

CAPÍTULO 12

LA LÓGICA MODAL Y LA TEORÍA DE LOS MUNDOS POSIBLES

Julia Lasarte

El propósito de este capítulo es analizar los mecanismos subyacentes que operan en todo dispositivo digital, en el marco de las nuevas maneras de generar, consumir e interactuar con la realidad y la información que proponen las tecnologías de la información y la comunicación contemporáneas.

Para esto, comenzamos analizando las bases técnicas de nuevas comunicaciones, desarrollando en particular la lógica que en ellos opera y los problemas e interrogantes que generan. En este sentido, para que un programa opere inteligentemente a partir de ciertos datos de entrada, este debe tener una representación del mundo capaz de funcionar como estructura a partir de la cual estos datos son interpretados. Esto implica un compromiso con el carácter del conocimiento y cómo es obtenido. Es nuestra intención deshacer analíticamente estas redes que operan dentro de los dispositivos, en todos sus estratos: de abajo hacia arriba, tanto su lógica como su interfaz y la interacción con el usuario.

Finalmente, a través del análisis de la realidad virtual pretendemos reconocer la naturaleza de los nuevos medios, tratando de encontrar categorías propias de su lenguaje, en lugar de utilizar las normas tradicionales. El propósito es poner en diálogo tanto la interfaz cultural como la interfaz digital, reflexionando acerca del papel de la interfaz como modelo o universo y sus problemáticas.

Los nuevos medios

Actualmente, nos encontramos en constante interacción con aquello que se llama “los nuevos medios”: nos comunicamos a través de *smartphones*,

escribimos en computadoras, escuchamos y creamos música a través de reproductores digitales y vemos películas en reproductores de DVD. Pero también, nuestra interacción con los “viejos medios” se encuentra mediada por los dispositivos digitales y estos objetos culturales se ven afectados por los principios subyacentes a los nuevos medios: la representación numérica, la modularidad, la automatización, la variabilidad y la transcodificación (Manovich, 2001).

Así, este viraje de los “viejos medios” a los “nuevos medios” implica mucho más que un simple cambio de soporte, implica un cambio de *lógica*. Mientras nosotros interactuamos -normalmente- con representaciones cercanas a nuestro mundo cultural, aquello que vemos, internamente se representa con la lógica subyacente de los medios digitales. Nosotros observamos información dispuesta de manera que podamos comprenderla, “imágenes compuestas de objetos reconocibles, archivos de texto compuestos de oraciones y espacios virtuales definidos por los ejes cartesianos” (Manovich, 2001), pero internamente, la representación de estos datos en una computadora¹ se representa de manera que la *computadora* pueda entenderla: variables, arreglos, grafos², datos que pueden ser representados con una lógica numérica.

En algunos casos, esta relación parece ser natural: una imagen se representa como un *mapa de bits*, un texto se representa como una lista de caracteres y, a su vez, cada carácter tiene una representación numérica que permite a la computadora almacenarlos, operar sobre ellos y representarlos en una interfaz de manera que podamos comprenderlos.

En otros casos, esta relación es más compleja y genera interrogantes. Hasta ahora hemos hablado de representar objetos, pero ¿Qué sucede cuando debemos representar *conocimiento* en la lógica digital?

Nuestra relación con lo que conocemos y sabemos, con el conocimiento e universo que construimos, es ambigua y plagada de incertidumbre, ¿cómo puede representarse esta relación en los nuevos medios? ¿Cómo es la lógica que nos permitirá representar la manera en que entendemos y construimos la realidad y el conocimiento en estos nuevos medios?

Es nuestra intención abordar estas cuestiones, atravesando las *capas* que componen los nuevos medios y como la lógica de nuestro pensamiento y lenguaje natural puede traducirse a la lógica subyacente en los nuevos medios.

Nivel 0: la lógica formal. La lógica tradicional o proposicional

Normalmente, toda comunicación es realizada utilizando el lenguaje natural, cualquiera que este fuese. Este lenguaje natural, en nuestro caso el castellano, está constituido por un conjunto de símbolos y otro de reglas para manejarlos: el léxico y la sintaxis.

Sin embargo, todo lenguaje natural es el producto de cientos de años de evolución y su riqueza y capacidad expresiva dificultan que lo que expresamos tenga un sentido unívoco. Piénsese en una figura retórica como la ironía donde lo que comunicamos es, en efecto, *lo contrario* a lo que decimos.

Por este motivo, las ciencias construyen lenguajes artificiales que asignan a sus símbolos, su léxico, significados unívocos y que utilizan reglas sintácticas precisas. El objetivo es, en esencia, ganar exactitud y seguridad a costa de perder riqueza y expresividad.

Uno de estos lenguajes artificiales es el lenguaje de la lógica formal. La lógica se encuentra, justamente, en las bases de todo dispositivo digital y a través de sus posibilidades y limitaciones se crea todo lo que una computadora puede *pensar*.³

Actualmente, la lógica es tanto una rama de las matemáticas como de la filosofía. Los lenguajes formales y los sistemas deductivos son elementos de la matemática y los lógicos trabajan sus propiedades matemáticas y relaciones. Dentro de la filosofía, la lógica se encarga de estudiar el razonamiento y su grado de corrección.

En la lógica proposicional, tenemos aserciones atómicas –átomos- y aserciones compuestas –proposiciones- que se construyen uniendo los átomos a través de conectores lógicos: *y*, *o*, *no*, *implicación* y *equivalencia*. Las aserciones atómicas son interpretadas como verdaderas o falsas y, una vez

que han sido interpretadas, el valor de verdad de la proposición puede ser evaluado (Gallier, 2003).

Como vemos, la lógica tradicional o proposicional se encarga mayoritariamente de las proposiciones y su valor de verdad, utilizando para esto un lenguaje formal.

Consideremos las siguientes proposiciones: “*Juan es maestro*”, “*Juan es rico*” y “*Juan es estrella de cine*” que llamaremos p , q y r .

Consideremos ahora las siguientes proposiciones compuestas: *Es falso que “Juan es maestro” y “Juan es rico”*. Si “*Juan es estrella de cine*” entonces “*Juan es rico*”.

Si queremos saber si estas proposiciones implican que es falso que “*Juan es rico*” esto implica demostrar que $(p \wedge \neg(p \wedge q) \wedge (r \supset q)) \supset \neg r$, en el lenguaje formal, es una tautología⁴.

En esencia, esta es la tarea principal de la lógica tradicional: el trabajo sobre las *tautologías*. Es decir, proposiciones que formalmente son necesarias y universalmente verdaderas.

La lógica tradicional no contempla la incertidumbre ni la contingencia, dada una proposición, esta puede ser verdadera o falsa y este valor de verdad debe desprenderse necesariamente de las premisas y ser *universal*. Así, la lógica tradicional no examina, en esencia, algunos de los mecanismos más básicos del pensamiento: la creencia, la incertidumbre o la posibilidad. Algunos de estos mecanismos serán abordados por otro tipo de lógica, conocido como *lógica modal*.

La lógica modal

Los primeros registros de una discusión sistemática de la lógica modal se encuentran en Aristóteles, en *De interpretatione*. Después de Aristóteles otros filósofos como Megarias y Ockhalm contribuyeron al desarrollo de la lógica modal. Finalmente, después de un período de relativo estancamiento, las

contribuciones más modernas a la lógica modal fueron realizadas por S. Kripke, aunque anticipadas por S. Kanger y J. Hintikka (Zalta N., 1995)⁵.

La lógica modal es el estudio de las proposiciones modales y las relaciones que existen entre ellas. Considérese, por ejemplo, la afirmación “*Está lloviendo*”. ¿Cómo podemos saber si esta afirmación, esta proposición, es verdadera o falsa? ¿*Está lloviendo?* ¿*Sabemos que está lloviendo?* ¿*Creemos que está lloviendo?*

Todas estas modificaciones a nuestra afirmación original son lo que llamamos modalidades, indicando el “*modo* en que la afirmación es cierta”. (Zalta N., 1995)

Como vimos, la lógica proposicional se interesaba mayormente por formulas que son verdaderas sin importar el valor de las proposiciones. En cambio, en la lógica modal, la verdad de una afirmación es relativa al mundo en cuestión. Así, la lógica modal presenta dos operadores \Box y \Diamond . $\Box P$ se define como verdadero en un mundo donde P es verdadero para todos los mundos accesibles. Así, si P es verdadero en todos los mundos concebibles, $\Box P$ es verdadero, esto es: P es necesariamente verdadero. $\Diamond P$ es similar, aunque en este caso la modalidad es la posibilidad. Si $\Diamond P$ es verdadero en al menos un mundo accesible P será verdadero.

Los mundos posibles

Para entender la posibilidad y la necesidad en la lógica modal se emplea el concepto de “mundos posibles” presentado por primera vez por Kripke. Por ejemplo, pensemos en la afirmación “*No es posible que una persona viaje más rápido que la luz*”, esto es “*No existe mundo posible en el cual las leyes de la física se mantengan y alguien pueda viajar más rápido que la velocidad de la luz*”.

Ahora, supóngase que queremos pensar en una proposición que no es posible, pero que *podría haber sido posible*. En esencia: es posible que sea posible. ¿Cómo podemos decir esto en términos de un mundo posible? La manera que

Kripke definió fue decir: “ P es necesariamente verdadero en un mundo w si y sólo si P es verdadero en cada mundo accesible desde w ”⁶. La definición de accesible que usemos depende de la modalidad, siendo “concebible” una de las más comunes.

Sin embargo, la lógica modal requiere que estos mundos posibles sean consistentes. Por ejemplo, existe un mundo posible en el que esté lloviendo ahora en Buenos Aires, pero no existe un mundo posible que sea accesible donde $2 + 2 = 3$.

La idea de los mundos posibles ha tenido gran repercusión en discusiones del orden metafísico. Sin embargo, para los propósitos de este capítulo, cualquier cosa que pueda ser imaginada sin contradicción puede ser considerada un mundo posible válido⁷.

La lógica epistémica

La forma más simple de comprender los mundos posibles es la modalidad de la creencia. Imaginemos un individuo particular, llámese Juan. Decir que Juan cree X es decir que en los mundos que para Juan son accesibles, X es verdadero⁸.

Esta modalidad es la que desarrolla lo que se conoce por el nombre de lógica epistémica.

La lógica epistémica es una especialización de la lógica modal que comienza a desarrollarse a partir de la idea de que lo que expresamos en el lenguaje natural acerca del conocimiento y la creencia, como en el caso del ejemplo anterior, tiene cualidades sistemáticas que podemos desarrollar y trabajar. Este estudio se ha dado metódicamente desde 1960 (Where’s the Bridge? Epistemology and Epistemic Logic, 2006). Rudolf Carnap, Jerzy Los y Arthur Prior, entre otros, reconocieron que nuestro discurso acerca del conocimiento y la creencia tiene ciertas singularidades sistemáticas que pueden ser presentadas en un sistema deductivo-axiomático.

La lógica epistémica se encarga de la lógica del conocimiento y la creencia u opinión. En esencia, este tipo de lógica formal depende, semánticamente, de la información que tenemos del mundo y cómo esa información cambia a medida que compartimos lo que conocemos.

David Lewis lo explica así:

El contenido del conocimiento de un agente acerca del mundo está dado por los mundos que para él son epistémicamente accesibles. Estos son mundos que pueden, hasta donde sabe, ser su mundo. Un mundo W puede ser uno de ellos sí y solo sí, no sabe nada que implícita o explícitamente, elimine la posibilidad de que W sea el mundo en el que vive. (Lewis, 1986)

En este sentido, la idea de accesibilidad también suele entenderse como “confianza”. Es decir, *Juan cree X porque cierto mundo donde X es verdadero es accesible para él*. Este mundo puede significar instituciones o teorías en las que Juan confía para creer X . Es decir, si Juan confía en la física, la teoría del Bing Bang es accesible para él. En cambio, Juan no confía en la Cientología, entonces el mundo donde el Bing Bang no ocurrió no es accesible para él. Así, la lógica epistémica opera como una manera sistemática de encuadrar el problema de disminuir los mundos posibles que son compatibles con lo que una agente cree (Hendricks & Symons, 2006).

Aplicaciones de la lógica modal y la teoría de los mundos posibles

Hasta ahora hemos desarrollado algunos elementos de la lógica formal que modelan, de manera reducida, la forma en que comprendemos el mundo. Estos modelos se han desarrollado desde el campo de la filosofía, la matemática y la lógica formal, pero son las bases sobre las cuales los nuevos dispositivos intentan comprender el mundo y establecer un compromiso con una idea de conocimiento.

En la actualidad, de manera cada vez mayor, aparece la necesidad de que los dispositivos con los cuales interactuamos hagan más que recibir datos,

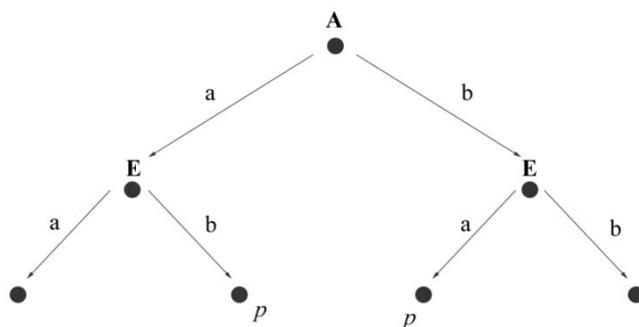
procesarlos y mostrarlos, hace falta que estas tecnologías *comprendan*. Que sean entidades inteligentes.

Un ejemplo de esto son los actuales esfuerzos por convertir la Web en una Web *semántica* (Decker, 1999; Lee-Berners, 1999). Esto es, una Web que no sólo aloje contenido, sino que sea capaz aunque sólo rudimentariamente, de comprenderlo y así facilitar búsquedas por parte de los usuarios⁹.

Otro ejemplo es el de la inteligencia artificial, particularmente en la teoría de los juegos.

Un juego –extremadamente simple- puede ser representado como una serie de movimientos *posibles* para cada jugador y cada movimiento posible, crea las condiciones de accesibilidad de un nuevo mundo posible.

Piénsese en un juego donde *A* y *E* son jugadores y *a*, *b* son los movimientos posibles que pueden realizar y una propiedad *p*- alguna condición particular, como la victoria- que se da sólo en dos de los posibles resultados¹⁰:



Analizándolo desde la perspectiva de la lógica modal, en un principio todos los mundos son accesibles. Es posible que *A* realice el movimiento *a* y que *A* realice el movimiento *b*, es decir tanto $\Diamond P$ como $\Diamond Q$ son posibles y a su vez, tanto *E* podría realizar el movimiento *a*, como *b* a partir de los movimientos de *A*. Una vez que *A* realiza un movimiento, hay mundos que ya no son accesibles, es decir que ya no son posibles.

Utilizando conceptos de la lógica modal se pueden computar, de acuerdo a los mundos posibles, cuáles serían las estrategias posibles para hacer accesible un mundo *W* donde se cumple la condición *p*.

Notas

¹ En adelante, en general hablaremos de computadoras en un sentido muy genérico. En realidad, está misma lógica subyacente se encuentra en casi cualquier dispositivo digital: computadoras personales, *smartphones*, consolas de video juegos, *handhelds*, reproductores digitales, *tablets*, etc.

² Estas representaciones tampoco son, en rigor, lo que una computadora puede “comprender”. Los arreglos, variables, grafos, bases de datos y otras representaciones similares son una capa de abstracción anterior a la representación interna de la computadora, utilizados para que los *programadores* puedan comprenderlos. En esencia, en la última capa de abstracción (en *software*), nos encontramos con datos puramente numéricos, representados en distintas variantes del sistema de numeración binario y almacenados en distintos puntos de la jerarquía de memoria.

³ A pesar de que actualmente se construyen estrategias crecientemente complejas para manejar algorítmicamente problemas como la inteligencia artificial, siempre y cuando se encuentre la lógica formal –o booleana– en las capas subyacentes, la lógica interna de una computadora está limitada a valores binarios y absolutos de verdad y falsedad.

⁴ Informalmente, esto puede demostrarse por contradicción. La proposición será falsa si la premisa $(p \wedge \neg(p \wedge q) \wedge (r \supset q))$ es verdadera y la conclusión $\neg r$ es falsa. Esto implica que r es verdadero. Como r es verdadero y $(r \supset q)$ es asumido como verdadero, q es verdadero y ya que p es asumido como verdadero $(p \wedge q)$ es verdadero, lo que es una contradicción, ya que $\neg(p \wedge q)$ es asumido como verdadero.

⁵ Para más información véase Hintikka, Jaakko (1962). *Knowledge and Belief*. Ithaca, N.Y., Cornell University Press.

⁶ Esta afirmación sólo es cierta si restringimos la relación de accesibilidad. Es decir, $\Box P$ es verdadero en un mundo w si cada mundo que es accesible desde w es un mundo en el que P es verdadero. Similarmente, $\Diamond P$ es verdadero en w si existe un mundo w' que es accesible desde w donde P es verdadero. $\Diamond\Diamond P$ será verdadero en un mundo w en el caso en el que exista un mundo w' , accesible

desde w en donde $\diamond P$ es verdadero. Así, para que $\diamond P$ sea falso y $\diamond\diamond P$ verdadero debe ser posible que w' sea accesible desde w y w'' accesible desde w' y no accesible desde w . En esencia, la relación de accesibilidad no debe ser transitiva. Si la relación es transitiva $\diamond\diamond P$ es equivalente a $\diamond P$ y $\diamond\diamond P \leftrightarrow \diamond P$ es una tautología.

⁷ Dentro de nuestra propia definición de accesibilidad, el hecho de poder pensarlo sin contradicción convierte a este mundo “accesible”, es decir, concebible y por ende, válido.

⁸ Nótese que este tratamiento de la creencia a través de la lógica modal es considerablemente más compleja que lo descrito en esta introducción, ya que se obvian problemas como el de la omnisciencia, que escapa los propósitos de este capítulo.

⁹ Si bien gran parte del tráfico actual de la web trabaja con el concepto de búsqueda, actualmente esto se lleva a cabo con técnicas –si bien algorítmicamente sofisticadas– del mecanismo de *string matching*. Esto es, si un usuario busca “Vuelos a Buenos Aire Mañana”, obtendrá resultados donde el texto de la página contenga esas palabras. Pudiendo ser tanto relevantes, como irrelevantes a su búsqueda.

¹⁰ Esta propiedad podría ser, por ejemplo, “sólo se puede cantar envidio en la primera mano”.

Bibliografía

- Decker, S. (1999). *Department of Computer Science, Faculty of Sciences, Vrije Universiteit Amsterdam*. En línea. Disponible en: <http://www.cs.vu.nl/~frankh/postscript/IJCAI99-III.pdf> [Consultado el 28 11 2012].
- Gallier, J. H. (2003). *Logic for Computer Science. Foundations of Automatic theorem proving*. Philadelphia: University of Pennsylvania.
- Hendricks, V. F. & Symons, J. (2006). *Where's the Brigde? Epistemology and Epistemic Logic*. Volume Edición especial de Philosophical Studies.

-
- Holliday, W. H. (2011). Epistemic logic and Epistemology. In: *The Handbook of Formal Philosophy*. Springer: Dordecht.
- Lee-Berners, T. (1999). *Weaving the Web*. London: Orion Bussiness Books.
- Lewis, D. (1986). *On the Plurality of Worlds*. Padstow: T.J International Ltd.
- Manovich, L. (2001). *The Language of New Media*. s.l.:MIT Press.
- Pietarinen, A. (2002). *The Semantic Web and Epistemic Logic*. s. l.: s. n.
- Searle, J. (1997). *The Mystery of Consciousness*. Londres: Granta Books..
- van Benthem, J. (2010). *Modal Logic for Open Minds*. 978157586-598-0 ed. Standford: CSIL Publications.
- Zalta N., E. (1995). *Basic Concepts in Modal Logic*. Strandford : Strandford University Press.