INDETERMINISMO Y FORMALIZACION DEL TIEMPO*

MARGARITA VÁZQUEZ

1. Introducción

Dice Aristóteles, en el capítulo 9 de *De Interpretatione:*

> Lo que existe debe necesariamente existir cuando existe; lo que no existe no puede existir cuando no existe. Sin embargo, no todo lo que existe viene a ser o existe por necesidad con mayor razón que lo que no existe. Que lo que existe debe necesariamente existir cuando "existe", no significa lo mismo que decir que todas las cosas vienen a ser necesariamente. Y eso mismo hay que decir también de lo que no existe. Y también eso es lo que hay que decir de las proposiciones contradictorias. Es decir, todas las cosas deben ser o no ser, deben venir a ser o no venir a ser, en tal o cual tiempo futuro. Pero no podemos decir con exactitud cuál de las dos alternativas haya de venir a tener efecto. Por ejemplo, mañana deberá tener lugar una batalla naval o no deberá tener lugar. Sin embargo, aquí no hay implícita ninguna necesidad de que realmente tenga o no tenga efecto la batalla naval. Lo necesario es que ello suceda mañana o que no suceda. Y así, igual que la verdad de las proposiciones consiste en su correspondencia con los hechos, es evidente, en el caso de los sucesos en que hay una contingencia o una potencialidad en sentidos opuestos, que los dos sucesos contradictorios acerca de esos sucesos tengan el mismo carácter.
>
> Respecto de lo que no existe siempre o no es en todo tiempo inexistente, nos encontramos exactamente con este mismo caso. Una mitad de la contradicción dicha debe, en efecto, ser verdadera, y la otra mitad debe ser falsa. Pero no podemos decir cuál de las dos mitades es cada una de estas cosas. Aunque sea posible que una de ellas sea más probable que la otra, no puede aún ser verdadera o falsa, en el caso de las afirmaciones y negaciones. Pues el caso de las cosas que son aún potencialmente, no actualmente, existentes, es distinto del de las cosas actuales. Es como lo hemos enunciado antes.

Con ello abre la polémica sobre los futuros contingentes, que va a estar presente a lo largo de toda la historia de la lógica. El problema aquí es determinar si las proposiciones que hablan acerca del futuro son ya actualmente verdaderas o falsas. La respuesta a esta cuestión está estrechamente vinculada con la del determinismo o indeterminismo del tiempo (especialmente, con el determinismo o indeterminismo del futuro). Si pensamos que todo lo que

" Agradezco a Carlos Alchourrón, Juan Rodríguez Larreta, Sebastián Álvarez y Manuel Liz los comentarios a versiones anteriores de este trabajo. Este trabajo fue presentado en SADAF en julio de 1994.

sucede, sucede por necesidad, es decir, si pensamos que todos los acontecimientos están determinados de una manera unívoca, entonces podemos pensar que los sucesos del futuro tienen ya ahora un valor de verdad. En cambio, si pensamos que el futuro es incierto, que hay muchas posibilidades, o, utilizando una metáfora de Borges, es un jardín de senderos que se bifurcan, no podemos hablar de que las proposiciones acerca del futuro tengan ya ahora un valor de verdad. Nos enfrentamos, pues, a un futuro. contingente.

En la postura contraria estaría el fatalista o determinista. El fatalista piensa que el futuro está completamente determinado por el pasado y que ningún hecho sucede por azar.

En nuestro siglo, Arthur N. Prior (Prior 1967, capítulo 7) desarrolla varios sistemas de lógica temporal, muy vinculados a sistemas de lógica modal y que ofrecen diversas concepciones acerca del tiempo, introduciendo unos operadores para la lógica temporal que ya se han convertido en habituales. Estos son:

• F para el futuro,
• P para el pasado,
• G, equivalente a ¬F ¬, para "será siempre en el futuro que".
• H, equivalente a ¬P ¬, para "ha sido siempre en el pasado que".

Entre los sistemas de lógica temporal que Prior desarrolla, hay unos que representan el tiempo indeterminista, entendiendo por esto el tiempo en que los hechos del pasado están fijados, mientras que los del futuro se mueven dentro del ámbito de la posibilidad. Dicho en otras palabras, el pasado es lineal y el futuro es ramificado. El presente representa ese punto donde, a partir de una línea recta, surgen las ramas. Estos sistemas creados por Prior se denominan ockhamista y peirceano por los autores de las ideas que los inspiran.

La lógica ockhamista responde a la idea de que sólo las proposiciones en tiempo pasado que no son equivalentes a unas en tiempo futuro son necesarias en virtud de su ser pasadas. Serían equivalentes a unas en tiempo futuro aquellas que aun siendo en principio pasadas hablasen **acerca del futuro.** Por ejemplo, "fue ayer que dentro de cinco días sería necesariamente que...". Un modelo ockhamista se definiría aquí como una línea sin principio ni fin, que se puede partir en ramas cuando se mueve del pasado al futuro, aunque no en el otro sentido.

La lógica peirceana está basada en la idea de que hay dos maneras de interpretar el enunciado "no será el caso que p":

• "será el caso que no p"
• "no es el caso que será p"

La primera de las interpretaciones no plantea problemas desde este punto de vista, una ocurrencia de no p en el futuro bastaría para hacer verdadera esta proposición. Pero la segunda sí. Si decimos que "no es el caso que será p, éste no ser el caso puede ser por dos motivos distintos: puede estar ya establecido de una manera definitiva que no p será el caso o puede que no esté todavía establecido si p será o no será. Así, los peirceanos niegan que podamos decir siempre que será el caso que p o que será el caso que no p. Esto no afecta al tercio excluso, pues lo que se rechaza es $Fp \vee F \neg p$, y no $Fp \vee \neg Fp$. Con ello, habrá de abandonar algunas leyes de la lógica ockhamista.

En la lógica ockhamista hay una diferencia entre "será" y "necesariamente será". En la lógica peirceana no, todo "será" es "será necesariamente". De aquí que la lógica peirceana haya sido caracterizada algunas veces como un fragmento de la lógica ockhamista.

2. Estructuras arbóreas paras las lógicas ockhamista y peirceana

Podemos definir semánticas ockhamista y peirceana por medio de sus correspondientes modelos, en los que W representa un conjunto de instantes o momentos de tiempo y R la relación de ulterioridad o relación antes/después entre esos instantes. Un modelo para la lógica ockhamista definido en términos de estructura arbórea, modelo-O, es una estructura del tipo <W, R, v>, donde,

- $W \neq \varnothing$
- R es una relación en W de orden parcial y tal que si w_iRw y w_jRw, entonces o $w_i = w_j$ o w_iRw_j o w_jRw_i
- siendo w_i un elemento de W, una rama r a través de w_i es un subconjunto de W linealmente ordenado tal que $w_i \in r$. Cw_i es el conjunto de ramas que contienen a w_i. Para cualesquiera w_j, $w_i \in r_1$ y r_1, $r_2 \in Cwi$, si w_jRw;, entonces $w_j \in r_2$.
- siendo F el conjunto de todas la fórmulas bien formadas (fbf), v: FXW $\rightarrow$ 1,0 que cumple las siguientes condiciones para cualesquiera w_i, $w_j \in$ W, r_1, r_2 e Cw_i, A, B $\in$ F y variable proposicional p:

  1. $v(p, w_i, r_1) = 1$ ó $v(p, w_j, r_1) = 0$
  2. $v(A \rightarrow B, w_i, r_1) = 1$ syss $v(A, w_i, r_1) = 0$ ó $v(B, w_i, r_1) = 1$
  3. $v(\neg A, w_i, r_1) = 1$ syss $v(A, w_i, r_1) = 0$

4. $v(PA, w_i, r_1) = 1$ syss para algún w_j, tal que w_jRw_i, $v(A, w_j, r_1) = 1$.[1]
5. $v(FA, w_j, r_1) = 1$ syss para algún $w_j \in r_1$) tal que w_iRw_j, $v (A, w_j, r_1) = 1$
6. $v(LA, w_i, r_1) = 1$ syss para toda r_2, $v(A, w_i, r_2) = 1$

Una fbf A es O-satisfacible syss existe un modelo-O, una rama r_1, y un momento w_i, tales que $v(A, w_i, r_1) = 1$. Una fbf A es O-válida syss para todo modelo-O, toda rama r_1 y todo w_i, $v(A, w_i, r_1) = 1$.

Podemos obtener de aquí un conjunto de reglas que nos permitan decidir fácilmente si una fbf pertenece o no al sistema ockhamista:

- Cuando PA vale 0, A vale 0 en todos los momentos anteriores.
- Cuando FA vale 0, A vale 0 en todos los momentos posteriores de esa rama.
- Cuando PA vale 1, A vale 1 en algún momento anterior.
- Cuando FA vale 1, A vale 1 en algún momento posterior de esa rama.
- Cuando LA vale 1, A vale 1 en toda rama y en ese momento.
- Cuando LA vale 0, A vale 0 en alguna rama y en ese momento.
- Cuando MA vale 1, A vale 1 en alguna rama y en ese momento.
- Cuando MA vale 0, A vale 0 en toda rama y en ese momento.

Según esta semántica, vemos que es válida $PLp \rightarrow LPp$.

Ejemplo: Si $PLp \rightarrow LPp$ vale 0 en w_0, entonces PLp vale 1 y LPp vale 0. Si PLp vale 1 en w_0, Lp vale 1 en algún momento anterior. Supongamos que este momento es w_{-2}. En w_{-2} Lp vale entonces 1 y p vale allí 1. Si LPp vale 0, Pp vale 0 en w_0. Entonces, p vale 0 en todos los momentos anteriores, lo cual sabemos que no es posible porque p vale 1 en alguno de ellos. Por lo tanto, no hay ninguna asignación que dé a $PLp \rightarrow LPp$ el valor 0.

En el sistema peirceano no tenemos el operador de necesidad, pues el operador de futuro es el equivalente a necesario en el futuro, y en el pasado y presente la necesidad sólo se refiere a la rama y momento en cuestión por lo que es innecesaria. Para el futuro empleamos dos operadores: FA para "necesariamente será que A" (al menos una vez) y GA para "será siempre que A".[2] El modelo peirceano diferirá, pues, del ockhamista en los puntos 5 y 6 de la evaluación. Esta queda:

[1] Tal como quedó definido, Cw_i, es el conjunto de ramas que contienen a w_i y en todas las ramas r, tales que $r \in Cw_i$, todos los w_j, tales que w_jRw_i coinciden. Es por esto que en la condición para PA no importa de qué rama sea el momento w_j que precede a w_i y la especificación de la mina r_l sea superflua. Esto no sucederá en el caso de FA, donde la evaluación no se podría realizar sin tener en cuenta una rama concreta, aunque esta rama sea una cualquiera de las que divergen a partir de w_i.

[2] Este GA es equivalente al GA ockhamista. En el sistema peirceano $\neg F \neg A$ se definirá como gA, que equivaldría a un $\neg LF\neg A$ y se interpretará como "posiblemente será el caso que". El equivalente al FA ockhamista sería el fA peirceano, que es la definición peirceana de $\neg G \neg A$.

Siendo F el conjunto de todas las fórmulas bien formadas (fbf), v: FXW→1,0 que cumple las siguiente condiciones para cualesquiera w_i, $w_j \in W$, r_1, $r_2 \in Cw_i$, A, B $\in$ F y variable proposicional p:

1. $v(p, w_i, r_1) = 1$ ó $v(p, w_i, r_1) = 0$
2. $v(A \rightarrow B, w_i, r_1) = 1$ syss $v(A, w_i, r_1) = 0$ ó $v(B, w_i, r_1) = 1$
3. $v(\neg A, w_i, r_1) = 1$ syss $v(A, w_i, r_1)= 0$
4. $v(PA, w_i, r_1) = 1$ syss para algún w_jRw_i, $v(A, w_j, r_1) = 1$
5. $v(FA, w_i, r_1)= 1$ syss para toda r_2 y algún w_j, tal que w_iRw_j y $w_j \in r_2$, $v(A, w_j, r_2) = 1$
6. $v(G A, w_i, r_1) = 1$ syss para toda r_2 y todo w_j, tal que w_iRw_j y $w_j \in r_2$ $v(A, w_j, r_2) = 1$

Cambiaremos también las reglas relativas a F, introduciremos las relativas a G y a H (entendido como ¬P¬) y suprimimos la de L.

- Cuando PA vale 0, A vale 0 en todos los momentos anteriores.
- Cuando FA vale 0, A vale 0 en todo momento posterior de una rama.
- Cuando PA vale 1, A vale 1 en algún momento anterior.
- Cuando FA vale 1, A vale 1 en algún momento posterior de toda rama.
- Cuando GA vale 1, A vale 1 en todo momento posterior de toda rama.
- Cuando GA vale 0, A vale 0 en algún momento posterior de una rama.
- Cuando HA vale 1, A vale 1 en todo momento anterior.
- Cuando HA vale 0, A vale 0 en algún momento anterior.

Aquí se puede comprobar cómo $Fp \vee \neg Fp$ es válida y, en cambio $Fp \vee F\neg$ no lo es.

3. Sistemas axiomáticos

Mientras que la semántica de estas lógicas ha tenido muchos desarrollos, el estudio sobre los sistemas axiomáticos que las recogen tiene todavía algunos puntos importantes pendientes, especialmente en el enfoque ockhamista. En (GHyR 1994) se encuentran recogidas las características formales más importantes de estos sistemas.

La lógica ockhamista. no ha sido todavía axiomatizada. Sólo ha sido axiomatizado y demostrado que es decidible el conjunto de las fórmulas ockhamistas fuertemente válidas.3 Burgess (Burgess 1979) demostró esta decidibilidad.

[3] La validez fuerte ockhamista se define no con respecto al conjunto de todas las ramas de una estructura arbórea (corno sucede con la validez ockhamista normal), sino con respecto a un haz (de ramas) dentro de ese conjunto. A la satisfacción con respecto a uno de estos haces se le llama "pseudo-satisfacción" y se dice que una fórmula ockhamista es fuertemente válida cuando su negación no es ni siquiera pseudo-satisfacible.

Kamp fue el primero que axiomatizó finitamente el conjunto de fórmulas ockhamistas que son fuertemente válidas, pero lo hizo bajo el supuesto de que el tiempo es denso. Ya sin este supuesto, lo axiomatizó posteriormente Zanardo (Zanardo 1985). La parte modal de este sistema axiomático se corresponde con el sistema de lógica modal S5 y la parte puramente temporal con un sistema de lógica temporal lineal. Los axiomas más interesantes son los que combinan operadores modales y temporales. Estos son (GHyR 1994):

1. $A \rightarrow LA$, para cualquier A que no contenga a F.
2. $(\neg r \wedge Hr \wedge LA) \rightarrow GLH((\neg r \wedge Hr) \rightarrow A)$
3. $A \rightarrow GLPMA$

Y como reglas:

1. Modus ponens
2. Si_ A, entonces _ LA
3. Si_ A, entonces _ GA
4. Si_ A, entonces _ HA
5. Si q es una variable atómica qué no aparece en A y _ $(\neg q \wedge Hq) \rightarrow A$, entonces _ A

Todas las fórmulas ockhamistas fuertemente válidas son fórmulas ockhamistas válidas (no al contrario), por lo que los axiomas anteriormente citados son válidos para la semántica ockhamista arbórea presentada en el aparato anterior. Se puede probar esto incluso sustituyendo la A del segundo axioma por FA. Veamos cómo sería: si damos a $(\neg r \wedge Hr \wedge LFA) \rightarrow GLH((\neg r \wedge Hr) \rightarrow FA)$ el valor 0 en w_0, entonces en w_0, $(\neg r \wedge Hr \wedge LFA)$ vale 1 y $GLH((\neg r \wedge Hr) \rightarrow FA)$ vale 0. Si $(\neg r \wedge Hr \wedge LFA)$ vale 1, en ese momento $\neg r$ vale 1, r vale 0, Hr vale 1 y LFA vale 1. Si Hr vale 1, en todo momento anterior a w_0, esto es, en $w_{-1}, w_{-2}, w_{-3}, w_{-4}, \ldots$, r vale 1. Si LFA vale 1, entonces en toda rama que parte de w_0, FA vale 1 en este momento, y en algún momento cualquiera posterior en cada una de las ramas A vale 1. Vayamos con la otra parte. Si $GLH((\neg r \wedge Hr) \rightarrow FA)$ vale 0 en w_0, entonces en algún momento posterior en alguna de las ramas que parten de aquí, $LH((\neg r \wedge Hr) \rightarrow FA)$ vale 0. Si esto es así $H((\neg r \wedge Hr) \rightarrow FA)$ vale 0 en alguna rama de las que partan de ese momento en el que nos encontramos ahora, en ese momento. Como H se refiere al pasado y los pasados son comunes, si es 0 en una rama lo es en todas, por lo que asumimos que lo es en la rama en la que nos encontramos actualmente. Entonces $((\neg r \wedge Hr) \rightarrow FA)$ vale 0 en algún momento anterior al momento en que nos encontramos.

Si, por ejemplo, estamos en w_{27}, esto puede ser en w_{26} o w_{25},..., o w_0, 0 w_{-1}... Así, si es en w_{22}, tendremos que $\neg r$ vale 1, *r* vale 0, *FA* vale 0 y *Hr* vale 1. Si *Hr* vale aquí 1, *r* vale 1 en todos los momentos anteriores y sabemos que, al menos en w_0, *r* vale 0. Este resultado se extiende para cualquier momento al azar, que tomemos posterior en w_0, ¿Qué sucede si el momento elegido es anterior a w_0, Si es en w_{-7}, tendremos que allí $\neg r$ vale 1, *r* vale 0, *FA* vale 0 y *Hr* vale 1. Pero sabemos que en todos los momentos anteriores a w_0, *r* vale 1, con lo que en cualquier momento que hubiésemos elegido anterior a w_0, nos hubiese aparecido la contradicción. Y si el momento es w_0, la contradicción se establece entre *FA* que vale ya allí 1 y que ahora vale 0.

Con respecto al enfoque peirceano, Burgess (Burgess 1980) demostró que es decidible y axiomatizó el conjunto de fórmulas válidas peirceanas. Este es el siguiente:

- Ax. 0. Todos los de la lógica proposicional
- Ax.1

la. $H(p \to q) \to (Hp \to Hq)$
lb. $G(p \to q) \to (Gp \to Gq)$
lc. $G(p \to q) \to (Fp \to Fq)$

- Ax.2

2a. $Hp \to \neg H \neg p$
2b. $Gp \to Fp$
2c. $Gp \to \neg F \neg p$

- Ax.3

3a. $Hp \to HHp$
3b. $Gp \to GGp$
3c. $FFp \to Fp$

- Ax.4

4a. $p \to G \neg H \neg p$
4b. $p \to H \neg G \neg p$

- Ax.5

5a. $Hp \to (p \to (Gp \to GHp))$
5b. $Hp \to (p \to (\neg F \neg p \to \neg F \to Hp))$

- Ax. 6. $FGp \rightarrow GFp$

Como reglas están:

Rg. 0. Regla de sustitución
Rg. 1. Si _ $\alpha \rightarrow$ _ y _α, entonces _ _
Rg. 2.
    2a. Si _ α, entonces _ $H\alpha$
    2b. Si _ α, entonces _$G\alpha$

Rg. 3. Si α es una variable que no aparece en _ y _$H\neg\alpha \rightarrow (\neg\alpha \rightarrow (G\alpha \rightarrow$ _$))$, entonces _ _

Se puede comprobar aquí, de manera sencilla, con la semántica anteriormente indicada que estos axiomas son válidos en la lógica peirceana. En (Burgess 1980) se presenta una amplia lista de teoremas válidos a partir de este sistema axiomático.

En (AEyF 1990) se presenta un sistema que conjuga ambas perspectivas, ockhamista y peirceana, y que tiene interesantes aplicaciones informáticas.

4. Indeterminismo y fatalismo

La pregunta que surge es si estos sistemas pueden traer alguna luz a la discusión sobre el indeterminismo del tiempo y las ramificaciones en el futuro, es decir, sobre su asimetría. Todos estos sistemas afirman una diferencia ontológica entre el futuro y el pasado, un futuro ramificado e indeterminado y un pasado lineal y ya establecido.

Entre los estudios más clásicos sobre el tiempo, está el de McTaggart (McTaggart 1927), donde se presentan dos tipos de series temporales. La serie A que localiza un suceso relativo a un ahora, que representa el tiempo genuino, y la serie B que localiza un suceso relativo a otro suceso. Mediante un argumento muestra que el ahora móvil de la serie A no puede existir y que, por lo tanto, el tiempo no existe. Horwich (Horwich 1987) ataca la prueba de McTaggart, rechazando alguna de sus premisas, y afirma que no hay asimetría ontológica entre el pasado y el futuro. Si esto fuese así, las formalizaciones de las estructuras temporales arbóreas no tendrían mucho sentido. Horwich se sirve de esta misma idea para analizar también el argumento del fatalista. El niega que haya asimetría ontológica entre el futuro y el pasado cuestionando la determinación del pasado. Su estrategia para cuestionar esto pasa por atacar el argumento del fatalista. Para él, el argumento del fatalista discurre de la siguiente manera:

- Debido a la orientación hacia el futuro de la causación, el pasado está determinado y más allá de nuestro control, (1) $PA \rightarrow LPA$
- Sustituimos A por "B será verdad en el futuro", (2) $PFB \rightarrow LPFB$
- PFB y FB son equivalentes, con lo que de (2) obtenemos: (3) $FB \rightarrow LFB$
- Un acto C puede ocurrir o no en el futuro, con lo que (4) $FC \vee F\neg C$
- Si sustituimos la B de (3) por C y por ¬C, tenemos (5) $LFC \vee LF\neg C$.

Para Horwich lo único cuestionable en este argumento es el punto 1, por lo que concluye que el pasado no está determinado, como solución para salvar del fatalismo. De esta manera, el indeterminismo acerca del futuro se salva con la renuncia al determinismo del pasado y con la negación de un estatuto ontológico diferente para el pasado y para el futuro. Pero, después de lo que hemos visto hasta aquí, desde una posición indeterminista se pueden cuestionar otras líneas de ese razonamiento sin renunciar L nada. De hecho se pueden atacar otras líneas: la equivalencia de la línea 3 entre PFB y FB es inadmisible en el enfoque ockhamista, puesto que el FB de PFB puede ser ya pasado ahora, mientras que el FB simple es todavía futuro. La afirmación de la línea 4 ha sido duramente criticada por la lógica temporal peirceana y, como hemos visto, se puede cuestionar sin poner en duda, como dice Horwich, el tercio excluso porque no es un tercio excluso. La conclusión de 5 queda por tanto deslegitimada, tanto desde el punto de vista ockhamista como desde el peirceano.

Desde un punto de vista indeterminista es, pues, coherente hablar de una diferencia ontológica entre el futuro y el pasado, pues el pasado se puede interpretar como una línea recta y el futuro, en cambio, como un abanico de posibilidades.

La opción por una u otra forma de indeterminismo en lógica temporal es una cuestión abierta. Además de los enfoques ockhamista y peirceano que hemos visto aquí, hay otros modos de acercarse dentro de la lógica temporal (y no sólo desde la lógica temporal) a esta cuestión. Entre estos otros, uno que goza de gran actualidad es el basado en los llamados marcos Kamp.4 Además, se estudian sistemas con los mismos enfoques que hemos estado analizando aquí, pero con más operadores. Así, por ejemplo, Zanardo (Zanardo 1991) presenta un sistema deductivo completo para la validez ockhamista fuerte que incluye los operadores "since" y "until". Desde una perspectiva diferente que la mantenida en este articulo, ha habido también desarrollos en la lógica de intervalos, cuyas aplicaciones parecen enormes.

[4] La noción de validez relativa a los marcos Kamp es la misma que la de validez ockhamista fuerte, tal como se demuestra en (Zanardo 1985).

Todo depende de la concepción que se tenga acerca de cómo es este indeterminismo y cuál es el estatuto ontológico del que disponen los sucesos futuros. Lo que sí parece evidente es que cualquiera de estas aproximaciones sirve para iluminar un poco el problema planteado por Aristóteles acerca de los futuros contingentes y pueden ayudar así a enriquecer esta discusión filosófica.

BIBLIOGRAFÍA

(AEyF 1990) Eric Audureau, Patrice Enjalbert y Luis Fariñas del Cerro, *Logique temporelle. Sémantique et validation de programmes paralléles.* París, Masson, 1990.

(Burgess 1979) John P. Burgess, "Logic and Time", *Journal of Symbolic Logic,* vol. 44 (1979), pp. 566-582.

(Burgess 1980) John P. Burgess, "Decidibility for Branching Time", *Studia Logica, vol.* 39 (1980), pp. 203-218.

(GHyR 1994) Dov Gabbay, Ian Hodkinson y Mark Reinolds, *Temporal Logic. Mathematical Foundations and Computational Aspects, vol. 1, Ox*ford, Clarendon Press, 1994.

(Horwich 1987) Paul Horwich, *Asymmetries in Time. Problems in the Philosophy of Science,* Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology, 1987.

(McTaggart 1927) J. M. E. McTaggart, *The Nature of Existence, vol. II,* compilado por C. D. Broad, Massachusetts, Cambridge University Press, 1927.

(Prior 1967) Arthur N. Prior, *Past, Present and Future,* Oxford, Clarendon Press, 1967.

(Thomason 1984) Richmond H. Thomason, "Combination of Tense and Modality", en D. Gabbay y F. Guenthner (comps.), *Handbook of Philosophical Logic,* vol. II, Reidel Publishing Company, 1984, pp. 135165.

(Zanardo 1985) Alberto Zanardo, "A Finite Axiomatization of the Set of Strongly Valid Ockhamist Formulas", *Journal of Philosophical Logic,* vol. 14 (1985), pp. 447-468.

(Zanardo 1991) Alberto Zanardo, "A Complete Deductive System for SinceUntil Branching Time Logic", *Journal of Philosophical Logic, vol.* 20 (1991), pp. 131-148.

ABSTRACT

Since Aristotle in Chapter 9 of the De lnterpretatione sketched the problem about the contingent futures, there have been many attempts to solve it. Prior in his 1967 book, Past, Present and Future (Prior 1967), shows the formalization of two of these answers: the Ockhamist and the Peircean, In the Ockhamist solution the role that says that true propositions about the past are necessary only applies to the past propositions that are not equivalent to future ones. The Piercean goes beyond about the propositions in future tense. He/she thinks that it is only possible to say "it will be that p", when p is necessary in the future, shown that "it will not be that p" can have two different interpretations.

These perspectives have been developed, among others, by Burgess (Burgess 1979, Burgess 1980), Thomason (Thomason 1984), Zanardo (Zanardo 1985, Zanardo 1991) and Gabbay (GHyR 1994), who presented semantical proves and axiomatizations of these systems and others related.

The indeterminisms that are analysed in this paper, pressupose an ontological distinction between the future and the past. Horwich (Horwich 1987) goes against fatalism putting in question this point. But Horwich's argument has some mistakes; he forgets the Ockhamist and the Peircean account that can allow us to defend an asymmetry in time.