INSUFICIENCIA DEL CRITERIO *SOUNDNESS* Y PRESENTACIÓN DEL SISTEMA L_c

José Martín Castro Manzano
Universidad Veracruzana
e_f_s_s@hotmail.com

Resumen: Presento una discusión en torno al criterio clásico de corrección (*soundness*) en la lógica clásica para la argumentación filosófica. Posteriormente, propongo un sistema alternativo para lidiar con el problema de la argumentación filosófica. Muestro los supuestos, y elementos del sistema. Después resumo el problema y sintetizo la solución propuesta mediante un ejemplo. Al final cierro con una serie de temas en actual investigación y desarrollo.

Términos clave: *soundness*, validez, plano categorial, razonamiento filosófico.

Introducción

1. *Planteamiento del problema:* ¿hay algún cálculo inferencial que regule la relación entre planos categoriales?

2. *Tesis:* sí hay un cálculo tal (puesto que uno es el que propongo aquí).

3. *Justificación:* los cálculos formales previamente existentes y conocidos para la argumentación filosófica no otorgan un modelo inferencial que regule la relación entre planos categoriales. Por esta carencia ocurren inferencias no-reglamentadas: menester es un cálculo que regule esta relación.

4. *Objetivos:* los objetivos generales del trabajo son los siguientes; los particulares se encuentran subordinados:

- Implementar un cálculo de planos categoriales para el análisis de argumentos filosóficos.
- Implementar un estudio semántico-formal de la relación entre planos categoriales.
- Mostrar el estado del arte.

5. *Presupuesto metódico general:* parafraseando a Aristóteles, diré ante todo cuál es la materia y cuál es el fin de este estudio: la

materia es –nada más– la demostración (e.d., un cálculo inferencial); el fin es el conocimiento de la demostración (e.d., el conocimiento de esta propuesta de cálculo inferencial). Y aquí recuerdo lo que diría Lukasiewicz: la tarea de la lógica consiste en establecer métodos correctos de inferencia y demostración [4, p. 82].

1. Supuestos, problema y propuesta

Empezaré mostrando un supuesto básico que permitirá seguir el hilo conductor de toda esta exposición. A partir de allí, procederé a mostrar el problema y la propuesta. El supuesto es el siguiente.

Postulado 1.1 Un argumento puede revisarse, al menos, de cuatro maneras.

Generalmente se dice, y es aceptado, que un argumento, un objeto particular de la lógica, puede revisarse desde tres modos o puntos de vista [5, p. 21], a saber:

- Punto de vista formal. Relación con la sintaxis.
- Punto de vista material. Relación con la semántica.
- Punto de vista retórico. Relación con la pragmática.

Ahora bien, el segundo momento de revisión, es decir, el momento de revisión material de un argumento, permite revisar al mismo de la siguiente manera:

- Punto de vista categorial. Relación con la noción de plano categorial.

Así es que tenemos cuatro maneras de revisar un argumento.

La primera manera se relaciona directamente con la sintaxis (y por ende, con la lógica formal). La segunda con la semántica. La tercera con la pragmática. Y la cuarta, por ser un momento de la segunda, parece ser semántica también. Por ahora, y a lo largo del trabajo, únicamente me ocuparé del cuarto momento.

Ahora, para ilustrar que este modo de revisar argumentos es relevante, propongo el siguiente argumento.

La filosofía es una labor racional, y por tanto, usa la argumentación. En la argumentación no sólo se usan argumentos formalmente válidos, sino también argumentos sólidos (e.d., *sound arguments*) [3, p. 9]. Ahora bien, es fácilmente concebible un argumento sólido pero que intuitivamente, y quizá lógicamente, sea incorrecto. Esto quedará verificado con el siguiente ejemplo:

Ejemplo 1.1 Si el 'sol' es monosílabo, el sol existe. El 'sol' es monosílabo. Luego, el sol existe.

He aquí, pues, el problema. El argumento anterior es sólido, (e.d., es *sound*, pues es una instancia de sustitución de una forma lógica válida –el *Modus Ponendo Ponens*– y sus premisas son verdaderas); sin embargo, éste no es válido categorialmente (es decir, es *incorrecto-L_c*), pues tiene un *error categorial*: un *salto del plano* semántico al ontológico: el hecho de que sea monosílaba la palabra 'sol' no implica o garantiza la existencia del sol, la estrella.

Claramente, esta noción de incorrección-L_c será mostrada conforme se desarrolle la exposición y no ahora.

Un argumento similar al anterior, al ejemplo 1.1, es lógicamente indeseable: pues hace trivial casi cualquier argumentación bajo ese modelo de inferencia no-categorial. Por esto, resulta que las maneras formales y meramente materiales de revisar un argumento son insuficientes (e.d., el criterio *soundness* es insuficiente). Se requiere, al menos, de otra herramienta. Y una herramienta candidata, pienso, es el sistema L_c (trataré esto con más detalle más adelante donde discutiré la idea de *soundness*).

Ya introducido el sistema, a partir de este momento, doy paso a la exposición formal de la propuesta.

Definición 1.1 (Plano categorial) Dada una oración cualquiera o_n, el *plano categorial* es el tipo lógico Φ al que pertenece dicha oración: $o_n \in \Phi$.

Postulado 1.2 Hay, al menos, dos planos categoriales: el ontológico (que denotaré con el signo '2') y el semántico ('3').

Postulado 1.3 El número de planos categoriales p es estipulable con $p \leq \aleph_0$.

Postulado 1.4 Toda oración o_n pertenece a algún plano categorial Φ.

Proposición 1.1 Hay, al menos, dos tipos lógicos.

Prueba. Dado el postulado 1.2, por definición 1.1 ■

Y por lo tanto, hay al menos dos conjuntos a los que las oraciones posibles pertenecen: el conjunto de las oraciones tipo *2*, y el conjunto de las oraciones tipo *3*.

Proposición 1.2 Toda oración pertenece a *2* ó a *3*.

Prueba. Dados el postulado1.4 y la proposición previa, toda oración pertenece a *2* ó a *3*. ■

Definición 1.3 (Marcos-L_c) Un *marco-L_{c-1}* es una 3-tupla $<0, \Phi, R_1>$ tal que Φ es el conjunto de tipos lógicos *2* y *3*. Y si $2, 3 \in \Phi$, introduciendo a *0* como valor anti-designado, entonces $R_1 = 2R_12$, $2R_13$, $3R_13$, donde R_1 es una relación de accesibilidad-L_{c-1}:

R_1	*2*	*3*
2	*2*	*2*
3	*0*	*3*

Un *marco-L_{c-2}* es una 3-tupla $<\Phi, \Theta, R_2>$ tal que Θ es el conjunto de los valores de validez categorial *v* y *i*. Y R_2 se define así: si $v, i \in \Theta$, entonces $22R_2v$, $23R_2v$, $33R_2v$. R_2 es una relación de accesibilidad-L_{c-2}:

R_2	2	3
2	*v*	*v*
3	*i*	*v*

Definición 1.4 (Asignaciones-L_c) Una *asignación-L_{c-1}* en un marco-L_{c-1} P = <0, Φ, R_1> es una función a: Φ x {o_1, ..., o_n} → {0, 2, 3}.

Y una *asignación-L_{c-2}* en un marco-L_{c-2} Q = <Φ, Θ, R_2> es una función α': Φ x {o_1, ..., o_n} → {*v*, *i*}.

Definición 1.5 (Valoraciones) Dada una asignación-L_{c-1} α en un marco-L_{c-1} P = <0, Φ, R_1>, una *valoración-1* es una función $\beta_{\{\Phi,\alpha\}}$ tal que para cualquier tipo lógico ***t*** y cualesquiera signos oracionales *A* y *B* se verifica:

- $\beta_{\{\Phi,\alpha\}}(t, A) = \alpha(t, A)$ cuando *A* es sólo un signo oracional.
- $\beta_{\{\Phi,\alpha\}}(t, \sim A) = \alpha(t, \sim A)$ cuando $\sim A$.
- $\beta_{\{\Phi,\alpha\}}(t, A \otimes B) = f_{\otimes}[\beta_{\{\Phi,\alpha\}}(t, A), \beta_{\{\Phi,\alpha\}}(t, B)]$, cuando ⊗ representa cualquier signo de operación-L_c binaria de orden 1.

Y una *valoración-2* es, dada una asignación-L_{c-2} α' en un marco-L_{c-2} Q = <Φ, Θ, R_2>, una función $\beta'_{\{\Theta,\Phi,\alpha'\}}$ tal que para cualesquiera signos oracionales *A* y *B* se verifica:

- $\beta'_{\{\Theta,\Phi,\alpha'\}}(v, t, A) = \alpha'(v, t, A)$ cuando *A* es sólo un signo oracional.
- $\beta'_{\{\Theta,\Phi,\alpha'\}}(v, t, \neg A) = \alpha'(v, t, \neg A)$ cuando $\neg A$.
- $\beta'_{\{\Theta,\Phi,\alpha'\}}(v, t, A \oplus B) = f_{\oplus}[\beta'_{\{\Theta,\Phi,\alpha'\}}(v, t, A), \beta'_{\{\Theta,\Phi,\alpha'\}}(v, t, B)]$, cuando ⊕ representa cualquier signo de operación-L_c binaria de orden 2.

Definición 1.6 (Validez-L_c) Si $\beta_{\{\Phi,\alpha\}}(t, A) = v$, diremos que el signo oracional *A* es *válido-L_c* en *t* del marco *P* para la asignación α. Y si $\beta'_{\{\Theta,\Phi,\alpha'\}}(v, t, \mathcal{A}) = v$, diremos que la forma argumental $\mathcal{A}$ es *válida-L_c* en el marco *Q* para α'. Es importante y preciso señalar que entenderé 'validez-L_c' como sinónimo de 'corrección-L_c'.

Definición 1.7 (Lógica p-categorial) Defino a L_c, en este momento de modo informal, como un cálculo que determina las relaciones de los planos categoriales en un argumento u oración mediante operaciones definidas.

2. El sistema

Definición 2.1 (Vocabulario L_c) Sea V_c un conjunto infinito numerable de signos a usar como *vocabulario* L_c y que se define de la siguiente manera:

- Signos operadores de orden 1: $\{\equiv, \rightarrow, \wedge, \vee, \sim\}$
- Signos operadores de orden 2: $\{\Rightarrow, \circ, \leftrightarrow, \neg\}$
- Signos agrupadores: {(,), [,], {, }}
- Signos oracionales: {P, Q,…}
- Signos de valoración de orden 1: {2, 3} inicialmente, aunque este conjunto será extendido.
- Signos de valoración de orden 2: {v, i}.

Definición 2.2 (Reglas de buena formación L_c) Sea B_c un conjunto finito de reglas a usar como *reglas de buena formación* L_c que se define recursivamente de la siguiente manera:

- Toda fbf de L_0 (lógica proposicional clásica) es fbf de L_c.
- Si cualesquiera fórmulas A y B son fbfs de L_c, entonces $A \leftrightarrow B$, $A \Rightarrow B$, $A \circ B$, $\neg A$, son fbfs de L_c.

Proposición 2.1 Una fbf-L_c A es v syss su valoración es v.

Prueba. Sea A una fbf-L_c. Si A es v, entonces a A se le asigna el valor v. Supongamos que A es v, pero no se le asigna el valor v. Entonces, dada la proposición 2.2, A tiene que ser i. Pero esto es absurdo. Luego, si A es v, el valor de A es v; y viceversa. Luego, $A = v$ syss $\phi(A) = v$. ■

Proposición 2.2 A toda fbf-L_c A le corresponde una valoración ϕ, tal que $\phi(A)$ es v o i.

Prueba. Dada la *valoración-2*, una función $\beta'_{\{\Theta, \Phi, \alpha'\}}$ y una fbf-L_c A, $\beta'_{\{\Theta, \Phi, \alpha'\}}(v, t, A) = \alpha'(v, t, A)$ cuando A es un sólo signo oracional. Entonces, trivialmente, A ha de tener un valor, ya sea designado o antidesignado, esto es, ya sea i o sea v. ■

Definición 2.3 (Forma argumental-L_c) Dado un conjunto de fbfs de L_c, una *forma argumental-L_c* es una secuencia finita de fbfs-L_c, tal que una de ellas es la conclusión y las demás son premisas.

Definición 2.4 (Forma enunciativa) Dada una forma argumental-L_c, su respectiva *forma enunciativa* consiste en la colocación de las premisas y la conclusión en un sólo renglón, de tal suerte que las premisas están conjuntadas, y la conclusión está implicada por todas las premisas.

Proposición 2.3 (Una forma argumental-L_c $\mathcal{A}$ es v syss su forma enunciativa es v)

Prueba. Es trivial. ■

Con todo, es notable que L_c es un sistema susceptible de modelización. En este caso, asignaré tres interpretaciones más, con lo que tendremos cuatro modelos para L_c:

- Un modelo ontológico-semántico (el modelo inicial).
- Un modelo epistémico-doxástico [6, p. 191].
- Un modelo modal-alético [6, p. 157].
- Un modelo modal-deóntico [6, p. 213], [7, p. 49].

Esta modelización se justifica recurriendo al postulado 1.3.

Definición 2.5 (Valoración δ) Sea Φ_i un conjunto de tipos lógicos:

- $\Phi_1 = \{S, O\}$, donde *S* representa el *plano semántico* y *O* el *ontológico*.
- $\Phi_2 = \{E, D\}$, donde *E* representa el *plano epistémico* y *D* el *doxástico*.
- $\Phi_3 = \{N, P\}$, donde *N* representa el *plano de la necesidad* y *P* el de la *posibilidad*.
- $\Phi_4 = \{G, L\}$, donde *G* representa el *plano de la obligatoriedad* y *L* el de la *licitud*.

La *valoración* δ, dada la valoración-1 y la valoración-2, queda definida bajo la función $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}$ y la función $\delta'_{\{\Theta,\, \Phi i,\, \alpha'\}}$ tal que para cualesquiera signos oracionales *A* y *B* se verifica:

- $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A) = \alpha(t, A)$ cuando *A* es sólo un signo oracional.
- $\delta'_{\{\Theta,\Phi i,\alpha'\}}(v, t, A) = \alpha'(v, t, A)$ cuando *A* es sólo un signo oracional.
- $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, \sim A) = f_{\sim}[\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A)]$
- $\delta'_{\{\Theta,\Phi i,\alpha'\}}(v, t, \neg A) = f_{\neg}[\delta'_{\{\Theta,\Phi i,\alpha'\}}(v, t, A)]$
- $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A \wedge B) = f_{\wedge}[\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A)$ y $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, B)]$
- $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A \vee B) = f_{\vee}[\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A)$ ó $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, B)]$
- $\delta'_{\{\Theta,\Phi i,\alpha'\}}(v, t, A \circ B) = f_{\circ}[\delta'_{\{\Theta,\Phi i,\alpha'\}}(v, t, A)$ y $\delta'_{\{\Theta,\Phi i,\alpha'\}}(v, t, B)]$
- $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A \rightarrow B) = f_{\rightarrow}[\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A), \delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, B)]$
- $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A \leftrightarrow B) = f_{\leftrightarrow}[\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A)$ y $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, B)]$
- $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A \equiv B) = f_{\equiv}[\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, A)$ y $\delta_{\{\Phi i,\alpha\}}(t, B)]$
- $\delta'_{\{\Theta,\Phi i,\alpha'\}}(v, t, A \Rightarrow B) = f_{\Rightarrow}[\delta'_{\{\Theta,\Phi i,\alpha'\}}(v, t, A), \delta'_{\{\Theta,\Phi i,\alpha'\}}(v, t, B)]$

Proposición 2.4 δ es modelo de L_c.

Prueba. Sea β la valoración inicial. La valoración δ es un modelo para L_c si toda fbf-L_c de la valoración β es satisfecha por la valoración δ. Supongamos que existe una fbf-L_c que sea válida bajo β pero no lo sea bajo δ, entonces será falso que δ dé como resultado los mismos resultados que β cuando los tipos lógicos $f(\beta) = \delta$ y $f(\delta) = \beta$ sean asignados a las fbf-L_c. Esto último es falso, puesto que bajo δ, cuando $\delta(\beta) = \beta(\delta)$, $\delta = \beta$. Se sigue que δ es modelo de Γ, y por tanto, δ es un modelo de L_c. ■

Con esto pasamos a lo siguiente:

Definición 2.7 (Valoración ι) Dado un conjunto de modelos[1] $M = \delta(\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3)$, una *valoración* ι es una función ι: M → N, tal que $\{N\} \subsetneq \{2\}$, $\{O, E\} \subsetneq \{3\}$, $\{P, D\} \subsetneq \{4\}$, $\{S\} \subsetneq \{5\}$.

Definición 2.8 (Asignaciones ι) Una *asignación* ι_l es una función tal que, dado un marco $<M, R_i>$, ι_1: $M \times \{\alpha_i\} \rightarrow M$, siendo esta una asignación para los operadores-L_c de orden 1. Y una *asignación* ι_2 es una función ι_2: $M \times \{\alpha_i\} \rightarrow \{v, i\}$; esta última es una asignación para los operadores-L_c de orden 2 del siguiente modo[2]:

$$f_{\sim}(\alpha) = \alpha$$

$$f_{\wedge,\vee}(\alpha, \beta) = \min(\alpha,\beta)$$

$$f_{\rightarrow}(\alpha, \beta) = \alpha, \text{ si } f(\alpha) \leq f(\beta)$$

$$f_{\Rightarrow}(\alpha_1,\ldots,\alpha_n,\beta) = v, \text{ si } f.(\alpha_1,\ldots,\alpha_n) \leq f(\beta) \text{ y } f.(\alpha_1,\ldots,\alpha_n) \neq i$$

$$f_{\neg}(\alpha) = v, \text{ si } f(\alpha) \notin M$$

$$f.(\alpha_1, \ldots, \alpha_n) = v, \text{ si } \exists f_{\rightarrow}(\alpha_i,\ldots,\alpha_n) \leq 5 \text{ y } \exists f(\alpha_{j=i}) = 2;$$

$$v, \text{ si } \exists f_{\vee}(\alpha_i,\ldots,\alpha_n) \leq \alpha_i \text{ y } \exists f(\alpha_{j=i}) \leq \alpha_i;$$

$$v, \text{ si } f(\alpha) = f(\beta) \text{ y } f(\alpha) \neq 0$$

3. Discusión

Pretendo mostrar ahora que *el criterio soundness*, tal como quedó definido en la sección 1, *es insuficiente para la argumentación filosófica*. Presento un argumento central, un argumento periférico y, finalmente, una digresión.

---

[1] No me ocuparé de Φ_4, sin embargo, es claro que el modelo general se aplica a éste del mismo modo como se aplica al modelo inicial Φ_1.

[2] En otro lugar propuse métricas diferentes, a veces más restrictivas, como en $f_{\wedge}(\alpha, \beta) = \alpha$, si $f(\beta) = f(\alpha)$; $f_{\sim}(\alpha) = -\alpha(\text{mod } 3)$; $f_{\sim}(\alpha) = -\alpha$. (Véase: Castro 2006).

3.1 Argumento central

Supóngase que el criterio *soundness* es suficiente para la argumentación filosófica. Si esto es así, dicho criterio no ha de permitir el error categorial. Pero el consecuente es falso (pues hay argumentos *sound* que tienen un tipo de incorrección que el criterio *soundness* no puede filtrar, a saber: la incorrección categorial). Luego, el criterio *soundness* no es suficiente para la argumentación filosófica.

3.2 Argumento periférico

El criterio *soundness* depende de dos componentes: verdad y validez. La siguiente tabla ejemplifica tal criterio: *OV*, oraciones verdaderas; *OF*, oraciones falsas; VL_0, forma lógica válida en L_0 –e.d., lógica con el criterio clásico de validez. IL_0, forma lógica inválida en L_0:

TABLA A	*OV*	*OF*
VL_0	Sound	Unsound
IL_0	Unsound	Unsound

Ahora bien, el criterio *soundness* es insuficiente para la argumentación filosófica porque no permite filtrar información semántica que no depende del dominio de valores {V, F} ni de la relación formal entre premisas y conclusión (validez e invalidez en sentido clásico): hay información que no es "detectada" por los filtros del criterio *soundness*.

L_c permite agregar filtros al anterior criterio y ampliar el marco de filtración de la siguiente manera: *OV*, oraciones verdaderas; *OF*, oraciones falsas; VL_0, forma lógica válida en L_0–e.d., lógica con el criterio clásico de validez. VL_c, forma lógica válida en L_c; IL_0, forma lógica inválida en L_0; IL_c forma lógica inválida en L_c:

TABLA B	*OV*	*OF*	*OV* y VL_c
VL_0	Unsound	Unsound	*Sound* (L_c)
IL_0	Unsound	Unsound	Unsound
VL_c	Unsound	Unsound	Unsound
IL_c	Unsound	Unsound	Unsound

Nótese, entonces, que lo que en la tabla *A* era *sound*, en la tabla *B* ya no lo es: aparece un nuevo sentido de *soundness* dado por L_c. L_c es un sistema que implica el criterio *soundness* en sentido clásico, pero que añade un nuevo criterio, *soundness-L_c*, para la argumentación filosófica.

Para reiterar: si la argumentación filosófica funcionara sin planos categoriales, sería suficiente una lógica con el mero criterio *soundness*; pero el consecuente es falso: la argumentación filosófica funciona con planos categoriales. Si bien la lógica clásica es perfecta para modelar razonamiento filosófico –o de otro tipo– en sólo un plano categorial (e.d., en clases de equivalencia unitarias del conjunto {N, O, E, S, P, D, G, L}), no lo es cuando modela razonamientos con más de un plano categorial, al menos, de los dados en este trabajo, pues el razonamiento filosófico no se limita a manejar un único plano categorial.

3.3 Digresión: lógica y argumentación filosófica

Se considera que la lógica clásica es tópicamente neutra y completamente general [3, p. 7]. Acepto, con reservas, esta tesis. Lo que no acepto, sin reservas, es que se confunda a la lógica clásica con el razonamiento filosófico, pues éste no es tópicamente neutro ni completamente general y, en consecuencia, el criterio *soundness* es insuficiente.

El problema ha sido intercambiar, pretendiendo una sustitución *salva vertitate*, 'lógica' por 'razonamiento filosófico', pero de ser así, entonces el siguiente argumento sería *sound*:

1. La lógica es tópicamente neutral y general.
2. El razonamiento filosófico es lógica.

C. Luego, el razonamiento filosófico es tópicamente neutral y general.

Pero el razonamiento filosófico no es tópicamente neutral ni general. En consecuencia, me parece, el razonamiento filosófico es un razonamiento *sui generis*. Y aquí me adhiero a la sentencia de Kripke: "No hay ningún sustituto matemático para la filosofía" [5, p. 21].

4. Resumen

Ante el problema propuesto de si hay algún cálculo inferencial que regule la relación entre planos categoriales he argumentado que sí lo hay.

Ejemplo 4.1 Como ejemplo de este cálculo tómese el argumento inicial que generó el problema:

1. Si el 'sol' es monosílabo, el sol existe.
2. El 'sol' es monosílabo.

C. Luego, el sol existe.

Usando L_c, el anterior argumento, dada ι, queda del siguiente modo:

1. $S_5 \rightarrow S_3$
2. S_5

C. S_3

Este argumento, aunque es válido en L_0 (y cumple con la condición de ser *sound*) no puede ser válido-L_c, (e.d., hace un salto categorial que queda computado en *i*):

S	$\rightarrow$	*S*	$\circ$	*S*	$\Rightarrow$	*S*
5	0	3	*i*	5	*i*	3

5. Investigación y trabajo futuro

5.1 Sistemas multimodales

Actualmente me encuentro trabajando en sistemas de planos categoriales relacionados con sistemas multimodales como los usados en la programación de sistemas multi-agentes en Inteligencia Artificial [8, p. 267].

5.2 Sistemas relevantes

Asimismo, en la creación de un sistema de planos categoriales *plus*, L_{c+}, de tal modo que L_c incluya explícitamente axiomas, teoremas o nociones de las lógicas relevantes como las de Anderson y Belnap. La aproximación es semántica e incluye relaciones en *M* con pesos asociados *w* dentro de un universo de discurso *D* bien definido.

5.3 Sistemas *fuzzy*-multimodales

También me encuentro trabajando en un sistema donde, dado *M*, se introduce una función *z* tal que $z: [0,1] \times M, w_i \rightarrow \{2, 3, 4, 5, 6\}$, de tal modo que *z* permite una difusión (*fuzzification*) del sistema L_c para que éste pueda incorporarse al estudio de sistemas multi-modales con gradación para la modelización de creencias, deseos e intenciones [1, p. 86], [2, p. 195] en agentes y sistemas multi-agentes. Lo cual es consistente con las definiciones originales de L_c, pues éstas se comportan como T-normas y S-normas.

Bibliografía citada

[1] Bratman, M.; *Intentions, plans and practical reason*, Harvard University Press, Cambridge, 1987.

[2] ___; *Structures of agency*, Oxford University Press, Nueva York, 2007.

[3] Cabrera, J.; "¿Es realmente la lógica tópicamente neutra y completamente general?", en *Ergo, Nueva Época,* No. 12, Xalapa, Veracruz, México, marzo, 2003.

[4] Domínguez, P.; *Lukasiewicz*, Ediciones del Orto, Madrid, 2000.

[5] Haack, S.; *Filosofía de las lógicas*, Cátedra, España, 1982.

[6] Redmond, W.; *Lógica simbólica para todos*, UV, México, 1999.

[7] von Wright, G. H.; *Normas, verdad y lógica*, Ediciones Coyoacán, México, 2002.

[8] Wooldridge, M.; *An introduction to multi-agent systems*, Wyley & Sons, Londres, 2002.

Bibliografía consultada

Castro, J. Martín; *Lógica Categorial*, Trabajo Recepcional, Facultad de Filosofía, Universidad Veracruzana, 2006.

Herrera, A. y Torres J.; *Falacias*, Ed. Torres y Asociados, México, 1994.

Hughes, G. E., Cresswell, M. J.; *A new introduction to modal logic*, Routledge, Gran Bretaña, 1996.

Orayen, R.; *Lógica, significado y ontología*, UNAM, México, 1989.

Peña, L.; *Introducción a las lógicas no clásicas*, UNAM, México, 1993.

____; *Rudimentos de lógica matemática*, CSIC, Madrid, 1991.

Recibido el 20 de abril, revisado el 20 de mayo, aprobado el 20 de junio de 2007.