

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS VIII JORNADAS

VOLUMEN 4 (1998), Nº 4

Horacio Faas

Luis Salvatico

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



## Los sistemas argumentativos y las “leyes de estructura cualitativa” en Inteligencia Artificial

Gustavo Adrián Bodanza\*

### 1.

En el artículo “AI. an empirical science” [17], Herbert Simon reseña la perspectiva de una Inteligencia Artificial (IA) científica que utiliza el método experimental y cuyo objetivo es el hallazgo de lo que llama “leyes de estructuras cualitativas”. Su punto de vista se apoya en la observación meta-científica de que así son las regularidades más importantes halladas en las ciencias fácticas, y no dependen de su formulación matemática<sup>1</sup>. Coherentemente, aunque con extremismo, desdeña como “insignificantes” (sic) los descubrimientos y demostraciones de teoremas matemáticos sobre sistemas inteligentes<sup>2</sup>.

La representación del conocimiento (RC) es una rama de la IA dentro de la cual se ha volcado gran parte del esfuerzo en intentar formalizar el razonamiento rebatible, siendo las lógicas no-monotónicas (e.g., [9], [14]) el exponente más famoso. El trabajo ha consistido (y consiste) en caracterizar esos razonamientos propios del sentido común en forma lógico-matemática precisa, independientemente de los procesos (necesarios o suficientes) que requiera la mente o un programa para llevarlos a cabo. Como puede inferirse, desde el punto de vista de Simon los resultados de la RC obtenidos por esta vía no califican como leyes de estructura cualitativa.

Dando un paso más dentro de la investigación en razonamiento rebatible aparecen los sistemas argumentativos (e.g., [6], [12], [16], [18], [19]), un approach incipiente y todavía no tan famoso como las lógicas no-monotónicas, pero que crece, sobre todo relacionándose con los procesos jurídicos (cf. [12] y [13]). La cuestión clave para este punto de vista es la interacción entre argumentos esgrimidos a favor y en contra de una tesis, para lo cual se simulan procesos dialécticos y se implementan heurísticas para la búsqueda de justificaciones, sin

---

\* Centro de Investigaciones de Lógica y Filosofía de la Ciencia (CILF). Departamento de Humanidades. Universidad Nacional del Sur.

<sup>1</sup> Simon cita como ejemplo de leyes de estructura cualitativa la mecánica cuántica, que puede ser formulada matemáticamente como matrices de Heisenberg, ecuaciones de onda de Schrödinger, o en la forma algebraica abstracta de Dirac (cf. p.107).

<sup>2</sup> cf. *ibid.*, p. 110.

descuidar los aspectos lógico-matemáticos<sup>3</sup>. En este trabajo intentaremos ver si los procesos de interacción de los argumentos pueden calificar como leyes de estructura cualitativa de la inteligencia. De ser así, el programa de los sistemas argumentativos aventajaría a los otros en razonamiento rebatible<sup>4</sup>, de acuerdo al criterio de Simon.

En la siguiente sección delinearemos con algún detalle el trabajo en argumentación. Luego, ampliaremos el concepto de "ley de estructura cualitativa", y finalmente sostendremos que los supuestos de los sistemas argumentativos pueden calificar como tales.

## 2.

La idea que subyace a los sistemas argumentativos es que, razonando rebatiblemente a partir de un conjunto de creencias, se obtienen conclusiones que pueden finalmente quedar justificadas (o no) en el sistema, como resultado de un proceso de construcción y comparación de argumentos. Los argumentos son conjuntos de reglas que permiten derivar conclusiones tentativas a partir de la evidencia (el conjunto de creencias). En el sistema argumentativo *MTDR* de Simari y Loui [16], por ejemplo, el proceso es como sigue: para saber si una proposición  $q$  está justificada en el sistema (lo que se expresa como una consulta ' $q?$ ') se intenta construir un argumento que la soporte; si este se encuentra, se busca un contraargumento, i.e., un argumento para  $no-q$ ; si se halla, ambos argumentos se comparan de acuerdo a una relación de preferencia especificada<sup>5</sup> para determinar cuál es el argumento que rebate y cuál el rebatido. Si el argumento para  $q$  no es rebatido, se busca otro contraargumento. El proceso se invierte si se encuentra un argumento no rebatido para  $no-q$ , buscando ahora un contraargumento para éste. Finalmente queda justificada aquella conclusión que tiene algún argumento no rebatido siendo rebatidos todos sus contraargumentos, y no hay justificación ni para  $q$  ni para  $no-q$  si ambas o ninguna a la vez tienen todos sus argumentos no rebatidos.

La estrategia de búsqueda de argumentos es por *backward chaining* (encadenamiento hacia atrás) sobre las reglas guiado por la consulta<sup>6</sup>. Como el proceso se desarrolla en el tiempo, el resultado depende de las computaciones

<sup>3</sup> Los procesos pueden ser descriptos formalmente, del mismo modo que la lógica del razonamiento. Un trabajo modelo que trata los aspectos matemáticos y procedimentales es el de Simari y Loui [16]. También se puede estudiar la argumentación desde un punto de vista puramente lógico, más allá de los procesos. Por ejemplo, en [2] se analiza sintácticamente el razonamiento rebatible con argumentos a partir de fórmulas disyuntivas.

<sup>4</sup> Una comparación entre los sistemas argumentativos y las lógicas no-monotónicas que muestra las ventajas del primer approach puede encontrarse en [1], en las actas de la VI edición de estas mismas jornadas.

<sup>5</sup> En el caso de *MTDR* la relación es de especificidad (cf. [16] y también [11]).

<sup>6</sup> Nos referimos al proceso *computacional* de búsqueda. Nótese que la búsqueda hacia adelante a partir de los datos que representan la evidencia no es una heurística racional, puesto que en el proceso se obtendrían inevitablemente conclusiones irrelevantes para la consulta.

realizadas. Los recursos se emplean siempre de manera racional, puesto que una vez encontrado un argumento el próximo paso es buscar un refutador, y no otro argumento que soporte la misma conclusión. Así, una conclusión justificada en un momento dado del proceso puede dejar de estarlo en el siguiente. La racionalidad del proceso dialéctico descrito es altamente deseable ante recursos computacionales limitados.

Dado este breve pero suficiente bosquejo de los sistemas argumentativos, trataremos de establecer si las intuiciones sobre las cuales éstos se basan pueden ser consideradas “leyes de estructuras cualitativas”. Veamos, entonces, qué características tienen estas leyes.

### 3.

Si bien Simon no da una definición precisa de “ley de estructura cualitativa”, señala ciertas pautas y da algunos ejemplos que permiten captar la noción. Podríamos decir que se trata de hipótesis que expresan, de una forma más o menos vaga, regularidades de organización, o indican los procesos suficientes para resolver determinados tipos de problemas, más allá de expresar relaciones cuantitativas. La primera ley de este tipo que menciona es la hipótesis (de Newell [10] y suya) de que la inteligencia es el resultado de un sistema de símbolos físicos. Otra, tan general como la primera, es que los procesos de búsqueda de la inteligencia para la solución de problemas son selectivos o heurísticos, y no exhaustivos (o “de fuerza bruta”). A estas leyes generales se agregan otras más específicas, por ejemplo, algunas que establezcan que ciertos procesos de búsqueda funcionan bajo determinadas restricciones (e.g., análisis medios-fines en GPS es adecuado cuando el espacio del problema es en cierto modo factoreable)<sup>7</sup>.

Un punto de vista similar al de Simon es el de Chandrasekaran [3]. Las leyes de estructura cualitativa conformarían lo que Chandrasekaran llama “teorías funcionales genéricas de la inteligencia”. Según este autor la inteligencia es “un repertorio coherente de estrategias genéricas de procesamiento de la información, cada una de las cuales resuelve un tipo de problemas de modo computacionalmente eficiente, usando conocimiento de cierto tipo y organizado de modo específico, y usando estrategias de control concretas y localmente apropiadas” —cf. p. 42 (traducción nuestra). Hipótesis sobre esas estrategias y los problemas a los que se aplican formarían las teorías funcionales (algunos de los ejemplos que da Chandrasekaran coinciden con los de Simon, como el análisis medios-fines del sistema GPS). Esta noción, que es más clara respecto de lo que debe expresar una ley de estructura cualitativa, nos facilitará el análisis de los resultados en razonamiento rebatible.

---

<sup>7</sup> cf. *op. cit.*, p. 109.

Si miramos la tradición logicista en RC vemos que la caracterización de un agente inteligente desdeña justamente los aspectos funcionales de las estrategias en favor de la correctitud del componente epistémico, suponiendo una descomposición de la inteligencia en una parte epistémica y otra heurística (como lo habían propuesto McCarthy y Hayes en el '68 [8]). Es decir, se considera que lo que caracteriza la inteligencia es el tipo de cálculo lógico que expresa el conocimiento y no los procesos heurísticos que permiten transformar la información. Pero dejando los procesos de lado no hay leyes cualitativas ni teorías funcionales, y sin esto no es posible una ciencia de la IA como la entienden Simon y Chandrasekaran. En este caso, el criterio parece una tijera hecha a medida.

A continuación veremos que los sistemas argumentativos, si bien no ofrecen una teoría funcional en su totalidad, al menos suponen ciertas hipótesis que pueden calificar como "leyes cualitativas" para una "teoría funcional" parcial.

#### 4.

Comenzaremos por decir por qué los sistemas argumentativos no son *in toto* teorías funcionales. La razón principal es que no todo está especificado en términos de estrategias de procesamiento de información, sino que algunas cosas se dan como dadas, como la evidencia inicial representada, o las reglas de inferencia rebatibles que se son fijas<sup>8,9</sup>. Debe advertirse sin embargo que, de hecho, ningún sistema actual de IA comporta una teoría funcional completa, ya que todos enfocan rasgos parciales de la inteligencia ignorando (o dando por supuestos) los rasgos que completan el "repertorio".

Respecto de los elementos necesarios para formar hipótesis de estructura cualitativa, según la noción vista en la sección anterior, en los sistemas argumentativos tenemos:

- *estrategias genéricas de procesamiento de la información*: la búsqueda de argumentos se realiza guiada por consultas encadenando reglas hacia atrás, es decir, en dirección a la evidencia; por otra parte, el proceso de búsqueda de justificaciones es de tipo dialéctico: proposición y refutación.
- *solución de problemas de modo computacionalmente eficiente*: aún cuando los problemas computacionales de la argumentación son complejos, la estrategia dialéctica hace que no se realicen computaciones ociosas: habiendo hallado un

---

<sup>8</sup> Es decir, en parte el componente epistémico (evidencia + reglas rebatibles) se halla separado del heurístico. Sin embargo, las inferencias tentativas justificadas dependen fuertemente de los procesos heurísticos, como se muestra en la sección 2.

<sup>9</sup> Algunos autores han investigado sistemas en los que las reglas pueden ser producidas a partir de otras, pero en forma independiente de la argumentación (cf. [5]).

argumento, no se busca otro que soporte la misma conclusión a menos que se encuentre antes un refutador del primero (cf. [7]).

- *tipo y organización de conocimiento*: la estrategia dialéctica tiene sentido justamente por el carácter rebatible del razonamiento<sup>10</sup>. El conocimiento tentativo se expresa mediante reglas rebatibles que conforman los argumentos, y se halla separado del conocimiento “seguro” representado como evidencia. También se han estudiado formas de organizar los argumentos de modo que a medida que es utilizado un sistema vaya guardando los argumentos ganadores, a los cuales se apelará primero en subsiguientes consultas (cf. [4]); de este modo se logra aumentar racionalmente la eficiencia computacional.
- *estrategias de control específicas y localmente apropiadas*: no se generan arbitrariamente todos los argumentos que pueden construirse sino sólo aquellos que son relevantes para una proposición (consulta) dada. Para este fin, el procedimiento de *backward chaining* resulta particularmente apropiado.

## 5.

La conclusión de lo expuesto en este trabajo es que en el marco de los sistemas argumentativos se ha mostrado que la dialéctica ofrece una estrategia racional para representar el razonamiento rebatible, que es computacionalmente eficiente, y para la cual existen mecanismos de control adecuados. Es racional porque brinda una guía heurística para la utilización de los recursos, evitando, en los procesos fundamentales, la búsqueda “por fuerza bruta”. Al igual que otras estrategias, como el análisis de medios-fines, la dialéctica satisface los requisitos de una ley de estructura cualitativa, y como tal, es pasible de ser incorporada en una teoría funcional más general.

## Referencias

- [1] Bodanza, G.; “Razonamiento Rebatible: Dos Tendencias y Sus Perspectivas”; en M. Velasco y A. Saal (eds.) *Epistemología e Historia de la Ciencia (Selección de trabajos de las VI Jornadas)*, Córdoba (1996).
- [2] Bodanza, G.; “Razonamiento Rebatible Por Casos”; *Actas del Tercer Workshop sobre Aspectos Teóricos de la Inteligencia Artificial (ATIA '96)*, Universidad Nacional de San Luis, San Luis (1996), 670-677.

---

<sup>10</sup> cf. el estudio de la dialéctica hecho por Rescher en[15].

- [3] Chandrasekaran, B.; "What Kind Of Information Processing Is Artificial Intelligence?"; en D. Partridge & Y. Wilks (eds.) *The Foundations Of Artificial Intelligence*; Cambridge University Press (1993).
- [4] García, A., C. Chesñevar & G. Simari; "Making Argument Systems Computationally Attractive"; *Anales de la XIII Conferencia Internacional de la Sociedad Chilena Para Ciencias de la Computación*, Universidad de La Serena, Chile (1993).
- [5] Geffner, H. & J. Pearl; "A Framework For Reasoning With Defaults", Reporte técnico CSD 870058 R-94-III, Cognitive Systems Laboratory, University of California, Los Angeles CA (1989).
- [6] Loui, R.; "Defeat Among Arguments"; *Computational Intelligence* 3 (1987).
- [7] Loui, R.; "Ampliative Inferences, Dialectic and Computation"; en Cummins, R. & J. Pollock(eds.) *Philosophy and AI*, MIT Press (1991).
- [8] McCarthy, J. & P. Hayes; "Some Philosophical Problems From The Standpoint of Artificial Intelligence", *Machine Intelligence IV* (1969), 463-502.
- [9] McDermott, D. & J. Doyle; "Non-Monotonic Logic I" *Artificial Intelligence* 13 (1980), 41-72.
- [10] Newell, A.; "The Knowledge Level"; *AI Magazine* 1(3) (1981), 1-20.
- [11] Poole, D.; "On The Comparison of Theories: Preferring The Most Specific Explanation"; *Proc. of the Ninth IJCAI*, Los Altos (1985), 144-147.
- [12] Prakken, H; *Logical Tools For Modelling Legal Arguments*, Tesis Doctoral, Vrije Universiteit, Amsterdam (1993).
- [13] Prakken, H. & Sartor, G.; "A Dialectical Model of Assessing Conflicting Arguments in Legal Reasoning", *Artificial Intelligence and Law* 4 (3-4) (1996), 331-368.
- [14] Reiter, R.; "A Logic For Default Reasoning", *Artificial Intelligence* 13 (1980), 81-132.
- [15] Rescher, N.; *Dialectics*; SUNY Buffalo (1977).
- [16] Simari, G. & R. Loui; "A Mathematical Treatment of Defeasible Reasoning"; *Artificial Intelligence* 53 (1992), 125-157.
- [17] Simon, H.; "AI: An Empirical Science"; *Artificial Intelligence* 77 (1995), 95-127.
- [18] Verheij, B.; *Rules, Reasons, Arguments. Formal Studies of Argumentation and Defeat*; Tesis doctoral, Universiteit Maastricht (1996).
- [19] Vreeswijk, G ; *Studies in Defeasible Argumentation*; Tesis Doctoral, Vrije Universiteit Amsterdam (1993).