

**Luis Camacho. *Introducción a la lógica*,
1a. ed. Cartago, Costa Rica: Libro Universitario
Regional, 2003, 256 pp. ISBN: 9968-801-13-5**

Me siento muy honrado de formar parte de los comentadores de este libro del Dr. Luis Camacho. Como es usual, esta obra pone de manifiesto el estilo de autor. Destaca la sencillez y claridad con la que aborda problemas complejos, procurando presentar las características principales de cada uno de los temas, sin por ello dejar de ser profundo en el abordaje.

Este libro presenta mejoras significativas respecto a la edición anterior, con el mismo título, publicado por el autor. El que aparezca como una primera edición sugiere que el autor la considera como una reelaboración casi en su totalidad de la anterior. Y efectivamente, es mucho más completa y más detallada.

En el reducido espacio establecido para esta reseña, quisiera referirme a tres aspectos del libro que comentamos. Los dos primeros tienen que ver con la definición de lógica como "teoría de la inferencia" (pág. 22), y la tercera con el análisis que se hace de los denominados "argumentos por analogía" (pág. 139-146).

1. El "objeto" de la lógica. Como señala el autor, desde el tiempo de Aristóteles la lógica ha tenido como objeto la determinación de la validez o no de los razonamientos. En este sentido, la lógica tiene que ver con el establecimiento de un conjunto de procedimientos para determinar cuándo un conjunto de oraciones o enunciados forman un razonamiento y bajo qué condiciones podemos decir que éstos son válidos. Sin embargo, en los

últimos 50 años, claramente se observa una tendencia a recurrir a la lógica con otros objetivos. Uno de los campos más desarrollados actualmente es el de los estudios de las lenguas naturales. Fue Chomsky el que primero introdujo modelos formalizados para estudiar las propiedades de estas lenguas. Su objetivo fue encontrar una definición recursiva de una oración en el lenguaje natural. Desarrolló, a partir de la teoría de los semigrupos, una clasificación de los lenguajes y gramáticas según sus propiedades formales. Este enfoque, muy influyente, presentaba algunas limitaciones, siendo la principal de ellas la dificultad de introducir una teoría semántica que explicara el significado en el lenguaje natural. Katz y Fodor introdujeron, entonces, una teoría del significado, que tomaba como entradas las estructuras sintácticas y les asociaba el correspondiente significado. Esta teoría recurría a un conjunto de conceptos semánticos, denominados "indicadores semánticos", con base en los cuales explicaba el significado de la oración. Para cada oración con significado existe al menos un conjunto de indicadores semánticos que constituyen su significado.

Esta teoría, como la vieron los partidarios, no permitía explicar las condiciones bajo las cuales una oración es verdadera o falsa. Es así como muchos lógicos comenzaron a desarrollar teorías que les permitieran comprender, desde el punto de vista de las condiciones de verdad, el lenguaje natural. Una de las teorías más generales que

se han propuesto ha sido la de Richard Montague, quien recurrirá a tres etapas en el análisis de una lengua natural. La primera es la construcción de una gramática categorial, inicialmente, desambiguada. A partir de aquí, se define un esquema de traducción a un lenguaje lógico (lógica de predicados cuantificada intensional), de donde, finalmente, las distintas oraciones lógicas reciben una interpretación semántica en términos de una teoría de modelos.

En este caso, el objetivo principal no era el estudio de la inferencia lógica, sino más bien, la comprensión (representación), la explicación y la modelación. Constituye éste un campo muy importante de investigación en este momento, y debería reconocerse como uno de los campos de la lógica. Se trata en este caso de utilizar la capacidad expresiva de los lenguajes lógicos con este propósito. Como señala don Luis, este es un movimiento que inicia con Leibniz, y que adquiere en el siglo XX ciudadanía propia.

2. Sobre la extensión de la inferencia.

Cuando se refiere al tipo de inferencias, el Dr. Camacho menciona tres clases generales: la deductiva (inferencias necesarias), la abductiva (que quizá podría definirse como el proceso de inferir, a partir de los efectos, las causas), y la inductiva (como inferencia probable) (pag. 49). Por lo menos, teóricamente, a cada una de estas clases corresponde un conjunto de criterios para determinar razonamientos válidos e inválidos. Estas tres clases parecen, efectivamente, que completan el tipo de inferencias que podemos encontrar. Sin embargo, hilando un poco fino, quizá más allá del ámbito de una introducción a la lógica, uno encuentra, en primer lugar, ámbitos en los cuales la distinción no es tan clara. Tal es el caso del cálculo de probabilidades. Como se sabe, la teoría de las probabilidades puede ser formalizada y convertida en un sistema deductivo. Tanto Popper como von Mises y muchos otros han presentado, no solo formalizaciones de este campo, sino también interpretaciones diferentes. Pero, por el otro lado, se trata claramente del establecimiento de condiciones para la inferencia probable, es decir, inductiva, según la definición dada. Y en segundo lugar, resulta interesante preguntarse por el *status* de las inferencias

estadísticas, es decir, aquellas en las que interesa el estudio de cómo un conjunto de propiedades se distribuye en una población. Podría pensarse que se trata de inferencias probables, sin embargo, algunas formulaciones, como la genética de poblaciones parecen tener la fuerza de regularidades, (por ejemplo, la denominada ley Harly-Weinberg, sobre la proporción de distribución de genes en un población durante varias generaciones), aunque bajo ciertos supuestos.

Estas dos observaciones tienen por objeto, propiciar la discusión sobre los alcances, primero, de la lógica como teoría de la inferencia, y sobre las posibles limitaciones de una clasificación de los tipos de inferencia propuesta en el libro que comentamos, en la que se presentan como si se tratará de compartimentos excluyentes.

3. La analogía. No ahonda mucho el autor en este intrigante fenómeno. Es justa la afirmación de que el razonamiento por analogía es el que más frecuentemente utilizamos. Es igualmente correcta la afirmación de que la analogía es uno de nuestros medios favoritos para comprender o familiarizarnos con un ámbito determinado. Tal es el caso de los ejemplos comentados por el autor en relación con la propuesta inicial de Niels Bohr o la de Lord Kelvin sobre la estructura del átomo. Sin embargo, el objetivo principal de este recurso en los dos casos citados (aunque existen, claramente, muchos más), es más bien la comprensión de un fenómeno más que la inferencia propiamente tal. Se trata en este caso de un importante recurso para la solución de problemas o para la comprensión de una situación nueva. Ahondemos primero sobre la estructura de la analogía.

Como bien señala el autor, la analogía puede verse como una relación (o función) entre dos eventos, situaciones, entidades, etc. Una de ellas es utilizada como fuente, y la otra como meta. Se trata siempre de establecer una relación de similitud o "parecido" entre las dos situaciones. El concepto de similaridad puede ser de dos tipos: funcional, es decir, poniendo énfasis no tanto en la estructura como en el funcionamiento de la situación, el ente, etc. La segunda es por similitud estructural. Es decir, encontramos características estructurales similares entre las dos situaciones.

Puede darse, claramente, el caso de que se busquen correspondencias tanto a nivel de estructura como de funcionamiento. El concepto fundamental aquí es el de mapeo (denominado *cuasi-morfismo*) entre las dos situaciones.

En este tipo de analogías, la inferencia se subordina a la comprensión o la solución de un problema. Se trata de múltiples inferencias que permitan establecer la legitimidad del mapeo de una situación en la otra. Los dos esquemas presentados en la página 141 no hacen justicia a esta importante función de la analogía. Es decir, el énfasis en los aspectos inferenciales impide señalar el papel central que cumple la analogía en el proceso de descubrimiento y de comprensión.

Otro aspecto relacionado con la analogía es la posibilidad de hacerla explotar. Veamos, brevemente, un caso en cuestión. Señala el autor que "la analogía sirvió al principio de las investigaciones sobre la estructura del átomo". La analogía a la que alude el autor es la del átomo como un pequeño sistema solar. Es decir, entender la estructura y funcionamiento del átomo de manera análoga a cómo funciona el sistema solar.

Algunas similitudes entre ambas entidades:

1. Ambos poseen un elemento central (sol, núcleo).
2. Ambos tienen un conjunto de elementos (planetas, electrones) que giran alrededor del elemento central.
3. Los planetas (electrones) posee cierta fuerza (carga) o balance que los mantiene girando alrededor de su centro.

El proceso de hacer explotar la analogía, se puede establecer en dos etapas. La primera que tiene que ver con las diferencias que encontramos cuando se hace una comparación más detallada entre ambos sistemas, y la segunda que se halla relacionada con el proceso de profundización del conocimiento sobre la estructura del átomo*.

Diferencias por comparación

1. Los electrones están ordenados en orbitales denominados K, L, M, N, cada uno de los cuales posee un número determinado de

electrones. Cada uno de los planetas posee una órbita, que no es compartida por ningún otro planeta.

2. Si hacemos la conversión a metros, el diámetro del núcleo de un átomo es del orden de 10^{-15} m. El diámetro medio del sol, por otro lado, es del orden de $6,98 \times 10^8$ m. Si proyectáramos a escala el diámetro del núcleo respecto al del sol, encontraremos que el núcleo alrededor de 10 millones de veces mayor que el sol.
3. Si hacemos la conversión a metros, el diámetro del átomo es de 10^{-11} m. Como puede observarse, el diámetro del átomo es una diezmilésima parte de diámetro del átomo. Si proyectamos a escala el diámetro del átomo, respecto a las órbitas de los planetas encontramos que la órbita de Plutón, se encontraría más de 100 veces más cerca del sol que la órbita de electrones de la capa más externa del átomo lo está del núcleo, mientras que la órbita de la tierra se encontraría casi mil veces más cerca del sol (núcleo) que la órbita más externa del átomo.

Diferencias por profundización del conocimiento

Conforme se profundiza en el conocimiento de la estructura de la materia, se da un proceso de alejamiento de este modelo inicial, que acaba por romper la analogía anterior, y da origen a otras formas de representación, es decir, otra nueva analogía expresada ahora en términos de la función onda, primero con de Broglie y posteriormente con Schrödinger. Algunos hallazgos son los siguientes:

1. Los electrones no están inmovilizados dentro del orbital, sino que pueden saltar de un orbital a otro, lo cual lleva al concepto de nube electrónica.
2. Los electrones se pueden arrancar, o desprender; se pueden acelerar o desacelerar.
3. El núcleo no tiene una forma regular o simétrica, sino, por el contrario, presenta una forma irregular y, en sentido estricto, amorfa.
4. La distribución de la carga en el núcleo no es uniforme. A partir del advenimiento de la

teoría de los *quark*, se ha inferido que la carga de los distintos *quark* se encuentra fragmentada y en proporciones diferentes.

Sin embargo, una de las características generales que encontramos en este ejemplo, es la constante recurrencia a fuentes a nivel macro para procurar comprender lo micro, y ésta tiende a expresarse muy frecuentemente en forma de analogías.

De esta manera, podemos extender las diferencias entre las situaciones de una analogía, hasta un punto en que ésta explote. Desde el punto de vista pedagógico, el hacer explotar analogías constituye un ejercicio muy importante para posibilitar el ir más allá de la situación fuente. Finalmente, es importante señalar que una vez logrado un conocimiento nuevo, se puede utilizar éste como fuente para la construcción de una situación nueva (una nueva analogía) de manera que se pue-

da avanzar en forma dirigida hacia un conocimiento cada vez más alejado del punto de partida. Esta aproximación es particularmente importante en los enfoques pedagógicos constructivistas las cuales parten de lo conocido a lo desconocido. Con estos ejemplos he querido rescatar la función fundamental de la analogía no tanto como inferencia, sino más bien como herramienta de comprensión y como estrategia de solución de problemas.

Nota

- * Deseo agradecer al profesor Warner Chaves de la Escuela de Física del Instituto Tecnológico de Costa Rica, por haber discutido conmigo este caso y por las interesantes sugerencias que hizo para mejorar este ejemplo. Igualmente un agradecimiento al profesor Alvaro Zamora por la exhaustiva revisión hecha a este pequeño ensayo.