

aspirar a capturar lo que es el dolor. Lo menos que puede decirse, es que Putnam nos entrega un programa de análisis funcional de los conceptos mentales que no resulta recomendable a la luz de los escasos cuanto fallidos intentos de proveer análisis “en parte” de conceptos o predicados mentales.

Las acusaciones comunes de periferalismo, de incompletud, de carencia de explicatividad y, por tanto, de ser sólo un programa, pueden aplicarse con facilidad al funcionalismo de Putnam. Hay dos objeciones más que quiero mencionar: una, que no resultan convincentes las razones de Putnam para rechazar la identidad mente-cuerpo; la otra, que no es claro por qué no aplica Putnam su teoría de las clases naturales a predicados mentales como “dolor”.

Ambas objeciones apuntan en la misma dirección. Si “dolor” fuese un predicado abierto cuya naturaleza estuviera por determinarse, bien podría ser que esa naturaleza resultara idónea con algo corpóreo. Por otra parte, la realización variable de los estados funcionales no necesita excluir una identidad particular mente-cuerpo, según ha señalado D. Lewis. Por cualquiera de esos caminos, o por ambos a la vez queda abierta la posibilidad de una teoría funcional, y a la vez la de una identidad mente-cuerpo.

En fin, el lector encontrará en estos ensayos una exposición concisa y honesta de problemas filosóficos cruciales, con argumentos y objeciones adultas que lo estimularán a pensar por sí mismo estos fascinantes tópicos.

ENRIQUE VILLANUEVA

Douglas Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*. Nueva York: Basic Books, 1979, 742 pp.

En 742 páginas de apasionantes discusiones, descripciones, sugerentes diálogos a la manera de Lewis Carroll, llenos de sorpresas, tanto por el manejo verbal como por la manera de presentar las ideas, Hofstadter realiza la hazaña de presentarnos un material sumamente abstracto —el teorema de Gödel (1931) sobre la esencial incompletabilidad de cualquier sistema formal lo suficientemente fuerte para formalizar en él la teoría elemental de los números, así como muchas de sus implicaciones—, de manera tal que la lectura del mismo produce no tan sólo un goce intelectual, sino también uno estético. La meta de Hofstadter, sin embargo, *no* es la de presentar tan sólo el teorema de Gödel, sino que esto le sirve de punto de partida para formularse serias y profundas cuestiones acerca de la posibilidad de definir “inteligencia” de manera tal que la misma caracterización pueda servir de guía en el avance del programa que

se han trazado, entre otros, Marvin Minsky y su grupo en MIT, para construir máquinas “inteligentes” o la llamada “inteligencia artificial”. Acerca de esto, Hofstadter nos dice:

Las computadoras, por su naturaleza misma, son las bestias más inflexibles, carentes de deseos, seguidoras de reglas. Por rápidas que sean son, sin embargo, el epítome de la inconsciencia. Entonces, ¿cómo puede programarse la conducta inteligente? ¿No es ésta la más flagrante de las contradicciones? Una de las tesis centrales de este libro es que ésta no es, en manera alguna, una contradicción. Uno de los propósitos centrales de este libro es animar a cada lector a enfrentarse a la aparente contradicción, a que la saboree, a que la analice, a que se empape en ella de tal manera que, al final, el lector pueda surgir con nuevas ideas acerca del abismo aparentemente insalvable entre lo formal y lo informal, lo animado y lo inanimado, lo flexible y lo inflexible.

Esto es todo lo que es la investigación de la inteligencia artificial (IA). Y el extraño sabor que tiene el trabajo en IA es que la gente intenta reunir largos conjuntos de reglas en formalismos estrictos que les dicen a las máquinas inflexibles cómo ser flexibles (p. 26).

Para llevar a cabo sus programa, Hofstadter se pregunta lo que es el significado, por la naturaleza de las emociones y, en general, pasa revista a la gama de estados y situaciones que rodean de manera sumamente compleja la conducta que denominaremos *inteligente*. Su libro, hay que decirlo desde ahora, *no* es un libro de respuestas, pero es enormemente rico en sugerencias y propuestas, que quedan abiertas a la discusión.

En alguna ocasión R. Xirau llegó a preguntarse por qué se afirma que es como “una novela” un libro que se lee con atención y gusto de principio a fin. Ciertamente hay novelas malas. La forma como aquí podríamos caracterizar el libro que comentamos es que una novela, buena e interesante, se podría leer como este libro.

En el título se mezclan nombres conocidos en matemáticas, pintura y música. Pero en él no se habla de cualquier matemático, pintor o músico interesado en los fundamentos de su ciencia o arte, sino de tres autores que, según lo señala y demuestra Hofstadter, están unidos por un tema común: la figuración en sus obras respectivas de “circuitos extraños” (“*strange loops*”) o los circuitos o lazos que surgen de la auto-referencia; para presentar esto de manera más general, dejemos que sea el mismo Hofstadter quien nos explique:

El fenómeno de “circuito extraño” se presenta cuando quiera que moviéndonos hacia arriba (o hacia abajo) por los niveles de al-

gún sistema jerárquico, inesperadamente nos encontramos una vez más en nuestro punto de partida (p. 10).

Veamos, ahora, los casos particulares. El teorema de Gödel tiene, como elemento central, la formulación de una oración, *expresable* en el sistema mismo que se estudia, que dice, *de ella misma*, que *no* es demostrable en el sistema; esto es, que no es un teorema del mismo. Para que el lector aprecie los problemas a los que puede conducir este caso especial de circuito extraño de auto-referencia, le pediremos que examine cuidadosamente la siguiente oración (cuyo nombre es (A)):

(A) A es falsa

y que intente, ahora, determinar si la misma es verdadera o es falsa. (A) *no* es la oración de Gödel que tiene implicaciones mayores y diferentes, pero sirve como ejemplo de oración creadora de un circuito extraño y de algunas cosas más. (¿Puede ver el lector que en (A) anida un infinito número de oraciones?)

Para mí, las realizaciones visuales más bellas y poderosas de esta noción de circuitos extraños existe en la obra del artista gráfico holandés M.C. Escher, quien vivió de 1902 a 1972 (p. 10).

En Escher, Hofstadter encuentra el fenómeno de los circuitos extraños en sus múltiples dibujos que muestran situaciones "imposibles", pues en ellas, por ejemplo, se sale y se llega al mismo punto *siempre* subiendo o *siempre* bajando (recuérdense, entre otros de sus cuadros, *La cascada* o *Subiendo y bajando*).

Finalmente, Hofstadter encuentra circuitos extraños en la obra de Bach; en particular, el quinto canon del primer grupo de cánones de *La ofrenda musical* le sirve como un bello ejemplo, pues en él, el tema principal (el Tema Real, propuesto a Bach por Federico el Grande de Prusia) se presenta y desarrolla en un tono (Do menor) para luego volver a aparecer en tonos cada vez más altos hasta volver, al fin, a la misma tonalidad de Do menor, pero esta vez una octava más alta.

Hofstadter nos dice:

He intentado tejer una Eterna Trenza de Oro a partir de estos tres cabos: Gödel, Escher, Bach. Comencé pretendiendo escribir un ensayo en cuyo centro estuviese el teorema de Gödel. Lo imaginé como un simple folleto. Pero mis ideas crecieron como una esfera y pronto tocaron a Bach y a Escher. Me llevó algún tiempo decidirme a hacer explícita esta conexión, en lugar de dejarla

tan sólo como una fuerza motivadora privada. Pero, finalmente, me di cuenta de que, para mí, Gödel, Escher y Bach eran sólo sombras que, en diferentes direcciones, arrojaba una esencia sólida central. Intenté reconstruir el objeto central y tuve como resultado este libro (p. 28).

En algún sentido bastante claro, el libro mismo forma parte y crea un circuito extraño al ser un libro inteligentemente escrito en el que se alude a cosas inteligentes. Dentro del mismo surgen otros lazos extraños más, aparte de los señalados, y esto nos da un infinito juego de espejos en el que penetramos y del que difícilmente podemos salir. Por otra parte, al salir, podemos apreciar desde nuevas perspectivas los dibujos de Escher y la música de Bach, gracias al conocimiento que Hofstadter tiene de estas obras y a la manera como nos las presenta en nuevas relaciones.

¿Cómo logra Hofstadter la hazaña que hasta aquí hemos descrito? La obra tiene una estructura poco convencional. Antes de comenzar cada uno de sus 20 capítulos, el autor nos ofrece un diálogo —primeramente sólo entre Aquiles y la Tortuga, pero a medida que se avanza en el libro aparecen más personajes en los diálogos; para ser precisos, diré que en el primer diálogo figura también Zenón, el creador de los otros dos personajes; en los siguientes el peso de la discusión recae sólo en Aquiles y en la Tortuga. El segundo de los diálogos que Hofstadter nos presenta es “What the Tortoise said to Achilles” [“Lo que la Tortuga le dijo a Aquiles”] de Lewis Carroll— en el que se presentan, de manera intuitiva, las ideas que en el capítulo correspondiente se discutirán con mayor rigor y precisión. Los aspectos técnicos en este libro se reducen al mínimo necesario para el autor a fin de dar claridad a sus ideas y cumplir con sus propósitos; lo que esto quiere decir es que el lector *no* se topará con un libro plagado de simbolismo lógico-matemático; el que aparece podrá dominarlo con un esfuerzo moderado.

Además, en los diálogos referidos, hay una serie de elementos estéticos y temáticos que hacen que uno los disfrute grandemente y la estructura de los mismos esconde complejidades que rebasan lo que se muestra en ellos. Hofstadter es plenamente consciente de esto y, a lo largo del libro, tanto la estructura de los diálogos como su contenido son objeto de comentarios que hace sobre los mismos. Uno verdaderamente sorprendente es el que lleva por título “Crab Canon” (“Canon del Cangrejo”) en donde la estructura es de neto espíritu palindrómico —el diálogo acaba por donde comienza—, o bien, es un palíndromo pleno si, en lugar de tomar letras como unidades últimas, tomamos líneas completas; sin embargo, al salir del centro mismo del diálogo —donde súbitamente aparece y desaparece

el Cangrejo como personaje (primera aparición en un diálogo, aun cuando en diálogos anteriores ya se había aludido a él)—, los parlamentos cambian de personaje: lo que Aquiles había dicho de entrada ahora lo dice la Tortuga de salida y a la inversa. Así pues, tenemos introducciones llenas de agudeza e ingenio a temas que han sido objeto de profundas discusiones en los últimos años. En los capítulos estos aspectos los discute Hofstadter con una energía juvenil que los muestra como los temas vivos y apasionantes que son.

Los temas que se discuten, además del ya señalado teorema de Gödel, nos llevan desde la consideración de un hormiguero, desde el punto de vista de la informática (el tema lo recuerdo tratado con agudeza similar por Lewis Thomas), hasta las discusiones contemporáneas de los biólogos moleculares acerca del ADN y la investigación actual en los terrenos de la inteligencia artificial. En todos estos casos, la técnica de Hofstadter es la de analizar sus diferentes objetos de estudio a través de diversos *niveles de descripción*: desde uno en que se describen las unidades básicas de los mismos y sus interacciones recíprocas, hasta llegar a niveles más elevados y abstractos en los que se presentan y discuten semejanzas y diferencias entre ellos. Hofstadter logra, incluso, introducir dentro de este ya muy rico panorama, la filosofía zen —aun cuando no sea su interés hacer un estudio de la misma.

El intento de Hofstadter es el de encontrar hilos conductores en la maraña ordenada que es la mente humana (generadora de circuitos extraños); estos hilos son muchos, el enredo es mayúsculo, o ambas cosas, pero *Gödel Escher, Bach* nos abre pasadizos, nos muestra la posibilidad de desatar algunos nudos y, en general, nos descubre que es posible que nos preguntemos por el misterio mayor, más cercano a nosotros mismos y que siempre se ha mostrado tan esquivo a ser revelado: nuestra propia mente. Si bien es cierto, según ya lo he señalado, que no encontraremos demasiadas respuestas en el libro, éste nos abre la posibilidad de encontrar formas plausibles y concretas de formular las preguntas.¹

Para concluir, quisiera señalar una inexactitud que figura en la p. 393. Allí tenemos uno de los diálogos entre Aquiles y la Tortuga en el que el primero pregunta:

Aquiles. —Dígame, ¿cuándo fue que Bach escribió estas famosas variaciones [Goldberg]?

¹ Quien desee leer la Introducción al libro y el primer diálogo del mismo, puede encontrarlos, en una muy buena traducción de Antonio Alatorre, en *Ciencia y Desarrollo*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; México, mayo-junio 1980, núm. 32, año VI, pp. 89-107. Agradezco a A. García Díaz el haberme dado a conocer el libro aquí comentado.

Tortuga. —Todo sucedió en el año de 1742 cuando él era Chantre en Leipzig.

Aquiles. —¿1742? Hmmm... Ese número me trae algo a la cabeza.

Tortuga. —Debe hacerlo, pues sucede que es un número bastante interesante, ya que es la suma de dos números primos, a saber, 1729 y 13.

Luego la conversación girará en torno a la llamada “conjetura de Goldbach” —como parece ya sugerirlo la última intervención de la Tortuga—, que señala que cualquier número par mayor que 2 es la suma de dos números primos; esto es, de números que sólo son divisibles exactamente por ellos mismos y por uno. Lo que aquí quiero señalar es que 1729 *no* es primo, como lo dice la Tortuga, pues es el producto de otros tres números, éstos ciertamente primos, que son 7, 13 y 19, mismos que son divisores de 1729. Este último número se localiza entre los primos 269° y 270° en la ordenación de éstos y que son, respectivamente, 1723 y 1733; por estas razones, la afirmación de la Tortuga debe modificarse. Dos posibilidades de hacerlo, son las siguientes: 1742 es la suma de dos números primos que son 1723 y 19 (los primos 269° y 8° , respectivamente) o bien es la suma de 1699 y 43 (los primos 266° y 14° , respectivamente); muchas otras posibilidades quedan aún (23 más). Lo que ciertamente hace interesante al número 1729 es la anécdota que Hardy ha referido acerca de su relación con Ramanujan y que Hofstadter transcribe en la p. 564. No resisto la tentación de presentarla aquí. Hardy nos dice:

Recuerdo una vez que fui a visitarlo [a Ramanujan] cuando se encontraba enfermo en Putney. Yo había viajado en el taxi número 1729 y le hice la observación de que el número me parecía bastante aburrido y de que esperaba que esto no fuera un presagio desfavorable. “No”, contestó, “es un número muy interesante; es el menor número que es expresable como una suma de dos cubos, de dos maneras diferentes.” Naturalmente le pregunté si conocía la respuesta al problema correspondiente para potencias cuartas, y luego de pensarlo un momento, replicó que no podía ver ningún ejemplo obvio y que creía que el primer número así debía ser bastante grande.

J. A. ROBLES