobre-confianza - desaparecieron en gran medida, o totalmente (Gigerenzer, 2000, cap. 12; Gigerenzer, 2001). Una intuición sin entrenar parece ser capaz de realizar el mismo tipo de distinciones conceptuales que los estadísticos y los filósofos hacen, así como la distinción entre los juicios de probabilidad subjetiva y los de frecuencia (p.ej., Cohen, 1986; Lopes, 1981; Teigen, 1983). Estos resultados sugieren que las preguntas importantes que deberían ser investigadas son ¿Cómo entran los diferentes significados de “probabilidad” en el lenguaje cotidiano? y ¿Cómo afecta esto el juicio?, más que ¿Cómo podemos explicar el supuesto sesgo de “sobre-confianza” por algún déficit en memoria, cognición o personalidad?

Para resumir: los supuestos arraigados en el uso práctico de las herramientas estadísticas - que no son parte de las matemáticas - pueden resurgir en programas de investigación sobre la cognición, lo cual da como resultado limitaciones severas para estos programas. Esto podría evitarse poniendo de manifiesto estos supuestos, lo cual puede incluso conducir a nuevas preguntas de investigación.

#### IV. La mente como ordenador

##### Prehistoria

La relación entre las concepciones de la mente y el ordenador tiene una larga historia y lleva consigo una interacción entre contextos sociales, económicos, mentales y tecnológicos (véase Gigerenzer, 2003). Aquí nos concentraremos en el periodo de tiempo que va desde la revolución cognitiva de la década de 1960, cuando el ordenador, después de convertirse en una herramienta de laboratorio habitual en ese siglo, fue propuesto, y aceptado, con algún retraso, como modelo de la mente. En particular, nos centraremos en el desarrollo y aceptación (con retraso) de la psicología del procesamiento de la información del tipo propuesto por Allen Newell y Herbert Simon (1972).

La invención de los primeros ordenadores modernos, tales como el ENIAC y el EDVAC en la

Universidad de Pennsylvania durante la Segunda Guerra Mundial, no condujo inmediatamente a la concepción de la mente como un ordenador. Había dos grupos trazando un paralelismo entre humanos y ordenadores, pero ninguno de ellos utilizó el ordenador como una teoría de la mente. Un grupo, que tentativamente comparó el sistema nervioso con el ordenador, tiene como representante a John von Neumann (1903-1957). El otro grupo, que investigó la idea de que las máquinas pudieran tener la capacidad de pensar, está representado por el matemático y lógico Alan Turing (1912-1954). Von Neumann (1958), conocido como el padre del ordenador moderno, escribió sobre la posibilidad de una analogía entre el ordenador y el sistema nervioso humano. De esta manera, él trazó la comparación a nivel del hardware. Turing (1950), por otro lado, pensó que la observación de que tanto el ordenador digital como el sistema nervioso humano son eléctricos, está basada en un “similitud muy superficial” (p. 439). Señaló que el primer ordenador digital, la Máquina Analítica de Charles Babbage, era puramente mecánica (como opuesto a eléctrico), y que las similitudes importantes con la mente vienen dadas por su *función*, o por el software.

Turing discutió la cuestión de si las máquinas pueden pensar más que la pregunta de si la mente es como un ordenador. Así, él apuntaba en la dirección opuesta en la que los psicólogos irían después de la revolución cognitiva y, consecuentemente, no propuso ninguna teoría de la mente. Argumentó que sería imposible para un humano imitar a un ordenador, tal y como lo muestra la incapacidad humana para realizar rápidamente cálculos numéricos complejos. También discutió la pregunta de si se le podía atribuir a un ordenador libre albedrío, una propiedad de los humanos (años después, los psicólogos cognitivos, bajo el supuesto de que la mente es un ordenador y que los ordenadores no tienen libre albedrío, se preguntarían si se podría afirmar que los humanos lo tuvieran). Y, como es bien conocido, el famoso test de Turing es sobre si una máquina puede imitar a la mente humana, pero no viceversa.

Veremos que Turing (1969) anticipó gran parte del nuevo lenguaje conceptual, e incluso los mismos problemas que Newell y Simon iban a confrontar más tarde. En una profecía

sorprendente, Turing sugirió que muchos problemas intelectuales pueden ser traducidos en la fórmula “encuentra un número  $n$  tal que...”; esto implica que “búsqueda” es el concepto clave para la resolución de problemas, y que los *Principia Mathematica* de Whitehead y Russell (1935) podrían ser un buen comienzo para demostrar el poder de la máquina (McCorduck, 1979, p. 57). Aun así, el trabajo de Turing casi no tuvo influencia en la inteligencia artificial en Gran Bretaña hasta mediados de la década de 1960 (McCorduck, 1979, p.68).

### La nueva concepción de Newell y Simon: Significado y génesis

El ordenador mecánico de Babbage fue precedido por ordenadores humanos que realizaban tareas muy limitadas de cálculo. De manera similar, el primer programa informático de Newell y Simon, el *Logic Theorist*, fue precedido por un ordenador humano. Antes de que el *Logic Theorist* estuviera en funcionamiento, Newell y Simon reconstruyeron su programa con componentes humanos (concretamente, la mujer e hijos de Simon y varios estudiantes de postgrado) para ver si funcionaría. Newell escribió las subrutinas del programa del *Logic Theorist* (LT) en fichas:

Le dimos una de las fichas a cada miembro del grupo, de manera que cada persona se convirtió, de hecho, en un componente del programa del LT - una subrutina - que realizaba alguna función especial, o un componente de su memoria. Cada participante tenía la tarea de ejecutar su subrutina, o proporcionar los contenidos de su memoria, cuando era requerido por la rutina que estaba en control en ese momento en el nivel superior. Así fuimos capaces de simular el comportamiento del LT con un ordenador formado por componentes humanos.... Los actores no eran más responsables que el esclavo en el Menón de Platón, pero tuvieron éxito demostrando los teoremas que se les dieron. (Simon, 1991, p. 207)

Como en la máquina de Babbage, la esencia del funcionamiento del *Logic Theorist* es la división del trabajo - cada actor humano requiere poca habilidad y repite la misma rutina una y otra vez. Los procesos complejos son logrados por un ejército de trabajadores que solo ven una pequeña parte del conjunto.

No obstante, hay una importante diferencia entre el ordenador mecánico de Babbage y el LT de Simon (y sus precursores humanos). La máquina de Babbage realizaba cálculos numéricos, el ordenador de Simon combinaba símbolos, aplicaba reglas a símbolos y buscaba a

través de una lista de símbolos: lo que es generalmente conocido como *manipulación simbólica*.

Una importante precondition para la concepción de la mente como un ordenador es el darse cuenta de que los ordenadores son aparatos que manipulan símbolos, además de ser calculadores numéricos: en la medida en que los ordenadores son concebidos como restringidos a lo último, y en la medida en que las actividades mentales son vistas como más complejas que el cálculo numérico, no es sorprendente que los ordenadores sean propuestos como metáfora de la mente. Newell y Simon fueron de los primeros en darse cuenta de esto. En las entrevistas con Pamela McCorduck (1979, p. 129), Allen Newell recuerda, “Nunca en mi vida he usado un ordenador para realizar ningún proceso numérico.” El primer uso que Newell hizo del ordenador en la corporación RAND - un prehistórico calculador programado con tarjetas, conectado a una impresora - fue calcular e imprimir símbolos que representaban aviones en cada barrido de la antena de un radar.

La naturaleza del ordenador como manipulador de símbolos era importante para Simon porque se correspondía con algunas de sus concepciones previas acerca de la naturaleza de la inteligencia:

La metáfora que he usado de una mente como algo que tomaba unas premisas y a partir de ellas procesaba unas conclusiones, empezó a transformarse en la noción de que la mente era algo que tomaba como entrada (input) algún programa y datos y poseía algún proceso que operaba con los datos y producía una respuesta (output). (citado en McCorduck, 1979, p. 127).

Es interesante notar que veinte años después de ver el ordenador como un aparato manipulador de símbolos, Newell y Simon propusieron la hipótesis explícita de que un sistema físico de símbolos es necesario y suficiente para la inteligencia.

El LT generaba pruebas para teoremas de la lógica simbólica, específicamente, los primeros veinticinco teoremas de los *Principia Mathematica* de Whitehead y Russell (1935). Incluso llegó a encontrar una prueba más elegante que el correspondiente de los *Principia*.

En el verano de 1958, la psicología recibió una dosis doble de la nueva escuela de psicología de procesamiento de información. La primera fue la publicación del artículo del *Psychologi-*

*cal Review*, “Elements of a Theory of Human Problem Solving” (Newell, Shaw, & Simon, 1958). La otra fue el *Research Training Institute on the Simulation of Cognitive Processes* (“Instituto de Formación e Investigación en la Simulación de Procesos Cognitivos”) en el instituto RAND, que discutiremos más adelante.

El artículo de la *Psychological Review* es un interesante documento de la transición entre la concepción del *Logic Theorist* como una herramienta para demostrar teoremas en lógica (el enfoque de la inteligencia artificial), y el enfoque emergente del LT como un modelo de razonamiento humano (el enfoque del procesamiento de información). Los autores van y vienen entre estos dos enfoques, explicando que “el programa del LT no fue diseñado directamente como una teoría del comportamiento humano; fue construido para conseguir un programa que probara teoremas en lógica” (Newell, Shaw, & Simon, 1958, p. 154), pero más tarde dicen que el LT “proporciona una explicación de los procesos usados por los humanos para resolver problemas en lógica simbólica” (p. 163). La evidencia proporcionada para proyectar la máquina en la mente es, principalmente, retórica. Por ejemplo, los autores se pasan varias páginas defendiendo el parecido entre los métodos del *Logic Theorist* y conceptos tales como “conjunto”, insight y “jerarquía” descritos en la literatura anterior sobre la resolución de problemas en los humanos.

Siendo justos y a pesar de las afirmaciones de los autores, el parecido con estos conceptos previos tal y como éstos eran usados en el trabajo de Karl Duncker, Wolfgang Köhler y otros, es remoto. Ocultar el grado de novedad y proponer continuidad histórica es a menudo una estrategia útil. Tanner y Swets, cuatro años antes también habían propuesto en la *Psychological Review* que otra herramienta científica, las técnicas de Neyman-Pearson para la evaluación de hipótesis, modelarían los procesos cognitivos de detección y discriminación de estímulos. En aquel entonces su modelo de detección de señales también chocó con nociones anteriores, tales como la noción de umbral sensorial. Tanner y Swets (1954, p. 401), no obstante, decidieron no ocultar este cisma, expresando explícitamente que su nueva teoría “parece ser inconsistente con una gran cantidad de los datos existentes en este área.” Hay una continuidad



histórica distinta en la que las ideas de Simon y Newell se sostienen: la temprana concepción de la inteligencia como cálculo combinatorio, proveniente de la Ilustración. Lo que después fue llamado la “nueva química mental” representaba la mente como un programa de ordenador:

Los átomos de esta química mental son símbolos, que son combinables en mayores y más complejas estructuras asociativas llamadas listas y estructuras de lista. Las “reacciones” fundamentales de la química mental usan procesos de información elemental que operan sobre símbolos y estructuras de símbolos: copiar símbolos, almacenar símbolos, recuperar símbolos, meter y sacar símbolos, y comparar símbolos. (Simon, 1979, p. 63).

Este enfoque atómico es ciertamente un cambio conceptual de gran magnitud en las concepciones de la resolución de problemas comparado con las teorías de Köhler, Wertheimer y Duncker. Pero tiene un gran parecido con la concepción combinatoria de la inteligencia de los filósofos de la Ilustración.<sup>1</sup>

Los distintos niveles físicos de un ordenador llevaron a la jerarquía cognitiva de Newell, que separa el nivel de conocimiento, el nivel simbólico y el nivel de registro-transferencia en la cognición. Como Arbib (1993) señala, la serialidad de los ordenadores estilo-1971 está en realidad incorporada en la teoría cognitiva de Newell.

Uno de los principales conceptos que desde la programación de ordenadores se ha abierto camino hasta los nuevos modelos de la mente es la descomposición de la complejidad en unidades más simples, así como la descomposición de un programa en una jerarquía de subrutinas más simples, o en un conjunto de reglas de producción. En esta analogía, los procesos más complejos en psicología, hasta incluso el descubrimiento científico, pueden ser explicados a través de subprocesos simples (Langley, Simon, Bradshaw & Zytkow, 1987).

<sup>1</sup>La nueva concepción fue inspirada directamente por el matemático del siglo XIX George Boole quien, siguiendo el espíritu de la Ilustración de matemáticos como Bernoulli y Laplace, se propuso derivar las leyes de la lógica, álgebra y probabilidad de lo que él creyó que eran las leyes del pensamiento humano (Boole, 1854/1958). El álgebra de Boole culminó en los *Principia Mathematica* de Whitehead y Russell (1935), que describe la relación entre matemáticas y lógica, y en el trabajo fundamental de Claude E. Shannon (1938) quien usaba el álgebra booleana para describir el comportamiento de relé y circuitos eléctricos (McCorduck, 1979, p.41).

La primera presentación general de la nueva concepción de la mente de Newell y Simon apareció en su libro de 1972, *Human Problem Solving*. En este libro, los autores defienden la idea de que la cognición de alto-nivel procede de manera muy similar al comportamiento de un sistema de producción, un formalismo de la ciencia de computación (y antes de la lógica simbólica) que nunca antes había sido usado en modelos psicológicos:

A lo largo de todo el libro hemos hecho uso de un amplio rango de técnicas de organización conocidas en el mundo de la programación: control explícito de flujos, subrutinas, recursión, declaraciones iterativas, nombrado local (local naming), sistemas de producción, intérpretes y demás... Confesamos la fuerte premonición de que la organización real de programas humanos tiene gran parecido con la organización de sistemas de producción (Newell & Simon, 1972, p. 803).

No trataremos de sondar las profundidades de como las ideas de Newell y Simon sobre procesamiento de información cambiaron las teorías de la mente; el extendido uso de la terminología computacional en la literatura psicológica desde 1972 es un reflejo de ello. Hoy en día a los psicólogos les parece completamente natural hablar de: codificar, almacenar, recuperar, procesos ejecutivos, algoritmos y coste computacional.

### Nuevos experimentos, nuevos datos

Herramientas nuevas pueden transformar los tipos de experimentos realizados y los datos recogidos. Esto es lo que sucedió cuando herramientas estadísticas se transformaron en teorías de la mente, y se puede contar una historia similar con respecto al cambio conceptual propiciado por Newell y Simon - este introducía un nuevo tipo de experimento que, a su vez, involucraba nuevos tipos de sujetos, datos y justificación. En la psicología académica del momento, el diseño experimental estándar, modelado según los métodos estadísticos de Ronald A. Fisher, requería muchos sujetos y un tratamiento de grupos aleatorizado. El artículo de 1958 de la revista *Psychological Review* utiliza la misma terminología de “diseño del experimento” y “sujeto” pero cambia sus significados radicalmente. Ya no hay grupos de sujetos animales o humanos. Hay solo un sujeto: un ser inanimado llamado el *Logic Theorist*. Ya no hay un experimento en el que los datos son generados por observación o medida. El experimento toma el significado de simulación.

En este nuevo tipo de experimento los datos son de tipo imprevisto: impresiones de los resultados intermedios del programa realizado por el ordenador. Estos nuevos datos, a su vez, requieren nuevos métodos de evaluación de hipótesis. ¿Cómo podían Newell y Simon saber si su programa estaba haciendo lo que hacen las mentes? Había dos métodos. Para Newell y Simon, la simulación era en sí misma una forma de justificación: una teoría que está codificada como un programa de ordenador en funcionamiento muestra que los procesos que describe son, por lo menos, suficientes para llevar a cabo la tarea o, en las palabras más sucintas de Simon (1992, p. 155), “Un programa funcionando es el momento de la verdad”. Además, una prueba más fuerte del modelo es realizada mediante la comparación de los resultados del ordenador con los protocolos pensados en voz alta de sujetos humanos. Newell y Simon pusieron a su sujeto, el *Logic Theorist*, como co-autor del artículo enviado al *Journal of Symbolic Logic*. Lamentablemente, el artículo fue rechazado (ya que no contenía nuevos resultados desde el punto de vista de la lógica), y el *Logic Theorist* nunca intentó publicar otra vez.

La segunda dosis de procesamiento de información administrada a la psicología (después del artículo de la *Psychological Review*) fue el *Research Training Institute on the Simulation of Cognitive Processes* (“Instituto de Formación e Investigación de la Simulación de Procesos Cognitivos”) en el Instituto RAND, organizado por Newell y Simon. El instituto albergó conferencias y seminarios, enseñó programación en Lenguaje de Procesamiento de Información-IV (IPL-IV) y demostró el *Logic Theorist*, el Solucionador General de Problemas, y el modelo de memoria “Perceptor y Memorizador Elemental” (EPAM), en el ordenador de RAND. Entre los asistentes estuvieron algunas figuras que llegarían a desarrollar métodos de simulación, incluyendo George Miller, Robert Abelson, Bert Green y Roger Shepard.

Un precursor temprano, aunque decepcionante, de la nueva teoría del procesamiento de la información fue la publicación, justo después del instituto de verano, de *Plans and the Structure of Behavior* (Miller, Galanter & Pribram, 1960), escrito principalmente por George Miller. Este libro estaba tan cerca de las ideas de Newell y Simon que fue inicial-

mente considerado como una especie de robo, aunque la versión del libro que vio la luz estaba llena de citas a Newell, Shaw y Simon. A pesar de las disputas con Newell y Simon en 1959 sobre la autoría y validez de las ideas que contiene, este libro llamó mucho la atención de toda la comunidad psicológica.

Aunque pudiera parecer que el terreno estaba listo para la nueva psicología del procesamiento de la información, ésta no germinó. Simon se quejó de que la comunidad psicológica solo tomara un “interés cauto” en sus ideas. Los ordenadores aun no habían entrado en la rutina diaria de los psicólogos.<sup>2</sup>

### Sin herramientas familiares, no hay aceptación

Tomaremos dos instituciones como casos prácticos para mostrar la parte de la heurística de herramientas-para-teorías que tiene que ver con la aceptación: El Centro para Estudios Cognitivos en Harvard y la Universidad Carnegie Mellon. El primero nunca llegó a abrazar completamente a la nueva psicología del procesamiento de la información. La última lo hizo, pero con un retraso considerable.

George Miller, el co-fundador del Centro en Harvard, era sin duda un proponente de la nueva psicología del procesamiento de la información. Dado el entusiasmo de Miller, se podría esperar que el Centro, en parte bajo el

<sup>2</sup> Otra evidencia a favor de este enfoque es que un desarrollo similar en la filosofía de la mente de la década de 1960 tampoco propició la aceptación de la metáfora del ordenador en la comunidad psicológica. Los artículos de Hilary Putnam sobre el estatus de los predicados psicológicos, y sobre la relevancia del trabajo de Turing para entender mejor la relación entre la mente y el cerebro, tuvieron pronto gran influencia entre filósofos. En particular, el trabajo de Putnam explicó una debilidad crucial de las teorías de la identidad entre mente y cerebro que se habían extendido bastante en los 50. Putnam defendió una distinción entre mente y cerebro en términos de la diferencia entre software y hardware, mostrando así que los estados mentales pueden ser realizados por sistemas físicos muy distintos (Putnam, 1960; 1967a; 1967b; reimpresso en Putnam, 1975). Un argumento tan abstracto pudo influenciar el debate filosófico porque estaba restringido a una comprensión ontológica, de principios, de la relación cuerpo-mente. El nuevo funcionalismo (computacional) fue también visto en seguida como una buena base para la autonomía de la psicología en relación a otras ciencias como la biología o la neuropsicología. Pero ni siquiera esto ayudó a la metáfora del ordenador a hacerse popular en la psicología. Aunque la metáfora estaba disponible, y aunque había empezado a dar frutos en una comunidad diferente, la comunidad psicológica permaneció reacia o ignorante.

liderazgo del mismo, se dedicara con entusiasmo a la investigación del procesamiento de información. Nunca lo hizo. Viendo los *Informes Anuales* del Centro del periodo 1963-1969 (Harvard University Center for Cognitive Studies, 1963; 1964; 1966; 1968; 1969), encontramos solo unos pocos simposios o artículos relativos a la simulación por ordenador.

Aunque el centro tenía un ordenador PDP-4C, y los informes anticipaban la posibilidad de usarlo para la simulación cognitiva, en 1969 esto aún no se había llevado a cabo. Los informes mencionan que el ordenador sirvió para realizar experimentos, demostrar la viabilidad de la investigación informática y atraer visitantes al laboratorio. No obstante, las dificultades envueltas en el uso de la herramienta eran considerables. El PDP fue usado 83 horas en una semana normal entre 1965 y 1966, pero 56 de estas horas se necesitaban para la depuración y el mantenimiento. En los informes anuales se encuentran varios comentarios del tipo “Es difícil programar ordenadores... Hacer que un programa funciones lleva meses.” Incluso presentaron un informe técnico en 1966 llamado “Programación, o como ganar al ordenador sin tener que arrancarle los cables” (*Programmanship, Or How to Be One-Up On a Computer Without Actually Wripping Out Its Wires*).

Lo que pudo haber impedido que el ordenador de Harvard se convirtiera en una metáfora de la mente fue que los investigadores no pudieron integrar esta herramienta en su rutina cotidiana en el laboratorio. La herramienta resultó ser una continua fuente de frustración. Simon (1979) se dio cuenta de esto:

Quizás los factores más importantes que impidieron la difusión de las nuevas ideas, sin embargo, fueron la falta de familiaridad de los psicólogos con los ordenadores y la no disponibilidad en la mayoría de los campus de máquinas y software (lenguajes de programación de procesamiento de listas) que estuvieran bien adaptados para la simulación cognitiva. El Workshop del verano de 1958 en RAND, mencionado antes, y otros similares celebrados en 1962 y 1963, ayudaron mucho a resolver el primer problema a los 50 o 60 psicólogos que participaron en ellos; pero los miembros del workshop a menudo volvieron a sus campus propios para encontrar que sus instalaciones informáticas estaban mal adaptadas a sus necesidades (Simon, 1979, p. 365).

En Carnegie Mellon, Newell, Simon, un jefe de departamento que era un nuevo entusiasta del procesamiento de información junto a una

beca muy generosa del *National Institute of Mental Health* impulsaron “la nueva religión [del procesamiento de la información]” (H.A. Simon, comunicación personal, 22 de junio de 1994). Incluso estos esfuerzos coordinados fracasaron en el proselitismo dentro de su propio departamento. Esto indica de nuevo que el afianzamiento de la nueva herramienta en la práctica diaria fue una importante precondición para la difusión de la metáfora de la mente como ordenador.

### **La aceptación de la teoría sigue a la familiaridad con la herramienta**

A finales de la década de 1950, en Carnegie Mellon se estaban escribiendo las primeras tesis doctorales que incorporaban la simulación de procesos cognitivos (H.A. Simon, comunicación personal, 22 de junio de 1994). Pero esto no era representativo de la situación nacional. A mediados de los 60, un pequeño número de laboratorios de psicología fueron construidos en torno a ordenadores, incluyendo: Carnegie Mellon, Harvard, Michigan, Indiana, MIT, y Stanford (Aaronson, Grupsmith, & Aaronson, 1976, p. 130). Como indica la historia financiera de las becas del *National Institute of Mental Health* para investigación cognitiva, la cantidad de investigaciones que usaban ordenadores se triplicó en la década siguiente: en 1967, solo el 15% de las becas financiadas tenían algún presupuesto relacionado con ordenadores (p. ej., sueldos para programadores, hardware, repuestos). Hacia el 1975, esta cifra se había incrementado al 46%. A finales de los 60 hubo un giro hacia ordenadores de gran tamaño, que duró hasta finales de los 70, cuando los micro-ordenadores comenzaron a invadir los laboratorios. En la conferencia de 1978 sobre *Behavioral Research Methods & Instrumentation*, los micro-ordenadores fueron el tema central (Castellan, 1981, p. 93). En 1984 la revista *Behavioral Research Methods & Instrumentation* agregó la palabra “Ordenadores” a su título para reflejar el extendido interés en la nueva herramienta. Hacia 1980, el coste de los ordenadores había caído un orden de magnitud respecto a lo que era en 1970 (Castellan, 1981, 1991). Durante las dos últimas décadas los ordenadores se han convertido en la herramienta de investigación indispensable para el psicólogo.

Una vez que la herramienta se arraigó en la rutina diaria del laboratorio, le siguió una

amplia aceptación de la concepción de la mente como un ordenador. A principios de la década de 1970, la psicología del procesamiento de información caló finalmente en la Universidad Carnegie Mellon (CMU). Todos los artículos con autores de la CMU en la edición de 1973 del Simposio Carnegie en Cognición mencionan algún tipo de simulación por ordenador. Para el resto de la comunidad psicológica, que no estaba tan familiarizada con la herramienta, la aceptación general llegó años más tarde. En 1979, Simon estimó que desde, aproximadamente, 1973 a 1979, el número de investigadores activos trabajando en la línea del procesamiento de información se había “probablemente, doblado o triplicado” (Simon, 1979).

Esto no significa que la metodología asociada resultara también aceptada. La misma chocaba fuertemente con el ritual metodológico que fue institucionalizado en las décadas de 1940 y 1950 en la psicología experimental. Aquí usamos el término “ritual” para referir la práctica mecánica de una curiosa mezcla de las técnicas de Fisher y Neyman-Pearson que fue enseñada a los psicólogos como el *sine qua non* del método científico. La mayoría de los psicólogos asumieron que hay una sola manera de practicar buena ciencia, tal y como los libros de texto les habían indicado. Pero sus propios héroes —Fechner, Wundt, Pavlov, Köhler, Bartlett, Piaget, Skinner, Luce, por nombrar unos pocos— nunca habían usado ese “ritual”, sino unas prácticas experimentales que eran parecidas a los nuevos métodos propuestos para estudiar la mente como un ordenador.

### Pragmática

Algunos se han opuesto a este análisis de como las herramientas se transformaron en teorías de la mente. Argumentan que los ejemplos de herramientas-para-teorías son meras ilustraciones de psicólogos dándose cuenta rápidamente de que la estructura matemática de una herramienta (tal como análisis de varianza o el ordenador digital) es precisamente la misma que la de la mente.

Esto repite una versión simplista del realismo que ya hemos criticado arriba (véase sec. II). Ahora podemos añadir que la suposición de que las nuevas teorías reflejan la estructura matemática de la herramienta pasa por alto la importante pragmática del uso de una he-

rramienta (la cual es independiente de su estructura matemática). El mismo proceso de proyectar los aspectos pragmáticos de la utilización de una herramienta en una teoría puede mostrarse para la concepción de la mente como ordenador. Un ejemplo es el “modelo del habla” de Levelt (1989). La unidad básica del modelo de Levelt, la que él llama “componente de procesamiento”, se corresponde con el concepto de subrutina usado en programación informática. El modelo no solo tomó prestada la subrutina como herramienta, sino que también tomó prestada la pragmática de como las subrutinas son construidas.

Una subrutina (o “subproceso”) es un conjunto de instrucciones de ordenador, que normalmente sirven para una función específica, la cual está separada de la rutina principal del programa. Es común que las subrutinas realicen funciones frecuentemente necesarias como el extraer una raíz cúbica o redondear un número. Hay un asunto pragmático central involucrado en la escritura de subrutinas que está centrado en torno a lo que es llamado el principio de aislamiento (Simon & Newell, 1986). El asunto es si las subrutinas deberían ser cajas negras o no. De acuerdo con el principio de aislamiento, el funcionamiento interno de las subrutinas debería ser un misterio para el programa principal, y el programa externo debería ser un misterio para la subrutina. Las subrutinas construidas sin respetar el principio de aislamiento son “cajas transparentes” que pueden ser penetradas desde el exterior y evadirse del interior. Para el ordenador, por supuesto, no hay ninguna diferencia en que las subrutinas estén aisladas o no lo estén. Las subrutinas que no están aisladas funcionan igual de bien que las que sí lo están. La única diferencia es psicológica. Las subrutinas que violan el principio de aislamiento son más difíciles de leer, escribir y depurar, desde el punto de vista de una persona. Por esta razón, los textos introductorios en programación informática enfatizan el principio de aislamiento como la esencia de un buen estilo de programación.

El principio de aislamiento - una regla pragmática del uso de subrutinas - tiene un lugar central en el modelo de Levelt, donde los componentes de procesamiento son “cajas negras” y constituyen lo que Levelt considera ser una definición de la noción de “encapsulación informacional” de Fodor (Levelt, 1989,

p. 15). De esta manera, el modelo psicológico de Levelt incorpora una máxima para una metodología de una buena programación informática: el principio de aislamiento. Que este rasgo pragmático de la herramienta diera forma a una teoría del habla no constituye una evaluación de la calidad de la teoría. De hecho, este rasgo pragmático de la subrutina no siempre ha servido correctamente al modelo: Kita (1993) y Levinson (1992) han atacado el modelo de Levelt en su talón de Aquiles - su insistencia en el aislamiento.

### Limitaciones y posibilidades de los programas de investigación actuales

La metáfora del ordenador ha tenido tanto éxito que muchos encuentran difícil concebir la mente de otra manera o comparada con otra cosa: para citar a Philip Johnson-Laird (1983, p. 10), "El ordenador es la última metáfora; nunca necesitará ser suplantada." Tal interpretación tan sensacionalmente realista pasa por alto que la metáfora del ordenador, como toda metáfora, tiene algunas limitaciones importantes. Pueden inferirse dos discrepancias principales: primero, las mentes humanas son mucho mejor para ciertas tareas en las que superan a los programas de ordenador y los robots más desarrollados; segundo, los ordenadores digitales son mucho mejores para ciertas tareas que las mentes humanas. Mientras que las mentes humanas son mucho mejores en, digamos, reconocimiento de patrones, la comprensión de emociones y expresiones, o el aprendizaje de movimiento corporal intencional rápido (como en los deportes), los programas de ordenador tienen éxito en cálculos aritméticos complejos (p.ej., Churchland, 1995, cap. 9). La tarea importante consiste en entender porque se dan esas diferencias.

Alan Turing hizo dos predicciones en 1945: primera, algún día los ordenadores jugarán al ajedrez de forma excelente; segunda, la programación de ajedrez ayudará a entender cómo piensan los humanos. La primera de estas predicciones resultó ser correcta, como mostró la famosa derrota del campeón mundial de ajedrez, Garry Kasparov, contra el programa informático de la IBM, Deep Blue, en 1997. La segunda predicción no resultó ser correcta, y esto apunta a una de las limitaciones de la metáfora del ordenador.

Considérese las diferentes heurísticas que los ordenadores de ajedrez y los seres humanos usan. Ambos tienen que usar heurística, ya que no hay manera de computar por completo todos los movimientos posibles para averiguar la mejor estrategia para ganar la partida. Ambos necesitan perseguir metas intermedias que ofrecen alguna probabilidad de conducir al éxito si son logradas repetidamente. Las heurísticas que los ordenadores y los seres humanos usan son diferentes porque trabajan con distintas capacidades. Deep Blue tiene la enorme potencia de realizar 200 millones de operaciones cada segundo, y usa una heurística relativamente simple computando qué bueno resulta cada uno de estos movimientos. Los expertos humanos en ajedrez no generan todos esos movimientos posibles pero usan la capacidad de reconocimiento de patrones espaciales, que no es igualado por ninguno de los programas de ordenador existentes. Kasparov dijo en una ocasión que él solo piensa 4 o 5 movimientos por delante, mientras que el Deep Blue puede ver por delante 14 veces más. Por otro lado, Herbert Simon ha intentado ir en la dirección opuesta a la sugerencia de Turing, esto es, Simon y sus colegas entrevistaron a expertos humanos en ajedrez para extraer heurísticas e implementarlas en ordenadores de ajedrez. A pesar de ello, estos programas no jugaron muy bien. Las heurísticas usadas en los programas de ordenador y en las mentes humanas no son idénticas.

La alternativa actual al ordenador digital es el *conexionismo*, o los modelos de procesamiento distribuido en paralelo. Esta alternativa tiene varias ventajas sobre los modelos tradicionales de ordenador, y también tiene importantes implicaciones en la investigación de la Inteligencia Artificial (AI). Sin embargo, como modelos de la mente tampoco están carentes de limitaciones. Por ejemplo, los investigadores conexionistas han sido incapaces, por el momento, de replicar el sistema nervioso del ser vivo más simple, tal como el gusano *Caenorhabditis elegans*, que tiene 302 neuronas, a pesar de que los patrones de interconexión se conocen perfectamente (White, Southgate, Thomson, & Brenner, 1986; Thomas & Lockery, 2000). A partir de aquí no deberíamos adoptar una interpretación realista de los modelos de la mente como ordenador o de los modelos conexionistas, al menos no en el presente.

Se han propuesto otras objeciones contra el programa de la inteligencia artificial, pero somos escépticos respecto a las mismas. Por ejemplo, John Searle ha propuesto el argumento de que los programas de ordenador no realizan y no pueden realizar un trabajo mental real. Su argumento es que ellos solo realizan operaciones sintácticas sobre símbolos, mientras que las mentes reales, además, poseen un entendimiento semántico de los símbolos y las operaciones simbólicas (Searle, 1984). En este argumento es fundamental el supuesto incuestionado de cierta teoría del significado o la intencionalidad. Y hay otros argumentos escépticos. Éstos tienen que ver con la pregunta de si, digamos, los algoritmos computacionales pueden llegar a revelar las capacidades matemáticas completas de los seres humanos, o si los ordenadores o las redes neuronales artificiales poseen los rasgos fenomenales o cualitativos que acompañan a muchos estados mentales, tales como las percepciones o los sentimientos. Lo que conecta estas objeciones entre sí es que todas están basadas en intuiciones incuestionadas sobre las mentes humanas y los ordenadores o las redes neuronales artificiales (Churchland, 1995, cap. 9). Para poder encontrar diferencias reales entre nuestras mentes y los ordenadores (o las redes neuronales artificiales) no deberíamos confiar en meras intuiciones, sino que deberíamos intentar identificar empíricamente las distintas heurísticas usadas por ellos. Además, tenemos que mostrar como las mentes de los humanos (y de otros seres vivos) difieren no solo en su arquitectura funcional sino también en su arquitectura física de los ordenadores y la redes conexionistas. Tenemos que averiguar cómo el software depende del hardware.

## V. La generación de teorías reconsiderada

La heurística de herramientas-para-teorías versa sobre la práctica de los científicos, esto es, sobre las herramientas analíticas y físicas usadas en la realización de la investigación empírica. Dicha práctica tiene una larga tradición de rechazo. Los mismos filósofos que se llamaban a sí mismos empiristas lógicos no tenían, irónicamente, ningún interés en la práctica empírica de los científicos. Contra su reducción de la observación a la pura lectura de la aguja en el marcador, Kuhn (1970) hizo hincapié en la carga teórica de la observa-

ción. Haciendo referencia a experimentos perceptivos y cambios de Gestalt, dijo, “los científicos ven cosas nuevas y diferentes cuando miran con instrumentos familiares en lugares en los que han mirado antes...” (p. 111). Tanto los empiristas lógicos como Kuhn fueron muy influyentes en la psicología (véase Toulmin & Leary, 1985), pero ninguno de los dos enfoques puso énfasis en el papel de las herramientas y del montaje experimental. Solo recientemente éstos se han escrutado con más detalle, tanto en la historia de la psicología como también generalmente en la historia y la filosofía de la ciencia (Danziger, 1985, 1987, 1990; Hacking, 1983; Galison, 1987; Le-noir 1986, 1988). Sin poder discutir tales análisis aquí, podemos apuntar que han hecho altamente plausible que la teoría sea a menudo inseparable de las prácticas instrumentales.

¿Deberíamos continuar diciéndoles a nuestros estudiantes que las teorías se originan de nuevos datos? ¿Aunque solo fuera porque “poco se conoce sobre como las teorías llegan a ser creadas,” como Anderson introduce al lector a su *Cognitive Psychology* (1980, p. 17)? De acuerdo con una concepción muy extendida, las teorías son simplemente “conjeturas guiadas por lo no-científico” (Popper, 1935/1959, p. 278). Contra esto, desearíamos hacer hincapié en que para entender la generación de teorías de forma apropiada, la familiar relación teoría-datos debería ser suplementada con un tercer factor, el(los) uso(s) de herramienta(s). Además, no se puede insistir lo suficiente en el hecho de que, desde el mismo principio, algunas conjeturas son mejores que otras. Incluso cuando no se ha llevado a cabo la evaluación racional de teorías, la pregunta sobre qué teorías son plausibles y serios candidatos, debe tener sus propias razones. La heurística de herramientas-para-teorías es una posible respuesta, incluso si el uso metafórico de herramientas requiera de la reflexión crítica continuada.

## Referencias

- Aaronson, Doris; Grupsmith, Edward & Aaronson, May (1976). The impact of computers on cognitive psychology. *Behavioral Research Methods & Instrumentation*, 8, 129-138.
- Anderson, John R. (1980). *Cognitive psychology and its implications*. San Francisco, CA: Freeman.
- Arabatzi, Theodore (2002). On the inextricability of the context of discovery and the context of

- justification. In Jutta Schickore & Friedrich Steinle (Eds.), *Revisiting discovery and justification* (pp. 215-230). New York: Springer.
- Arbib, Michael A. (1993). Allen Newell, unified theories of cognition. *Artificial Intelligence*, 59, 265-283.
- Birnbaum, Michael H. (1983). Base rates in Bayesian inference: Signal detection analysis of the cab problem. *American Journal of Psychology*, 96, 85-94.
- Black, Max (1962). *Models and Metaphors*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Boole, George (1854/1958). *An investigation of the laws of thought on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities*. London: Walton. Reprinted, New York: Dover.
- Brehmer, Berndt & Joyce, Clarence Richard Boddington (Eds.). (1988). *Human judgment: The SJT view*. Amsterdam: North-Holland.
- Brown, William & Thomson, Godfrey H. (1921). *The essentials of mental measurement*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Brunswik, Egon (1943). Organismic achievement and environmental probability. *Psychological Review*, 50, 255-272.
- Castellan, N. John (1981). On-line computers in psychology: The last 10 years, the next 10 years - The challenge and the promise. *Behavioral Research Methods & Instrumentation*, 13, 91-96.
- Castellan, N. John (1991). Computers and computing in psychology: Twenty years of progress and still a bright future. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 23, 106-108.
- Churchland, Paul M. (1995). *The engine of reason, the seat of the soul*. Cambridge, MA & London: The MIT Press.
- Cohen, L. Jonathan (1986). *The dialogue of reason*. Oxford: Clarendon Press.
- Cronbach, Lee J. (1957). The two disciplines of scientific psychology. *American Psychologist*, 12, 671-684.
- Curd, Martin (1980). The logic of discovery: An analysis three approaches. In Thomas Nickles (Ed.), *Scientific discovery, logic, and rationality* (pp. 201-219). Dordrecht: Reidel.
- D'Arcy, Patrick (1765). Memoire sur la durée de la sensation de la vue. A disquisition concerning the duration of the sensation of sight. *Histoire de l'académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique & de physique*, 82, 439-451.
- Danziger, Kurt (1985). The methodological imperative in psychology. *Philosophy of the Social Sciences*, 16, 1-13.
- Danziger, Kurt (1987). Statistical method and the historical development of research practice in American psychology. In Lorenz Krüger, Gerd Gigerenzer & Mary S. Morgan (Eds.), *The probabilistic revolution. Vol. II: Ideas in the sciences* (pp. 35-47). Cambridge, MA: MIT Press.
- Danziger, Kurt (1990). *Constructing the subject*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Dashiell, John Frederick (1939). Some rapprochements in contemporary psychology. *Psychological Bulletin*, 36, 1-24.
- Draaisma, Douwe (2000). *Metaphors of memory*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Edgington, Eugene S. (1974). A new tabulation of statistical procedures used in APA journals. *American Psychologist*, 29, 25-26.
- Fechner, Gustav Theodor (1897). *Kollektivmasslehre*. Leipzig: W. Engelmann.
- Fisher, Ronald A. (1955). Statistical methods and scientific induction. *Journal of the Royal Statistical Society (B)*, 17, 69-78.
- Galison, Peter (1987). *How experiments end*. Chicago: Chicago University Press.
- Gardner, Howard (1988). Creative lives and creative works: A synthetic scientific approach. In Robert J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 298-321). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gavin, Eileen A. (1972). The causal issue in empirical psychology from Hume to the present with emphasis upon the work of Michotte. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 8, 302-320.
- Gigerenzer, Gerd (1987a). Probabilistic thinking and the fight against subjectivity. In Lorenz Krüger, Gerd Gigerenzer, & Mary S. Morgan (Eds.), *The probabilistic revolution. Vol. II: Ideas in the sciences* (pp. 11-33). Cambridge, MA: MIT Press.
- Gigerenzer, Gerd (1987b). Survival of the fittest probabilist: Brunswik, Thurstone, and the two disciplines of psychology. In Lorenz Krüger, Gerd Gigerenzer, & Mary S. Morgan (Eds.), *The probabilistic revolution. Vol. II: Ideas in the sciences* (pp. 49-72). Cambridge, MA: MIT Press.
- Gigerenzer, Gerd (1991). From tools to theories: A heuristic of discovery in cognitive psychology. *Psychological Review*, 98, 254-267.
- Gigerenzer, Gerd (1993). The superego, the ego, and the id in statistical reasoning. In Gideon Ke-

- ren & Charles Lewis (Eds.), *A handbook for data analysis in the behavioral sciences: Methodological issues* (pp. 311-339). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gigerenzer, Gerd (2000). *Adaptive Thinking*. New York: Oxford University Press.
- Gigerenzer, Gerd (2001). Content-blind norms, no norms or good norms? A reply to Vranas. *Cognition*, 81, 93-103.
- Gigerenzer, Gerd (2003). Where do new ideas come from? A heuristic of discovery in cognitive science. In Maria C. Galavotti (Ed.), *Observation and experiment in the natural and social sciences* (pp. 1-39). Dordrecht: Kluwer.
- Gigerenzer, Gerd & Murray, David J. (1987). *Cognition as intuitive statistics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gigerenzer, Gerd; Swijtink, Zeno; Porter, Ted; Daston, Lorraine; Beatty, John & Krüger, Lorenz (1989). *The empire of chance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gruber, Howard (1981). *Darwin on man, a psychological study of scientific creativity*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.
- Guilford, Joy Paul (1954). *Psychometric methods*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill.
- Gundlach, Horst (1997). Sinne, Apparate und Erkenntnis: Gibt es besondere Gründe dafür, weshalb die neue Psychologie apparativ wurde? In Dietrich Albert & Horst Gundlach (Eds.), *Apparative Psychologie: Geschichtliche Entwicklung und gegenwärtige Bedeutung* (pp. 35-50). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Gundlach, Horst (2007). What is a psychological instrument? In Mitchell G. Ash & Thomas Sturm (Eds.), *Psychology's territories: Historical and contemporary perspectives from different disciplines* (pp. 195-224). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hacking, Ian (1965). *Logic of statistical inference*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hacking, Ian (1983). *Representing and intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hammond, Kenneth R.; Stewart, Thomas R., Brehmer, Berndt & Steinmann, Derick O. (1975). Social judgment theory. In Martin F. Kaplan & Steven Schwartz (Eds.), *Human judgment and decision processes* (pp. 271-312). New York: Academic Press.
- Hanson, Norwood Russell (1958). *Patterns of discovery*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Harvard University Center for Cognitive Studies (1963). *Third annual report*. Cambridge, MA: Autor.
- Harvard University Center for Cognitive Studies (1964). *Fourth annual report*. Cambridge, MA: Autor.
- Harvard University Center for Cognitive Studies (1966). *Sixth annual report*. Cambridge, MA: Autor.
- Harvard University Center for Cognitive Studies (1968). *Eighth annual report*. Cambridge, MA: Autor.
- Harvard University Center for Cognitive Studies (1969). *Ninth annual report*. Cambridge, MA: Autor.
- Herbart, Johann Friedrich (1816). *Lehrbuch zur Psychologie*. Hamburg and Leipzig: G.
- Hilgard, Ernest R. (1955). Discussion of probabilistic functionalism. *Psychological Review*, 62, 226-228.
- Hoyningen-Huene, Paul (1987). Context of Discovery and Context of Justification. *Studies in the History and Philosophy of Science*, 18, 501-515.
- Johnson-Laird, Philip N. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kahneman, Daniel; Slovic, Paul & Tversky, Amos (Eds.). (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Kelley, Harold H. (1967). Attribution theory in social psychology. In David Levine (Ed.), *Nebraska symposium on motivation*, vol. 15 (pp. 192-238). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Kelley, Harold H. & Michaela, John L. (1980). Attribution theory and research. *Annual Review of Psychology*, 31, 457-501.
- Kendall, Maurice G. (1942). On the future of statistics. *Journal of the Royal Statistical Society*, 105, 69-80.
- Kita, Sotaro (1993). *Language and thought interface: A study of spontaneous gestures and Japanese mimetics*. Dissertation, The University of Chicago.
- Kitcher, Philip (1993). *The advancement of science*. Oxford: Oxford University Press.
- Krüger, Lorenz (1981). Vergängliche Erkenntnis der beharrenden Natur. In Hans Poser (Ed.), *Wandel des Vernunftbegriffs* (pp. 223-249). Freiburg & München: Alber.
- Kuhn, Thomas (1970). *The structure of scientific revolutions*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.
- Lambert, Johann Heinrich (1760/1892). *Photometrie*. Ed. and transl. by Ernst Anding. Leipzig: W. Engelmann.



- Langley, Pat; Simon, Herbert A.; Bradshaw, Gary L. & Zytkow, Jan M. (1987). *Scientific discovery*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Laplace, Pierre-Simon (1814/1995). *A philosophical essay on probabilities*. [Frederick W. Truscott and Frederick L. Emory, Trans.] New York: Springer [original work *Essai philosophique sur les probabilités*, 1814].
- Leary, David E. (1987). From act psychology to probabilistic functionalism: The place of Egon Brunswik in the history of psychology. In Mitchell G. Ash & William R. Woodward (Eds.), *Psychology in twentieth-century thought and society* (pp. 115-142). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lenoir, Timothy (1986). Models and instruments in the development of electrophysiology, 1845-1912. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 17, 1-54.
- Lenoir, Timothy (1988). Practice, reason, context: The dialogue between theory and experiment. *Science in Context*, 2, 3-22.
- Levelt, Willem J. M. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levinson, Stephen C. (1992). How to think in order to speak Tzeltal. Unpublished manuscript. Cognitive Anthropology Group, Max Planck Institute for Psycholinguistics, Nijmegen, The Netherlands.
- Lopes, Lola L. (1981). Decision making in the short run. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 7, 377-385.
- Lopes, Lola L. (1982). Doing the impossible: A note on induction and the experience of randomness. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8, 626-636.
- Lovie, Alexander D. (1983). Attention and behaviorism--fact and fiction. *British Journal of Psychology*, 74, 301-310.
- Luce, Robert Duncan (1977). Thurstone's discriminial processes fifty years later. *Psychometrika*, 42, 461-489.
- Mariotte, Edme (1668). *Nouvelle découverte touchant la veüe*. Paris.
- Mayer, Tobias (1755). Experimenta circa visus aciem Experiments on visual acuity. *Commentarii Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis, Pars physica et mathematica*, 4, 97-112.
- McArthur, Leslie A. (1972). The how and what of why: Some determinants and consequents of causal attribution. *Journal of Personality and Social Psychology*, 22, 171-193.
- McCorduck, Pamela (1979). *Machines who think*. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- Melton, Arthur W. (1962). Editorial. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 553-557.
- Michotte, Albert (1946/1963). *The perception of causality*. London: Methuen.
- Miller, George A.; Galanter, Eugene & Pribram, Karl H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Holt, Reinhart & Winston.
- Murdock, Bennet B., Jr. (1982). A theory for the storage and retrieval of item and associative information. *Psychological Review*, 89, 609-626.
- Neumann, John von (1958). *The computer and the brain*. New Haven: Yale University Press.
- Newell, Allen; Shaw, John Clifford & Simon, Herbert A. (1958). Elements of a theory of human problem solving. *Psychological Review*, 65, 151-66.
- Newell, Allen & Simon, Herbert A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Neyman, Jerzy (1937). Outline of a theory of statistical estimation based on the classical theory of probability. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series A)*, 236, 333-380.
- Neyman, Jerzy & Pearson, Egon S. (1928). On the use and interpretation of certain test criteria for purposes of statistical inference. Part I. *Biometrika*, 20A, 175-240.
- Nickles, Thomas (1980). Introductory essay: Scientific discovery and the future of philosophy of science. In Thomas Nickles (Ed.), *Scientific discovery, logic, and rationality* (pp. 1-59). Dordrecht: Reidel.
- Papineau, David (Ed.). (1996). *The philosophy of science*. Oxford: Oxford University Press.
- Papineau, David (2003). Comments on Gerd Gigerenzer. In Maria C. Galavotti (Ed.), *Observation and experiment in the natural and social sciences* (pp.141-151). Dordrecht: Kluwer.
- Piaget, Jean (1930). *The child's conception of causality*. London: Kegan Paul.
- Popper, Karl (1935/1959). *The logic of scientific discovery*. New York: Basic Books.
- Putnam, Hilary (1960). Minds and machines. In Sydney Hook (Ed.), *Dimensions of mind* (pp. 138-164). Albany, NY: New York University Press.
- Putnam, Hilary (1967a). The mental life of some machines. In Hector-Neri Castañeda (Ed.), *Intentionality, mind and perception* (pp. 177-200). Detroit/MI: Wayne State University Press.

- Putnam, Hilary (1967b). Psychological predicates. In W. H. Capitan & Daniel D. Merrill (Eds.), *Art, mind and religion* (pp. 37-48). Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
- Putnam, Hilary (1975). *Mind, language and reality. Philosophical papers, vol. II*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Quine, Willard Van Orman (1978). A postscript on metaphor. In Sheldon Sacks (Ed.), *On metaphor* (pp.159-160). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Reichenbach, Hans (1938). *Experience and prediction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Rucci, Anthony J. & Tweney, Ryan D. (1980). Analysis of variance and the "second discipline" of scientific psychology: A historical account. *Psychological Bulletin*, 87, 166-184.
- Scheerer, Eckart (1987). Tobias Mayer - Experiments on visual acuity. *Spatial Perception*, 2, 81-97.
- Searle, John (1984). *Minds, brains and science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Shannon, Claude E. (1938). A symbolic analysis of relay and switching circuits. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 57, 713-723.
- Simon, Herbert A. (1979). Information processing models of cognition. *Annual Review of Psychology*, 30, 363-96.
- Simon, Herbert A. (1991). *Models of my life*. New York: Basic Books.
- Simon, Herbert A. (1992). What is an "explanation" of behavior? *Psychological Science*, 3, 150-161.
- Simon, Herbert A. & Newell, Allen (1986). Information Processing Language V on the IBM 650. *Annals of the History of Computing*, 8, 47-49.
- Smith, Laurence D. (1986). *Behaviorism and logical positivism*. Stanford: Stanford University Press.
- Sterling, Theodore D. (1959). Publication decisions and their possible effects on inferences drawn from tests of significance or vice versa. *Journal of the American Statistical Association*, 54, 30-34.
- "Student" (William Sealy Gosset) (1908). The probable error of a mean. *Biometrika*, 6(1), 1-25.
- Sturm, Thomas (2006). Is there a problem with mathematical psychology in the eighteenth century? A fresh look at Kant's old argument. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 42, 353-377.
- Sturm, Thomas & Gigerenzer, Gerd (2006). How can we use the distinction between discovery and justification? On the weaknesses of the Strong Programme in the sociology of scientific knowledge. In Jutta Schickore & Friedrich Steinle (Eds.), *Revisiting discovery and justification* (pp. 133-158). New York: Springer.
- Swets, John A.; Tanner, Wilson P. & Birdsall, Theodore G. (1964). Decision processes in perception. In John A. Swets (Ed.), *Signal detection and recognition in human observers* (pp. 3-57). New York: Wiley.
- Swijtink, Zeno G. (1987). The objectification of observation: Measurement and statistical methods in the nineteenth century. In Lorenz Krüger, Lorraine J. Daston & Michael Heidelberger (Eds.), *The probabilistic revolution. Vol. 1: Ideas in history* (pp. 261-285). Cambridge, MA: MIT Press.
- Tanner, Wilson P., Jr. (1965). *Statistical decision processes in detection and recognition* (Technical Report). Ann Arbor: University of Michigan, Sensory Intelligence Laboratory, Department of Psychology.
- Tanner, Wilson P., Jr. & Swets, John A. (1954). A decision-making theory of visual detection. *Psychological Review*, 61, 401-409.
- Teigen, Karl H. (1983). Studies in subjective probability IV: Probabilities, confidence, and luck. *Scandinavian Journal of Psychology*, 24, 175-191.
- Thomas, James H. & Lockery, Shawn R. (2000). Neurobiology. In Ian A. Hope (Ed.), *C. elegans: A practical approach* (pp. 143-180). Oxford: Oxford University Press.
- Thorndike, Robert L. (1954). The psychological value systems of psychologists. *American Psychologist*, 9, 787-789.
- Thurstone, Louis L. (1927). A law of comparative judgement. *Psychological Review*, 34, 273-286.
- Titchener, Edward B. (1896). *An outline of psychology*. New York: Macmillan.
- Toulmin, Stephen & Leary, David E. (1985). The cult of empiricism in psychology, and beyond. In Sigmund Koch (Ed.), *A century of psychology as science* (pp. 594-617). New York: McGraw-Hill.
- Turing, Alan M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59, 433-460.
- Turing, Alan M. (1969). Intelligent Machinery. In Bernard Meltzer & Donald Michie (Eds.), *Machine intelligence*, 5 (pp. 3-23). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Tversky, Amos & Kahneman, Daniel (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185, 1124-1131.
- Tversky, Amos & Kahneman, Daniel (1980). Causal schemata in judgments under uncertainty. In

- Martin Fishbein (Ed.), *Progress in social psychology*. Vol. 1 (pp. 49-72). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tversky, Amos & Kahneman, Daniel (1983). Extensional versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment. *Psychological Review*, 90, 293-315.
- Tweney, Ryan D.; Dohererty, Michael E. & Mynatt, Clifford R. (Eds.). (1981). *On scientific thinking*. New York: Columbia University Press.
- White, John G., Southgate, Eileen, Thomson, J. N. & Brenner, Sydney (1986). The structure of the nervous system of the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Philosophical Transactions of the Royal Society London, B* 314, 1-340.
- Whitehead, Alfred North & Russell, Bertrand (1935). *Principia mathematica* (2<sup>nd</sup> ed., Vol. 1) Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Wickelgreen, Wayne A. & Norman, Donald A. (1966). Strength models and serial position in short-term recognition memory. *Journal of Mathematical Psychology*, 3, 316-347.
- Wundt, Wilhelm (1921). *Logik*. 4<sup>th</sup> ed. Stuttgart: Enke.



#### GERD GIGERENZER

Director, "Center for Adaptive Behavior and Cognition", y "Harding Center for Risk Literacy", Max Planck Institute for Human Development, Berlin.

#### THOMAS STURM

Investigador Ramon y Cajal, Dept. de Filosofia, Universitat Autònoma de Barcelona.

#### AGRADECIMIENTOS

Agencia de patrocinio: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften; Max Planck Institute for Human Development

#### DIRECCIÓN DE CONTACTO

tsturm@mpiwg-berlin.mpg.de

#### FORMATO DE CITACIÓN

Gigerenzer, Gerd y Sturm, Thomas (2011). ¿Herramientas=teorías=datos? Sobre cierta dinámica circular en la ciencia cognitiva. *Quaderns de Psicologia*, 13(2), 35-61. Extraído el [día] de [mes] del [año], de <http://www.quadernsdepsicologia.cat/article/view/949>

#### HISTORIA EDITORIAL

Recibido 14/04/2011  
Aceptado: 29/05/2011