

Una interpretación física y neurológica del condicional o implicación material

Rafael Blanco Menéndez

Neuropsicólogo Clínico

Resumen

En este trabajo teórico analizamos los paralelismos físicos y neurológicos de la representación abstracta de la conectiva lógica conocida como condicional o implicación material. En particular, las consideraciones temporales y termodinámicas y sus paralelismos con el funcionamiento de las estructuras neurales que, hipotéticamente se encargan de su procesamiento neurocognitivo, son tomadas en consideración. Se analiza, además, la relevancia de las imágenes mentales en el ser humano y en los animales que poseen una temperatura corporal constante (homeotermia), como capaces de realizar un procesamiento de la información lógica en un nivel superior al de los animales poiquilotermos. Se analiza, finalmente, la pertinencia de dichas consideraciones anteriores, para disciplinas formales (Álgebra), naturales (Neurociencias y Neurología de la Conducta) y humanas (Derecho y sistemas normativos, en general).

Abstract

This theoretical research tries to analyze physical and neurological aspects of abstract representation of logical connective known as “conditional” or “material implication”. Particularly, temporal and thermodynamic considerations and their parallelisms with neural structure and function, hypothetically, dealing with their neurocognitive processing, are discussed. Also, relevance of mental imagery in humans and in animals with constant body temperature regulation (homeothermia), as being more capable of carrying out such logical information processing, in contrast with animals without such temperature regulation (poikilothermia). Finally, relevance of such theoretical considerations, for formal disciplines (Algebra), natural sciences (Neurosciences and Behavioural Neurology) and human disciplines (Laws and normative systems in general) is discussed.

Una interpretación física y neurológica del condicional o implicación material

Rafael Blanco Menéndez

Neuropsicólogo Clínico

El operador o conectiva de la Lógica proposicional bivalente conocido como “condicional” o “implicación material” tiene, aparentemente, la misma simplicidad lógica o matemática que cualquier otra conectiva análoga (negación, conjunción, disyunción, negación conjunta, bicondicional, incompatibilidad lógica, etc. Véase Inhelder y Piaget, 1955; Deaño, 1999; Falguera y Martínez, 1999; González Carlomán, 1991), además de constituir la base, probablemente única, de la inferencia en Lógica y Matemáticas (Martínez Salas, 1985), e incluso en las ciencias naturales parcial o totalmente formalizadas, como la Física Matemática, diversas partes de la Biología y de la Genética o, incluso, en disciplinas humanas, aparentemente tan alejadas, como los sistemas normativos y, especialmente, el Derecho (en todas sus ramas).

Esta aparente simplicidad formal resulta, cuando menos, engañosa, dada la aparición de frecuentes y curiosos errores en el procesamiento lógico de esta conectiva (véase Wason y Johnson-Laird, 1972; Blanco Menéndez, 2010).

A pesar de las consideraciones teóricas y experimentales, anteriormente mencionadas, cabe señalar que numerosos factores psicológicos (de la tarea, de la situación experimental, de la edad de los sujetos y de su nivel mental, entre otros) y neuropsicológico-cognitivos (lesiones cerebrales, condiciones médicas o psiquiátricas de los sujetos, etc.) (Oerter, 1975; Wason y Johnson-Laird, 1972; véase también González Labra, 1998 y desde una perspectiva neurocientífica y cognitiva, Blanco Menéndez, 2010) pueden actuar, facilitando o entorpeciendo el comportamiento experimental ante tareas que exploran la comprensión de este operador lógico (especialmente, la “tarea de selección de Wason”; véase O’Brien, 1995; Holyoak y Cheng, 1995; Tooby y Cosmides, 1989 a y b- véase también la explicación que, sobre el “test de la Torre de Hanoi”, realizamos por nuestra parte en algunos trabajos empíricos y teóricos en relación con este operador lógico).

Además, desde una perspectiva evolutiva, los numerosos trabajos teóricos y experimentales de Jean Piaget y sus colaboradores de la Escuela de Ginebra (Inhelder y Piaget, 1955; Piaget, 1967; 1970; Piaget e Inhelder, 1969; Piaget, 1953; Inhelder, Sinclair y Bovet, 1974) han mostrado las posibilidades y los límites del pensamiento lógico, realizando agudas, pacientes y exhaustivas investigaciones psicológico-cognitivas desde la perspectiva psicogenética. No hace falta que recordemos la influencia experimentada por Piaget y por la Escuela de Ginebra, de la Teoría de la Evolución, en general y del funcionalismo norteamericano, sostenido por James Mark Baldwin, en particular (Blanco Menéndez, 2010).

Numerosos investigadores en Neurociencias Cognitivas (vgr. Goel, Shuren, Sheesley y Grafman, 2004; Blanco Menéndez, 2010) consideran que el substrato neuroanatómico del procesamiento del condicional, en particular, y del resto de conectivas lógicas proposicionales, en general, se asienta en la región prefrontal, aunque se discute (Osherson,

Perani,, Cappa, Schnur, Gassi y Fazio, 1998) la relevancia de otras regiones del encéfalo humano (e incluso animal) (hemisferio derecho, córtex posterior, partes del gran lóbulo límbico de Broca, núcleos grises centrales, tálamo, e incluso cerebelo) en el procesamiento y comprensión de otras estructuras lógicas como por ejemplo, las referentes a la Lógica de Clases, de Relaciones o a la representación básica de algunos aspectos numéricos. Además, ya en 2002 (Blanco Menéndez y Aguado Balsas, 2002; véase también Blanco Menéndez et al, 2005) conjeturamos, por nuestra parte, la posibilidad de que determinadas lesiones cerebrales en el humano afectaran diferencialmente algunos aspectos del procesamiento lógico, permaneciendo casi indemnes otros (lógica proposicional vs. lógica de clases y relaciones), y presentamos un caso clínico que avalaba nuestras hipótesis iniciales (tomadas de la Neurología Clínica, de la Lingüística y de la Psicología del Desarrollo, entre otros campos). En los años 2009 y 2010 presentamos formalmente un modelo neuropsicológico de organización cerebral de las estructuras lógicas fundamentales, basado en investigaciones experimentales y clínicas en Neurociencias Cognitivas, así como en consideraciones teóricas provenientes de la Neurolingüística, de la Lógica formal, de la Psicología del Desarrollo e, incluso, de la Retórica (Blanco Menéndez, 2010).

En este trabajo teórico, y enlazando con nuestras contribuciones anteriores, deseamos introducir la noción de **paralelismo o isomorfismo** entre las estructuras lógicas, por un lado, con el resto de entidades del mundo natural y empírico (incluyendo estructuras neurológicas, por un lado, y realidades físicas más generales, como el tiempo o los objetos materiales, a los que se aplican las Leyes de la Termodinámica, en especial, la llamada “segunda ley”- Vera de la Puente, 2004, comunicación personal). De este modo, en un Universo ordenado, sujeto a leyes, donde resulta posible realizar actividades científicas y formular predicciones de sucesos naturales que se esperan en el futuro (en base a ciertas hipótesis científicas), surge de forma lógica la pregunta: si el Universo contiene en su estructura leyes, como las físicas, químicas o biológicas, ¿por qué no habría de contener también las formales, como por ejemplo, las lógicas? ¿No podría defenderse un paralelismo o isomorfismo entre las leyes naturales y las llamadas leyes formales, de modo que éstas no dieran forma tan solo a las actividades intelectuales, sino, más bien a sectores más amplios de la realidad empírica, natural y social? En esta investigación tratamos de aportar algunas consideraciones, siquiera tentativas, acerca de esta cuestión filosófica y científica.

Para empezar, ya desde hace bastante tiempo, se ha propuesto el uso de determinadas partes o sectores de la Lógica matemática en orden a formalizar y/o axiomatizar algunas secciones de las Ciencias Naturales. De este modo, Hans Reichenbach (en Ferrater Mora y Leblanc, 1975) defendió la utilidad de la Lógica proposicional trivalente para ser empleada en Física cuántica. Además, este epistemólogo y positivista lógico defendió, asimismo, la creación y empleo, en la Física general, de una lógica probabilitaria en la cual, los valores de verdad vendrían indicados por un determinado grado de probabilidad de determinados sucesos físicos en las observaciones experimentales. Además, es tradicional, ya desde los experimentos de Galileo Galilei en el Renacimiento, el empleo de una conceptualización y un lenguaje lógico-matemáticos, con vistas a expresar y formalizar las observaciones y los experimentos en Física. Por otro lado, y siguiendo esta perspectiva histórica, deben ser mencionados los descubrimientos matemáticos, prácticamente paralelos en el tiempo, que llevaron a Leibniz y a Newton a la creación del Cálculo infinitesimal, con incontables aplicaciones teóricas y prácticas en todas las ramas de la Ciencia Natural, en las Ciencias

Sociales y en las diferentes ingenierías, desde el siglo XVIII hasta nuestros días (Martínez Salas, 1985; Agazzi, 1964; Leibniz, 1686/1983; 1704/1992; Russell, 1956).

Abundando en esta misma cuestión, es prácticamente universal la aplicación, como herramienta conceptual y como medio de expresión, de la Estadística y de la Teoría de la Probabilidad, en la casi totalidad de las ciencias positivas, ya empleen métodos experimentales, correlacionales o de observación (o una combinación de los anteriores). Este es el caso de disciplinas tales como la Biología, la Psicología, la Sociología, la Antropología, la Economía, la Psiquiatría, la Epidemiología, la Astronomía, la Geología, la Meteorología, etc. En todas estas ciencias, las herramientas formales (inductivas e hipotético-deductivas) se emplean con un doble objetivo: para expresar, en una suerte de lenguaje lógico-estadístico, las regularidades observadas en los fenómenos y, en segundo lugar, para comprobar, en determinados casos, que los mismos fenómenos de la realidad se ajustan a determinadas leyes lógico matemáticas y estadísticas que, supuestamente, van más allá de los fenómenos y parecen trascenderlos.

No obstante, los hechos anteriormente expuestos, tomados de la Epistemología y de la Teoría de la Ciencia son, en general, ampliamente conocidos por todos los teóricos de la ciencia, por los filósofos y por los científicos. Se ha podido ilustrar, por este medio, la circunstancia de que las ciencias formales (Lógica, Matemática, Estadística) son útiles en la formalización, expresión y comunicación de los hechos recogidos por las ciencias empíricas o positivas. Sin embargo, nuestro propósito en este trabajo es ir más allá de considerar las leyes y disciplinas formales como un mero lenguaje para expresar y comunicar los fenómenos naturales. Se trata de proponer que las leyes lógico-matemáticas son isomórficas a la realidad empírica, es decir, son inmanentes a ella, si es posible expresarse de este modo. Esta postura implica la circunstancia de que los fenómenos naturales y sociales tienen una estructura intrínsecamente lógica y matemática, al igual que, por ejemplo, tienen una estructura física. De este modo, los modelos y estructuras lógicas no darían forma tan solo a los procesos de pensamiento e intelectuales, como proponía, por ejemplo, George Boole en el siglo XIX (Boole, 1847/1984), sino que podría defenderse que el pensamiento y, en general, las estructuras lógicas no se localizarían “ni en el interior ni en el exterior” de la mente humana (o de cualquier otra), sino que, siguiendo a autores como Gottlob Frege o, parcialmente, Edmund Husserl (Frege, 1918; Husserl, 1999), desbordarían ampliamente el mundo de las realidades intelectuales, para erigirse en la estructura general del mundo real, en isomorfismo con las leyes y modelos físicos. Esta circunstancia podría dar cuenta de la posibilidad de realizar, como queda dicho, actividades científicas, implicando esto el que el Universo posee una estructura ordenada, desde los puntos de vista tanto físico como lógico-matemático, lo que permitiría, por ejemplo, las actividades tendentes a la predicción de fenómenos que aún no se han producido, pero que se esperan, de acuerdo con hipótesis previas.

Un ejemplo de este isomorfismo entre leyes físicas y lógicas podría constituirlo la semejanza formal entre la **irreversibilidad del condicional** o implicación material (*modus ponens*, especialmente) y la irreversibilidad temporal y energética contenida en los procesos físicos, sujetos a la llamada “segunda ley” de la Termodinámica. En efecto, en uno y otro caso, la flecha de la causalidad y del tiempo (Vera de la Puente, 2004, comunicación personal; Vera de la Puente y Blanco Menéndez, 2010) transcurren tan solo en un sentido, del antecedente al consecuente, en el caso del condicional y del presente al futuro, en el caso de los procesos termodinámicos, degradando irreversiblemente (y aumentando la entropía del

sistema), en el caso de los fenómenos físicos materiales afectados por la “segunda ley” de la Termodinámica. Esta irreversibilidad del condicional no debe ser confundida con la **reversibilidad del bicondicional** (otra conectiva lógica proposicional), cuya tabla de verdad difiere sensiblemente de la del condicional. En el caso del bicondicional (si y solo si p , entonces, q), la reversibilidad es la norma, al contrario que en el condicional. La similitud (aparente) de la estructura de ambas conectivas puede explicar, en algunos casos, los errores en la comprensión y uso de enunciados hipotéticos, dado que pueden ser interpretados, a veces como *bicondicionales*, dando lugar a dichos fallos en los procesos de pensamiento lógico (véase González Labra, 1998; Blanco Menéndez, 2010).

En suma, parece que ambos tipos de procesos, lógicos y físicos comparten una estructura formal subyacente, encontrándose la clave de su similitud en su **carácter asimétrico** y en su **irreversibilidad física y temporal**. Es conocido en Biología general y en Fisiología (Vera de la Puente, 1993) que los procesos de generación y control de las imágenes mentales en los animales y en el ser humano, suponen la extracción de información del entorno y, por tanto, la utilización de “entropía negativa” o “neguentropía”, que implica la creación de un mayor orden físico y lógico, a costa de degradar energéticamente el entorno. Estos procesos se han demostrado en los animales homeotermos, en los que determinadas estructuras del cerebro límbico, permiten mantener constante la temperatura corporal (no así en los animales poiquilotermos). Posiblemente, la posesión de esta característica psicofisiológica pueda permitir, por un lado la generación y control de imágenes mentales y, por otro lado, el procesamiento de la información de alto nivel, ligado a la **consciencia**, con la flexibilidad psicológica y conductual que la posesión de esta característica implica, que permitiría la aparición de funciones mentales como el pensamiento lógico, la resolución controlada y flexible de problemas, las capacidades llamadas “ejecutivas”, la creatividad o la actividad artística y estética (Vera de la Puente, 1993; Vera de la Puente, 2004, comunicación personal; Vera de la Puente y Blanco Menéndez, 2010; Blanco Menéndez, 2010).

326

NOVIEMBRE
2014

Las repercusiones del isomorfismo lógico-físico planteado en este trabajo para las diversas ciencias son amplias y solo citaremos algunas a título de ejemplo. Así, en el Álgebra, en particular, y en la Matemática, en general, el condicional pasaría a ser la regla básica y universal de inferencia en todas las disciplinas formales, aunque podría verse acompañada por leyes de inferencia diferentes, con estructuras, por ejemplo, relacionales, numéricas, o clasificatorias. Sin embargo, este análogo de la “segunda ley” de la Termodinámica en el mundo de las disciplinas formales tendría la ventaja de su sencillez, su validez universal y la posibilidad de incluir estructuras más complejas subsidiariamente, siendo, no obstante, cada paso, en una cadena de deducciones lógicas, reductibles a un “modus ponens” o a un “modus tollens”.

En el ámbito de las Ciencias Naturales, en general y de las Neurociencias, en particular, queda ya indicado el isomorfismo entre la irreversibilidad de los procesos físicos termodinámicos y la irreversibilidad de esta conectiva lógica, así como su dependencia del factor temporal. Temporalmente, el sistema nervioso procesa información y, por tanto, genera “entropía negativa” o “neguentropía” para, con el envejecimiento y la muerte de ese organismo, pasar definitivamente a cumplirse la irremediable “segunda ley” de la Termodinámica, aumentando, finalmente, la entropía en el sistema, constituyendo dicha circunstancia un acontecimiento físicamente irreversible en función de las coordenadas temporales.

Por último, desearíamos dejar apuntado brevemente la analogía entre los sistemas físicos termodinámicamente irreversibles y los sistemas normativos de las Ciencias Humanas (Derecho, Ética). Es bien conocido que los sistemas normativos legales (para los que se han construido sistemas de lógica deóntica, ver Muñoz Delgado, 1972) adoptan una estructura, preferentemente, condicional, resultando, por ello, incorrecto, el “razonamiento hacia atrás” (“reversibilidad”), dado que, en general, dichos sistemas jurídicos integran prescripciones con estructura condicional (irreversible) y no bicondicional (que admitiría la reversibilidad en el razonamiento). Sería de interés, como fuente de futuras investigaciones, el trabajo conjunto de epistemólogos, lógicos y juristas, además de psicólogos cognitivos, a fin de analizar los frecuentes errores lógicos, sofismas y entimemas enunciados, frecuentemente, en las sentencias judiciales y en las resoluciones administrativas que nos afectan en nuestra vida cotidiana, por no hablar de los errores y sesgos del razonamiento detectados en los procesos en los que intervienen los jurados populares.

En definitiva, en el presente trabajo, se ha intentado esbozar someramente algunos aspectos que podrían resultar de interés en el tema del posible o probable isomorfismo entre las leyes naturales (físicas, empíricas) y las leyes formales (lógicas, matemáticas, estadísticas), que, estimamos, permite, entre otras cosas, realizar actividades científicas y prácticas con resultados satisfactorios, confiriendo al ser humano y a los animales la impresión de que “vivimos en un mundo razonablemente predecible” y no caótico.

- Agazzi, E. (1964): *La logica simbolica*. Brescia: La Scuola Editrice. Traducción española de J. Pérez Ballestar: *La Lógica simbólica*. Barcelona: Herder, 1986 (4ª Edición).
- Blanco Menéndez, R. (2010): *El pensamiento lógico desde la perspectiva de las neurociencias cognitivas*. Oviedo: Eikasía Ediciones.
- Blanco Menéndez, R. y Aguado Balsas, A. Mª (2002): “Procesos de pensamiento lógico en un caso de lesión vascular cerebral”. *Revista de Neurología*, 34 (11): 1048-1052.
- Blanco Menéndez, R., Rico Blanco, B. L., Núñez Núñez, V., Villa Moreira, S. y Vera de la Puente, E. (2005): “Double dissociation in logical thought processes” Comunicación presentada en el XXVIII Congreso de la *International Neuropsychological Society*, celebrado en Dublín (República de Irlanda) en julio de 2005.
- Boole, G. (1847): *The mathematical análisis of logic*. Traducción española de E. Requena Manzano: *El análisis matemático de la Lógica*. Madrid: Cátedra, 1984.
- Deaño, A. (1999): *Introducción a la Lógica Formal*. Madrid: Alianza Editorial.
- Falguera López, J. L. y Martínez Vidal, C. (1999): *Lógica clásica de primer orden*. Madrid: Trotta.
- Ferrater Mora y Leblanc, H. (1962): *Lógica matemática*. México: Fondo de Cultura Económica (2ª Edición, 1975).
- Frege, G. (1918): “Der Gedanke. Eine Logische Untersuchung”. *Beiträge zur Philosophie des deutschen Idealismus*, 1 : 56- 77. Traducción española de L. M. Valdés Villanueva : « El pensamiento : Una investigación lógica”. En: G. Frege: *Ensayos de Semántica y Filosofía de la Lógica*. Madrid: Tecnos, 1998 (pp. 196-225).
- Goel, V., Shuren, J., Sheesley, L. y Grafman, J. (2004): “Asymmetrical involvement of frontal lobes in social reasoning” *Brain*, 127: 783-790.
- González Carlomán, A. (1991): *Lógica matemática para niños*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- González Labra, M. J. (1998): “Análisis preliminar de la Psicología del Pensamiento”. En: M. J. González Labra: *Introducción a la Psicología del Pensamiento*. Madrid: Trotta.
- Holyoak, K. J. y Cheng, P. W. (1995): « Pragmatic Reasoning about human voluntary action ». En: S. E. Newstead y J. St. B. T. Evans (Eds.): *Perspectives on Thinking and Reasoning: Essays in Honour of Peter Wason*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates (pp. 67-89).
- Husserl, E. (1913): *Logische Untersuchungen*. Halle del Saale: Max Niemeyer. Traducción española de Manuel García Morente y José Gaos: *Investigaciones Lógicas*. Madrid: Alianza, 1999 (3ª Edición).

- Inhelder, B. y Piaget, J. (1955): *De la logique de l'enfant a la logique de l'adolescent*. París: Presses Universitaires de France. Traducción española de M^a Teresa Cevasco: *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Barcelona: Paidós, 1985.
- Inhelder, B., Sinclair, H. y Bovet, M. (1974): *Apprentissage et structures de la connaissance*. París: Presses Universitaires de France. Traducción española de Luis E. Echevarría Rivera: *Aprendizaje y estructuras del conocimiento*. Madrid: Morata, 1996 (2^a Edición).
- Leibniz, G. W. (1686/1983): *Discours de metaphysique*. Buenos Aires: Aguilar. Traducción española de Alfonso Castaño Piñán: *Discurso de Metafísica*. Barcelona: Orbis, 1983.
- Leibniz, G. W. (1704/1992): *Nouveaux Essais sur l'Entendement humain*. Traducción española de J. Echeverría Ezponda : *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*. Madrid: Alianza.
- Martínez Salas, J. (1985): *Elementos de Matemáticas*. Valladolid: J. Martínez Salas (9^a edición).
- Muñoz Delgado, V. (1972): *Lecciones de Lógica*. Salamanca: Universidad Pontificia.
- O'Brien, D. P. (1995): "Finding Logic in Human Reasoning requires looking at the Right Places" En: S. E. Newstead y J. St. B. T. Evans (Eds.): *Perspectives on Thinking and Reasoning. Essays in Honour of Peter Wason*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates. (pp. 189-216).
- Oerter, R. (1975): *Psychologie des Denkens*. Donauwörth: Verlag Ludwig Auer. Traducción española de Ambrosio Berasain Villanueva: *Psicología del Pensamiento*. Barcelona: Herder, 1975.
- Osherson, D., Perani, D., Cappa, S., Schnur, T., Grassi, F. y Fazio, F. (1998): « Distinct brain loci in deductive versus probabilistic reasoning ». *Neuropsychologia*, 36: 369-376.
- Piaget, J. (1953): *Logic and Psychology*. Manchester: Manchester University Press. Traducción española de A. Deaño y J. Delval (Compiladores): *Estudios sobre lógica y psicología*. Madrid: Alianza Universidad, 1982.
- Piaget, J. (1967): *La psychologie de l'intelligence*. París : Librairie Armand Collin. Traducción española de Juan Carlos Foix : *La Psicología de la inteligencia*. Barcelona: Crítica, 1983.
- Piaget, J. (1970): *L'epistemologie génétique*. París : Presses Universitaires de France. Traducción española de J. A. Delval : *La epistemología genética*. Madrid: Debate, 1986.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1969): *La psychologie de l'enfant*. París : Presses Universitaires de France. Traducción española de L. Hernández Alfonso : *La psicología del niño*. Madrid: Morata, 1993 (13^a Ed.).

- Russell, B. (1956): *Introduction to Mathematical Philosophy*. Londres: Allen & Unwin. Traducción española de Mireia Bofill: *Introducción a la Filosofía Matemática*. Barcelona: Paidós, 1988.
- Tooby, J. y Cosmides, L. (1989 a): “Evolutionary Psychology and the Generation of Culture, Part I (Theoretical Considerations)”. *Ethology and Sociobiology*, 10:29-49.
- Tooby, J. y Cosmides, L. (1989 b): “Evolutionary Psychology and the Generation of Culture, Part II (Case Study: A Computational Theory of Social Exchange)”. *Ethology and Sociobiology*, 10:51-97.
- Vera de la Puente, E. (1993): *Neuropsicología de la representación mental en imágenes visuales*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Oviedo.
- Vera de la Puente, E. y Blanco Menéndez, R. (2010): “La consciencia considerada como función del encéfalo” Publicado en *Eikasía. Revista de Filosofía* (Edición digital), nº 34, septiembre de 2010, páginas 439-447; ISSN: 1885-5679.
- Wason, P. C. y Johnson-Laird, P. N. (1972): *Psychology of reasoning*. Londres: Batsford Ltd. Traducción española de J. Delval: *Psicología del razonamiento. Estructura y contenido*. Madrid: Debate.