

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XV JORNADAS

VOLUMEN 11 (2005)

TOMO II

Horacio Faas

Aarón Saal

Marisa Velasco

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



Caracterización ontológica de equipos de agentes para AGM

Diego Letzen*

Presentación

Modelos de *revisión de creencias* como el originado a partir del trabajo conjunto de Alchourrón, Gärdenfors y Makinson (conocido como paradigma AGM de revisión de creencias) nos permiten una representación adecuada del proceso de transformación de un estado de creencias, atento a la presencia de nueva información. En ellos, el único sujeto de cambio de creencias es el agente individual. Sin embargo, es posible encontrar muchos casos en los cuales conviene aplicar modelos de cambio sobre múltiples sistemas que conforman un todo integrado en algún sentido. Estos casos son agrupados bajo el título de cambio racional en contextos de múltiples agentes. La racionalidad es entendida en este contexto no como una restricción sobre el tipo de conductas a considerar en el modelo, sino más bien como un presupuesto para la representación conjunta de múltiples agentes racionales. La racionalidad de los agentes es lo que permite pensar que pueden interactuar, en tanto poseen una base común, un protocolo, para hacerlo.

Un equipo es una forma de caracterizar un conjunto de agentes vinculados por una relación (intuitivamente la de integrar equipo con) que permite dirigir el resultado de las operaciones de cambio de creencias en forma conjunta. A fin de construir esta entidad debemos, por una parte, incorporar una nueva familia de operaciones que deben ser redefinidas a fin de adecuarse a la estructura mayor, pues originalmente son definidas sólo para conjuntos de agentes. Pero por otra parte, estas operaciones, junto con una adecuada caracterización formal ontológica, nos permiten relacionar distintas bases como agentes a fin de obtener una estructura más compleja, un equipo de agentes, que podrá dar cuenta de estas intuiciones. En este trabajo nos centramos en este último aspecto del modelo propuesto, incorporando elementos formales de ontología para la definición de una noción de equipo de agente adecuada para el cambio epistémico.

El modelo AGM de cambio de creencias

El paradigma AGM de *revisión de creencias*, entre otros modelos, nos permite una representación adecuada del proceso de transformación de un estado de creencias, atento a la presencia de nueva información. En estos modelos se parte de suponer la estructura de un estado de creencias como una especie de "caja negra", sin mayores precisiones respecto de sus características, pero asumiendo siempre que se trata de los estados de agentes individuales. Sin embargo, es posible encontrar muchos casos en los cuales conviene aplicar modelos de cambio sobre múltiples sistemas, que conforman un todo integrado en algún sentido. En ellos, el problema de la integración de información proveniente de fuentes no necesariamente consistentes entre sí ha dado origen a un área de estudio muy entusiasta, de interés creciente, relacionada no sólo con aplicaciones de bases de datos y

* Universidad Nacional de Córdoba. CONICET

Epistemología e Historia de la Ciencia, Volumen 11 (2005)

aplicaciones de inteligencia artificial en sentido clásico, sino también con áreas nuevas como las llamadas inteligencias sociales, en alusión a contextos de interacción de agentes para la comprensión o solución de un problema. Estos casos son agrupados bajo el título de cambio en contextos de múltiples agentes, nombre que solo da cuenta de algunos de los aspectos relevantes de esta problemática. El abordaje del tema de la representación del cambio de creencias en contextos de múltiples agentes requiere la adaptación de estos modelos, a fin de permitir una adecuada caracterización tanto de los elementos involucrados como de su dinámica racional.

Si bien estos sistemas están inspirados en la representación de la dinámica racional de información convergente potencialmente inconsistente, sus posibilidades se desarrollan más allá del problema de la consistencia, cubriendo la problemática de la interacción racional, el manejo de la información por múltiples fuentes y la organización o arquitectura de sistemas complejos de comportamiento racional. En este contexto, la racionalidad es entendida no como una restricción sobre el tipo de conductas a considerar en el modelo, sino más bien como un presupuesto para la representación conjunta de múltiples agentes racionales. La racionalidad de los agentes es lo que permite pensar que pueden interactuar superando sus diferencias, en tanto brinda un marco general de interpretación y permite asumir que todos los agentes poseen una base común, un protocolo, para desenvolverse epistémicamente en forma conjunta.

Sistemas sociales artificiales

Siguiendo a Gabbay y Woods (Gabbay y Woods 2001), pensamos que en este tipo de estructura deberían presentarse los agentes como una jerarquía o un ordenamiento parcial, con agentes individuales como elementos básicos de este ordenamiento y entidades abstractas que no son más que agrupaciones de agentes (individuales o agrupaciones de orden inferior según el caso). Éstas se caracterizan por tener un dominio menor (su información proviene de la suma de la información provista por los agentes que la componen) pero un grado de precisión mayor en estos dominios.

Cada uno de estos agentes estará provisto de un mecanismo de revisión racional de creencias autónomo y en un desarrollo ideal es de esperar que en cada caso cuenten con las restricciones o determinación específicas dentro del modelo, según el tipo de dominio específico al que cada uno deba aplicarse. Así, por ejemplo, algunos pueden contar con mecanismos de revisión no-priorizados (si no deben estar muy expuestos a la nueva información), mientras que los agentes dispuestos a recibir información externa deberán ser priorizados⁴.

La existencia y estructura de esta jerarquía determina la forma en que puedan, tanto presentarse como tratarse los conflictos. Como casos extremos, los modelos más simples requerirán sólo un modelo distribuido que sin duda no será el típico de AGM, puesto que deberá incorporar los mecanismos para el tratamiento de las inconsistencias correspondientes. Modelos con una mayor complejidad demandarán presumiblemente mecanismos centralizados de solución. Esta estructura concurrirá también en la conformación de los mecanismos de interacción.

Resumiendo, la definición de un sistema de este tipo (lo que llamamos un sistema social artificial) es:

Def.: Dado un lenguaje proposicional \mathbf{L} , definimos un *sistema social artificial* como la estructura formada por:

- Un conjunto de bases de creencias K : $K \in \wp(\mathbf{L})$.
- Un conjunto de creencias $E = \{K_1, \dots, K_n\}$.
- Un conjunto de operaciones de fusión de bases de creencias por bases de creencias. (*arbitration, merge, combining* etc.).
- Un conjunto de operaciones de cambio de bases de creencias por elementos de \mathbf{L} .

El principal problema con que nos encontramos a la hora de definir un sistema específico como la estructura de equipo, es que la base conjuntista resulta en una limitación, pues muchos de los rasgos que permiten definir un equipo no son capturados por la relación de elemento, primitiva del lenguaje de la teoría de conjuntos. A modo de ejemplo, diremos simplemente que la relación de pertenencia al equipo debería ser transitiva.

Frente a este problema, se propone una presentación mereológica de los equipos de agentes para el cambio de creencias.

Mereología

La mereología es un cálculo de predicados interpretado. Incorpora como mínimo el operador *parte-de*, que permite definir una serie de operadores y predicados, enriqueciendo el lenguaje a fin de cubrir una serie de intuiciones respecto de las relaciones de parte y todo. La definición implícita por los axiomas o explícita de los predicados permite mostrar las distinciones que se quiere introducir. El resultado de incorporar la mereología es más flexible que la teoría de conjuntos en tanto corresponde a una teoría más simple: una variante sintáctica de una parte propia de la teoría de conjuntos. La incorporación del operador *elemento-de* nos devuelve la teoría de conjuntos. En teoría de conjuntos, hay una única forma de dividir una cosa en sus elementos (la caracterizada por la relación *ser elemento de*, y por su intermedio, *ser subconjunto de*). El primer paso necesario para la aplicación de esta teoría a la tarea de caracterizar ontológicamente un equipo es determinar correctamente que se entenderá como un individuo.

Siguiendo a J. Mosterín (Mosterín 2000), los puntos centrales que permiten caracterizar ontológicamente un individuo (en nuestro caso un equipo) a fin de proveer una caracterización formal son los siguientes:

1. Un equipo es una entidad espacio-temporalmente determinada y como tal, integrada por partes.
2. Equipos pueden ser parte de un equipo.
3. Un equipo esta funcionalmente determinado: tiene un objeto o propósito.
4. Plan social (forma de lograr el objetivo).
5. Compromiso de los miembros a hacer su parte para lograr el objetivo.
6. Dos equipos pueden superponerse en las partes o en la función, pero no en ambas cosas.

Dado un conjunto de individuos $\{x, y, z, x_1, y_2, \dots, z_n\}$ determinados sobre los criterios antes expuestos, es posible aplicar las siguientes relaciones.

Como se dijo antes, la relación central en mereología es la de *ser parte*. Esta relación determina un orden parcial reflexivo.

1. Pxx
2. $(Pxy \wedge Pyx) \rightarrow x=y$
3. $(Pxy \wedge Pyz) \rightarrow Pxz$

Con su ayuda es posible definir otras relaciones mereológicas:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| a. $Oxy =_{df} \exists z(Pxz \wedge Pzy)$ | Superposición (<i>Overlap</i>) |
| b. $Uxy =_{df} \exists z(Pxz \wedge Pzy)$ | Sobreposición (<i>Underlap</i>) |
| c. $PPxy =_{df} Pxy \wedge \neg Pyx$ | Parte propia |
| d. $OXxy =_{df} Oxy \wedge \neg Pxy$ | (<i>Over-crossing</i>) |
| e. $UXxy =_{df} Uxy \wedge \neg Pyx$ | (<i>Under-crossing</i>) |
| f. $POxy =_{df} OXxy \wedge OXyx$ | (<i>Proper Overlap</i>) |
| g. $PUxy =_{df} UXxy \wedge UXyx$ | (<i>Proper Underlap</i>) |

En base a estos predicados, se puede ver a los equipos como individuos y determinar su comportamiento en base a las expectativas sobre sus distintas partes. Podremos referirnos así a los individuos que son parte propia de un equipo, diferenciándolos de los que son parte de dos equipos distintos o cualquier otra especificidad. La relación mereológica de *parte* en lugar de la conjuntista de *elemento* resulta, claramente, más rica y útil a la hora de caracterizar los equipos como era nuestro deseo.

Estos elementos permiten redefinir los tipos de operaciones previstos para modelos de cambio de creencias, adaptados a contextos multi-agentes, pero principalmente permiten caracterizar los equipos de agentes desde una perspectiva mucho más adecuada: es posible determinar el comportamiento de partes del equipo. Resta a continuación continuar desarrollando estos elementos con vistas a definir como se indicó sobre su base las operaciones que darán la dinámica al modelo. Se logrará así una caracterización mereológica de una estructura multi-agente para representar el cambio de creencias.

Notas

¹ Sobre cambio no priorizado, existe una abundante literatura en el contexto de AGM. El término hace referencia a la satisfacción o no del postulado de éxito para la revisión que garantiza la incorporación de un nuevo elemento al conjunto de creencias del agente.

Bibliografía

- Alchourrón, C., Gärdenfors, P. y Makinson, D. (1985), "On the Logic of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions", *Journal of Symbolic Logic* 50, 510-530.
- Barwise, J. (1989), *The situation in logic*, Stanford: CSLI Lecture Notes.
- Gabbay, D., Woods, J. (2001), "The new logic", *LJ of IGPL*, 9, 2.
- Gärdenfors, P. (1988), *Knowledge in Flux. Modeling the Dynamics of Epistemic States*, Bradford/MIT, Cambridge, Mass.
- Letzen, D., (2003), "Revisión de creencias para equipos de agentes", *Epistemología e Historia de la Ciencia* Volumen 9 (2003), L. Salvatico y V. Rodríguez (eds), Córdoba, Argentina.
- Malheiro, B., Jennings, N., Oliveira, E. (1994), "Belief Revision in Multi-Agent Systems", en *Proceedings of the 11th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'94)*, Amsterdam, Holanda.
- Mosterín, J. (2000), *Conceptos y Teorías en la Ciencia*, Editorial Alianza, Madrid, España.