LA LÓGICA DE LA NECESIDAD
Y DE LA CONTINGENCIA HISTÓRICAS

Juan Carlos León

RESUMEN: A partir de las propuestas de Prior (en *Past, Present and Future*, Cap. 7: "Time and Determinism") para el desarrollo de una lógica del tiempo indeterminista, se han propuesto tres enfoques diferentes de la misma. Todos ellos coinciden en el desarrollo de una sintaxis y una semántica en que se combina tiempo y modalidad, obteniendo así una *lógica mixta modal-temporal*. Los dos primeros enfoques coinciden por su parte en la utilización de *estructuras arbóreas* como instrumento semántico para representar la evolución indeterminista de los acontecimientos temporales. Difieren, no obstante, en la sintaxis y en la definición de las condiciones de satisfacibilidad.

El planteamiento que Prior llamó "ockhamista", y que ha sido desarrollado principalmente por Richmond Thomason, utiliza un lenguaje formal en que conviven operadores temporales y operadores modales; y ofrece una definición de satisfacción en que la noción de verdad resulta relativa no sólo a cada instante sino también a cada rama de la estructura arbórea que representa al tiempo, de forma que una proposición en tiempo futuro puede resultar verdadera en un instante *para una rama* pero no para otra; y son necesarias en un instante aquellas que son verdaderas en toda rama. Así, todas las proposiciones en tiempo presente y en tiempo pasado resultan necesarias, aunque no ocurre así con toda proposición de futuro.

John Burgess es quien más ha investigado el segundo enfoque, denominado "peirceano" por Prior. Los operadores modales son superfluos en él, por lo que su lenguaje formal solamente cuenta con operadores temporales. Una proposición del tipo $F\alpha$ se define como verdadera en un instante si y sólo si α es verdadera en algún instante posterior *en toda rama*. De forma que el operador "*F*" no significa aquí simplemente "será" sino "será *inevitablemente*", resultando entonces que toda proposición verdadera es también necesaria, aunque no por ello haya de aceptarse ninguna tesis determinista. La situación de la lógica peirceana respecto de la ockhamista es semejante a la de la lógica intuicionista respecto a la clásica.

El tercero de los planteamientos se debe a Hans Kamp, y se aparta de las ideas de Prior en que no utiliza estructuras arbóreas sino una semántica de mundos posibles, cada uno de los cuales con su propia estructura temporal, y con unas relaciones de accesibilidad entre ellos relativizadas a cada instante, de manera que resultan accesibles en un instante aquellos mundos que comparten un mismo pasado. En principio, parecería que la semántica de Kamp generaría las mismas fórmulas válidas que la semántica ockhamista, pues a partir de cualquier estructura arbórea podríamos definir la correspondiente estructura de Kamp, identificando sencillamente cada rama con un mundo posible. Sin embargo, puede mostrarse que a la inversa no sucede lo mismo, con lo que tenemos fórmulas ockhamistamente válidas que no lo son en la semántica de Kamp.

Durante las dos últimas décadas, los resultados de la investigación metateórica sobre esos sistemas nos han ayudado a comprender con claridad las relaciones y las diferencias que existen entre ellos, así como sus posibilidades de axiomatización. Esos resultados pueden también ayudarnos a tomar postura filosófica sobre cuál es la lógica del tiempo indeterminista que resulta verdaderamente adecuada para capturar nuestras intuiciones al respecto, de forma que se obtenga un análisis lógico aceptable de la noción de *necesidad histórica* o de la *contingencia del futuro*. El propósito de mi trabajo es contribuir a ello mediante el estudio comparativo de los diferentes enfoques expuestos, haciendo ver la necesidad de continuar investigando sobre estas lógicas.

Pocos problemas han suscitado tanto interés a lo largo de la historia de la lógica como el planteado por Aristóteles acerca de los futuros contingentes en el capítulo 9 del *Peri Hermeneias*. En nuestro siglo, la cuestión ha tenido especial incidencia en lo que constituye uno de los rasgos más sobresalientes de la reciente historia de la lógica: el desarrollo de las lógicas que denominamos "no-clásicas". Mi propósito aquí es hacer un examen crítico de los momentos fundamentales de ese desarrollo en los que el ánimo de resolver los problemas lógicos planteados por la cuestión de la indeterminación del futuro ha tenido un carácter central. Mi interés, sin embargo, no es meramente histórico, sino también sistemático, pues si bien esos problemas han sido causa directa de tales desarrollos lógicos en la historia reciente, pienso también que gracias a estos últimos podemos lograr una mejor comprensión de la cuestión en sí.

Como es de sobra conocido, el problema formulado originalmente por Aristóteles consiste en diseñar un análisis lógico de las proposiciones que expresan acontecimientos temporales, que no entrañe una posición determinista o fatalista con respecto al futuro. La dificultad para escapar al determinismo se revela con claridad en la siguiente argumentación[1]: si una proposición "*p*" es verdadera en el momento actual, entonces parece que "*Fp*" debe haber sido verdadera en cualquier momento anterior. Es decir tenemos la tesis

$$p \rightarrow HFp.$$

Pero, situémonos en cualquiera de esos momentos pasados y supongamos que hubiera sido entonces posible que "*p*" no llegase a ocurrir; en tal caso "*Fp*" no podría haber sido verdadera en ese momento. Parece entonces que nos vemos forzados a aceptar la verdad del principio determinista

$$p \rightarrow HLFp.$$

---

1 En su presentación utilizo la notación característica de la lógica temporal no métrica de Prior y la de la lógica modal.

Aristóteles mismo parece expresar esta dificultad cuando dice que "si siempre era verdadero decir que era o sucedería, no es posible que no sea o no vaya a ser"[2].

En el marco de la lógica actual, el primer intento de desarrollar un sistema lógico que escapara a tales dificultades se debe, como es bien sabido, a Jan Lukasiewicz[3]. La idea era, en principio, bastante simple. El argumento determinista queda bloqueado en su primer paso con sólo rechazar que toda proposición relativa al futuro haya de ser verdadera o falsa. Esta idea, que según señala Prior[4] encuentra precedentes históricos en Pedro de Rivo[5], conduce casi naturalmente a pensar que tales proposiciones tendrán un tercer valor de verdad distinto del valor verdadero y del valor falso: un valor de verdad que puede llamarse "neutro" o de "mera posibilidad". De esta forma quedó abierto el camino para el desarrollo de una lógica trivalente primero y multivalente después.

La lógica multivalente experimentó un fuerte desarrollo durante la primera mitad del siglo XX[6]. Hoy en día, sin embargo, las expectativas creadas en torno a ella han quedado relativamente frustradas y el interés por la misma se reduce casi al meramente histórico[7]. Pero no es mi intención centrarme aquí en tales valoraciones globales, sino únicamente en los aspectos que se refieren directamente al tema que nos ocupa. Y tampoco en ellos voy a extenderme demasiado, pues entiendo que se trata de un tema generalmente bien conocido y suficientemente tratado[8]. Esos tratamientos, suelen centrar sus críticas a la visión multivalente de los futuros contingentes en el alto precio que supone el abandono de principios lógicos clásicos tan fundamentales como el de tercio excluso y el de no contradicción. Como señala Prior[9], no parece razonable rechazar esos principios ni siquiera como consecuencia de la aceptación de proposiciones neutras: cierto que si "Fp" es neutra (al ser un futuro contingente) también habrá de serlo "$\neg Fp$"; pero "$Fp \vee \neg Fp$" parece palmariamente verdadera; y "$Fp \wedge \neg Fp$" palmariamente falsa[10].

---

2 Aristóteles, *Peri Hermeneias*, 18b 11; cito por la traducción de A. García Suárez y J. Velarde (Aristóteles [1971]), aunque en todo momento he tenido presente el texto y los comentarios de Ackrill [1963].

3 Cfr. principalmente Lukasiewicz [1975a], [1975b] y [1975c].

4 Cfr. Prior [1967], p. 117, y [1962].

5 Cfr. también Baudry [1950].

6 Para un estudio pormenorizado del mismo, cfr. Rescher [1969].

7 Cfr. Urquhart [1986]. Como señala Urquhart hoy podemos ver la lógica multivalente como un mero "estudio de las funciones definibles en un conjunto finito" (p. 114).

8 Cfr., por ejemplo, García Suárez [1983]: un estudio bastante exhaustivo en sus aspectos críticos (aunque pueda discreparse de sus propuestas positivas).

9 Cfr. Prior [1967], p. 135.

10 Puede encontrarse una crítica más extensa que la de Prior en Seeskin [1971].

Tales críticas me parecen justas. Pero, a mi juicio, el principal reproche que puede hacerse a la solución trivalente no reside sólo ahí: el precio a pagar por la solución trivalente es aún mayor. Como ha observado Richmond Thomason[11], el problema de la semántica veritativo-funcional trivalente es también que nos fuerza a aceptar como válidas proposiciones que de ningún modo encajan con la interpretación que se pretende. Tal es el caso de

$$(MFp \wedge M\neg Fp) \wedge (MFq \wedge M\neg Fq) \rightarrow (Fp \leftrightarrow Fq).$$

Es decir, un acontecimiento futuro que sea contingente llegará a tener lugar si y sólo si también llega a tener lugar cualquier otro que lo sea. En conclusión, pues, parece claro que hemos de dar enteramente la razón a Prior cuando afirma que "la técnica veritativo-funcional parece estar aquí simplemente fuera de lugar"[12].

Hacia mediados de siglo, esta convicción condujo a Arthur Prior a plantear la cuestión que nos ocupa en el marco de la lógica modal. Por supuesto que Lukasiewicz era bien consciente de estar tratando con nociones modales, pero pensó equivocadamente que era posible formular sus condiciones de satisfacibilidad mediante una semántica multivalente. Es preciso reconocer, sin embargo, que la lógica modal ordinaria tampoco resulta adecuada para nuestros propósitos. Pese a las múltiples concepciones de las modalidades que recogen los diferentes sistemas de lógica modal que han sido investigados, la que ahora nos ocupa no ha podido ni puede ser capturada en tal esquema. Si nos centramos, por ejemplo, en la noción de necesidad, desearíamos decir que toda proposición relativa al pasado o al presente es necesaria, no en el sentido de necesidad lógica propio de la lógica modal ordinaria, sino en el sentido histórico: los acontecimientos pasados o presentes no pueden no haber sido. Algunos acontecimientos futuros, en cambio, serán inevitables desde la actual perspectiva de evaluación, y son por tanto históricamente necesarios; pero no sucede así con muchos otros, cuya ocurrencia no está absolutamente determinada desde el punto de vista presente, y que serán por tanto futuros contingentes. Podemos decir con John Burgess que "es *ahora necesario* aquello que es consecuencia física o metafísica del modo en que el mundo es ahora o ha sido en el pasado: lo que es ahora inevitable"[13]. Parece ser éste el sentido en que Aristóteles dice, en el célebre pasaje de la batalla naval, "que lo que es sea cuando es y que lo que no es no sea cuando no es, es necesario"[14]. Es patente, pues, que el

[11] Cfr. Thomason [1984], p. 143.

[12] Prior [1967], p. 135.

[13] Burgess [1978], p. 157.

[14] Aristóteles, *Peri Hermeneias*, 19a 23-24.

concepto de necesidad que estamos considerando envuelve nociones temporales junto con las estrictamente modales.

Prior había investigado ampliamente las relaciones entre la lógica modal y la temporal[15] y se encontraba por tanto en excelente posición para abordar satisfactoriamente la cuestión de cómo analizar lógicamente esas nociones escapando de la tesis fatalista. De hecho, en el capítulo VII de *Past, Present and Future*, titulado "Tiempo y determinismo", nos ofreció dos formas distintas de hacerlo, aunque ambas coinciden en utilizar un mismo tipo de estructura semántica sobre la que definir las condiciones de satisfacibilidad: la estructura semántica propia de la lógica del tiempo ramificado. Prior no es demasiado preciso en la descripción de los modelos semánticos; y en el lenguaje objeto utiliza además operadores temporales métricos, lo cual complica innecesariamente las cosas. Siguiendo la reformulación hecha por Thomason[16] y por Burgess[17], presentaré la cuestión haciendo caso omiso de tales complicaciones, y consideraré únicamente lenguajes cuyos operadores modales serán "L" y los tiempos no métricos "F" y "P".

La estructura semántica que Prior parece tener en mente es la que hoy llamaríamos "estructura arbórea", y que puede definirse como sigue:

DEFINICIÓN 1: Una *estructura arbórea* es un par $\langle T,<\rangle$, donde

(a) T es un conjunto no vacío (a cuyos miembros podemos llamar *instantes*);

(b) $<$ es una ordenación parcial estricta arbórea sobre T; es decir, una relación que cumple las siguientes condiciones:
   - transitividad: $\forall t_1,t_2,t_3 \in T\ (t_1<t_2 \wedge t_2<t_3 \rightarrow t_1<t_3)$,
   - irreflexividad: $\forall t \in T\ \neg t<t$, y
   - arboricidad: $\forall t_1,t_2,t_3 \in T\ (t_2<t_1 \wedge t_3<t_1 \rightarrow t_2<t_3 \vee t_2=t_3 \vee t_3<t_2)$.

Intuitivamente, la idea es concebir la sucesión de instantes temporales como un árbol que se ramifica hacia el futuro pero no hacia el pasado. Esas estructuras arbóreas pretenden representar así las diversas formas en que las cosas pueden evolucionar de forma indeterminista.

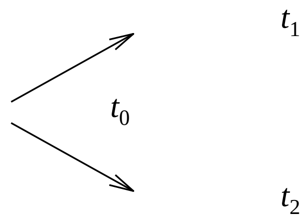
Pero el problema reside en formular las condiciones de satisfacibilidad de forma que se escape al argumento determinista: es decir, sin que ello genere fórmulas válidas en desacuerdo con la interpretación que se pretende. Y el primer problema con que tropezamos es la definición de verdad para fórmulas del tipo $F\alpha$. Supongamos, en efecto, un caso bien simple de ramificación temporal como el siguiente

---

15 Cfr. principalmente Prior [1957], y [1967] capítulo II.

16 Cfr. Thomason [1970] y [1984].

17 Cfr. Burgess [1978] y [1979].



e imaginemos que “*p*” es verdadera en t_0 y t_1, pero falsa en t_2; ¿es “*Fp*” verdadera en t_0? Se hace difícil decirlo.

La primera de las propuestas de Prior es la que denomina “ockhamista”[18]. La idea intuitiva que subyace a las condiciones de satisfacibilidad que enseguida definimos es la siguiente: la noción de verdad se entiende como relativa a un instante y a una rama de la estructura arbórea; una proposición de futuro puede ser así verdadera en un instante para una rama, y falsa para otra (y siempre es verdadera o falsa en este sentido). Con respecto a la noción de necesidad, la idea es que una fórmula del tipo $L\alpha$ será verdadera en un instante t si α es verdadera en t con independencia del curso que pueda seguir el futuro. Y las ramas a través de t representan justamente las formas en que puede evolucionar el futuro. Necesitamos entonces la siguiente

DEFINICIÓN 2: si $\langle T,<\rangle$ es una estructura arbórea y $t\in T$, entonces una *rama r* a través de t es un subconjunto máximo de T linealmente ordenado tal que $t\in r$; R_t es el conjunto de todas las ramas que contienen a t.

Podemos ahora establecer la semántica propia de la solución ockhamista[19]:

DEFINICIÓN 3:

1. Una *valoración ockhamista V* en una estructura arbórea $\langle T,<\rangle$ es una función que asigna un valor en {0,1} a cada fórmula en cada instante y rama, tal que, para cualesquiera fórmulas α y β, instantes t y t', y ramas r y r':

(a) si α es una letra proposicional, $V(\alpha,t,r)=1$ ó $V(\alpha,t,r)=0$ pero no ambas cosas,
(b) $V(\neg\alpha,t,r)=1$ si y sólo si $V(\alpha,t,r)=0$,
(c) $V(\alpha\rightarrow\beta,t,r)=1$ si y sólo si $V(\alpha,t,r)=0$ ó $V(\beta,t,r)=1$,
(d) $V(P\alpha,t,r)=1$ si y sólo si, para algún $t'<t$, $V(\alpha,t',r)=1$,
(e) $V(F\alpha,t,r)=1$ si y sólo si, para algún $t'\in r$ y tal que $t<t'$, $V(\alpha,t',r)=1$,
(f) $V(L\alpha,t,r)=1$ si y sólo si, para toda $r'\in R_t$, $V(\alpha,t,r')=1$.

[18] Cfr. Prior [1967], pp. 122-7. Prior señala a Ockham como precursor de esta solución (cfr. p. 121).

[19] Cfr. Thomason [1984], p. 144; Burgess [1978], p. 162, y [1979], p. 575.

2. Una fórmula α es *ockhamistamente válida* si y sólo si $V(\alpha,t,r)=1$ para cualesquiera t y r y toda valoración ockhamista V en cualquier estructura arbórea.

Consecuencia de esta definición es la validez ockhamista de

$$PLp \rightarrow LPp,$$

lo cual expresa la necesidad del pasado. En general, resultan válidas las fórmulas del tipo

$$\alpha \rightarrow L\alpha,$$

pero *siempre que* α *no contenga apariciones de* "F". Por contra, el carácter indeterminista de esta lógica se manifiesta en la invalidez de

$$FLp \rightarrow LFp.$$

Un dato en favor de la lógica ockhamista es que su fragmento puramente temporal coincide con la lógica del tiempo lineal ordinaria, con lo que no se sacrifica ninguna de las leyes temporales ortodoxas, lo cual es gratificante para quien no sea determinista y a la vez considere que éstas son intuitivamente aceptables. Por otra parte, el fragmento puramente modal coincide con el sistema S5. Por supuesto, el argumento determinista queda neutralizado desde el momento que no se acepta universalmente que si α es verdadera en t, lo sea también $L\alpha$. En conclusión, cabe decir que la propuesta ockhamista de Prior, a la luz de los estudios técnicos actuales parece sumamente prometedora.

No obstante, el propio Prior parece inclinarse más por la segunda de sus propuestas, que, él denomina "peirceana"[20]. Según esta posición, carece simplemente de sentido decir "será que p", a menos que ello signifique "será *inevitablemente* (o sea, *necesariamente*) que p"; dicho de otro modo, "Fp" será verdadera en un instante t cuando todas las ramas a través de t contengan un instante posterior a t en el que "p" sea verdadera. Los operadores modales son aquí redundantes (pues toda proposición verdadera es necesariamente verdadera) y por tanto superfluos. Consecuencia de este planteamiento es que los operadores "F" y "G" ("necesariamente será siempre") no son interdefinibles, tratándose ambos como primitivos en el lenguaje objeto. Por conveniencia, cabe introducir por definición dos nuevos operadores: "g" abrevia "$\neg F\neg$" ("posiblemente será siempre"), y "f" abrevia "$\neg G\neg$" ("posiblemente será"). Siguiendo de

[20] Cfr. Prior [1967], pp. 128-34. En este caso, es C. S. Peirce el señalado como precursor (p. 132).

nuevo a Thomason y a Burgess, podemos establecer con todo rigor la semántica formal propia de este planteamiento mediante la siguiente

DEFINICIÓN 4:

1. Una *valoración peirceana* V en una estructura arbórea $\langle T,<\rangle$ es una función que asigna un valor en $\{0,1\}$ a cada fórmula en cada instante, tal que, para cualesquiera fórmulas α y β, e instantes t y t':

(a) si α es una letra proposicional $V(\alpha,t)=1$ ó $V(\alpha,t)=0$, pero no ambas cosas,
(b) $V(\neg\alpha,t)=1$ si y sólo si $V(\alpha,t)=0$,
(c) $V(\alpha\rightarrow\beta,t)=1$ si y sólo si $V(\alpha,t)=0$ o $V(\beta,t)=1$,
(d) $V(P\alpha,t)=1$ si y sólo si, para algún $t'<t$, $V(\alpha,t')=1$,
(e) $V(G\alpha,t)=1$ si y sólo si, para todo t' tal que $t<t'$, $V(\alpha,t')=1$,
(f) $V(F\alpha,t)=1$ si y sólo si, para cualquier $r\in R_t$, hay algún $t'\in r$ tal que $t<t'$ y $V(\alpha,t')=1$.

2. Una fórmula α es *peirceanamente válida* si y sólo si $V(\alpha,t)=1$ para todo t y toda valoración peirceana V en cualquier estructura arbórea.

Examinando algunas consecuencias de esta definición, encontraremos que, frente a la solución trivalente,

$$Fp \vee \neg Fp$$

resulta ser válida. Sin embargo, no lo es

$$Fp \vee F\neg p.$$

Tampoco es válida

$$p \rightarrow HFp,$$

que corresponde a uno de los principios utilizados en el argumento en favor del determinismo. Lo más próximo a ello que tenemos como tesis peirceana es

$$p \rightarrow Hfp.$$

La lógica peirceana plantea una serie de problemas técnicos de sumo interés, a los que luego aludiremos en parte; pero desde un punto de vista filosófico coincido con Thomason [21] en que suscita reparos del mismo tipo que la solución trivalente. Aunque se nos diga que sus tesis cobran pleno sentido cuando leemos “*F*” como “será inevitablemente”, no era ésta la interpretación que intuitivamente se pretendía, con lo que

[21] Cfr. Thomason [1984], p. 143.

un defensor del argumento determinista podría no darse por aludido. Por esta razón considero más prometedora la solución ockhamista.

Los refinamientos técnicos de que he hecho uso en la presentación de las propuestas de Prior, se produjeron en los años 70. Pero también en esas fechas se desarrolló aún otro enfoque de la cuestión que se aparta por completo del recurso a estructuras arbóreas propias de la lógica temporal, inclinándose en cambio por técnicas más propias de la semántica modal de mundos posibles. Terminaré presentando este planteamiento, que se origina en un trabajo de Hans Kamp nunca publicado pero ampliamente difundido entre los estudiosos del tema, y titulado "La lógica de la necesidad histórica"[22].

Las estructuras semánticas utilizadas por Kamp se componen de mundos posibles e instantes temporales. Cada mundo tiene asociada su propia estructura temporal, representando así diferentes *historias alternativas*. Las relaciones de accesibilidad entre mundos quedan relativizadas a cada instante, de forma que si dos mundos son accesibles en un instante se entiende intuitivamente que ello representa que comparten un mismo pasado, aunque puedan diferir en el futuro. Esas diferencias pueden deberse no sólo a las distintas proposiciones que resulten verdaderas sino también a la propia estructura de la sucesión de instantes que se asocia con cada mundo; todas ellas, no obstante guardan una ordenación lineal (no ramificada). Para recoger todas esas ideas en una definición formal, necesitamos lo siguiente[23]:

DEFINICIÓN 5: Una *estructura de Kamp* es un triple $\langle \tau, W, \approx \rangle$ donde
(a) W es un conjunto no vacío (cuyos miembros se llaman *mundos*);
(b) τ es una función de W ordenaciones lineales estrictas: para cada $w \in W$, $\tau(w) = \langle T_w, <_w \rangle$ donde
- T_w es un conjunto no vacío (sus miembros son los *instantes* del tiempo del mundo w),
- $<_w$ es una ordenación lineal estricta sobre T_w: una relación con las condiciones de
  - transitividad: $\forall t_1, t_2, t_3 \in T_W \ (t_1 <_W t_2 \wedge t_2 <_W t_3 \rightarrow t_1 <_W t_3)$,
  - irreflexividad: $\forall t \in T_W \ \neg t <_W t$, y
  - linealidad: $\forall t_1, t_2 \in T_W \ (t_1 <_W t_2 \vee t_1 = t_2 \vee t_2 <_W t_1)$,
- $T =_{df} \bigcup_{w \in W} T_W$;

(c) $\approx$ es una relación triádica sobre $\{\langle t, w, w' \rangle : w, w' \in W \text{ y } t \in T_w \in T_{w'}\}$ (en lugar de $\approx(t, w, w')$ escribimos $w \approx_t w'$) tal que

[22] Cfr. Kamp [1979].

[23] Cfr. Kamp [1979], pp. 24-5, y Thomason [1984], p. 147.

(c1) para todo $t \in T$, $\approx_t$ cumple las condiciones de una relación de equivalencia:

- reflexividad: $\forall w \in W \;\; w \approx_t w$,
- simetría: $\forall w_1, w_2 \in W \quad (w_1 \approx_t w_2 \rightarrow w_2 \approx_t w_1)$, y
- transitividad: $\forall w_1, w_2, w_3 \in W \quad (w_1 \approx_t w_2 \wedge w_2 \approx_t w_3 \rightarrow w_1 \approx_t w_3)$,

(c2) para todo $t \in T$ y cualesquiera $w, w' \in W$, si $w \approx_t w'$, entonces $\{t' : t' \in T_w \text{ y } t' <_w t\} = \{t' : t' \in T_{w'} \text{ y } t' <_{w'} t\}$,

(c3) para cualesquiera $t, t' \in T$ y $w, w' \in W$, si $w \approx_t w'$ y $t' <_w t$ entonces $w \approx_{t'} w'$.

Utilizando tales estructuras, podemos entonces establecer las condiciones de satisfacibilidad y validez del siguiente modo:

DEFINICIÓN 6:

1. Una *valoración de Kamp V* es una función que asigna un valor en $\{0,1\}$ a cada fórmula en cada instante y mundo, tal que, para cualesquiera fórmulas α y β, instantes t y t', y mundos w y w':

(a) para toda letra proposicional α, si $w \approx_t w'$ y $t' \leq_w t$, entonces $V(\alpha, t', w) = V(\alpha, t', w')$,
(b) si α es una letra proposicional, $V(\alpha, t, w) = 1$ ó $V(\alpha, t, w) = 0$ pero no ambas cosas,
(c) $V(\neg\alpha, t, w) = 1$ si y sólo si $V(\alpha, t, w) = 0$,
(d) $V(\alpha \rightarrow \beta, t, w) = 1$ si y sólo si $V(\alpha, t, w) = 0$ ó $V(\beta, t, w) = 1$,
(e) $V(P\alpha, t, w) = 1$ si y sólo si, para algún $t' <_w t$, $V(\alpha, t', w) = 1$,
(f) $V(F\alpha, t, w) = 1$ si y sólo si, para algún t' tal que $t <_w t'$, $V(\alpha, t', w) = 1$,
(g) $V(L\alpha, t, w) = 1$ si y sólo si, para todo w' tal que $w \approx_t w'$, $V(\alpha, t, w') = 1$.

2. Una fórmula α es *válida-Kamp* si y sólo si $V(\alpha, t, w) = 1$ para cualesquiera t y w y toda valoración de Kamp V en cualquier estructura de Kamp.

La semántica de Kamp y sus posibles variantes merecerían un estudio bastante más pormenorizado de lo que aquí es posible[24]. Tendré que terminar contentándome con dar algunas indicaciones. Hay que observar, en primer lugar, que toda fórmula válida-Kamp es también ockhamistamente válida. En efecto, es fácil percatarse de que siempre es posible construir un modelo de Kamp a partir de un modelo ockhamista: basta identificar cada una de las ramas del modelo ockhamista con un mundo del modelo de Kamp. De hecho, los ejemplos de fórmulas válidas e inválidas que dimos al hablar de la solución ockhamista sirven igualmente en este contexto. Sin embargo, pueden encontrarse fórmulas

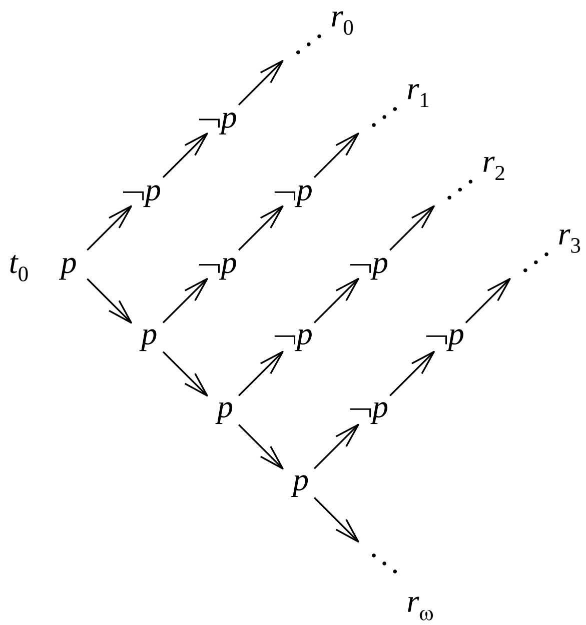
---

[24] Cfr. Thomason [1984], pp. 137-9 y 146-53; así como [1981]. Cfr. también Zanardo [1986].

ockhamistamente válidas que no son válidas-Kamp[25]. Me limitaré a considerar un ejemplo que se debe a Burgess:

$$LGMFLp \rightarrow MGFp.$$

Puede mostrarse que esta fórmula resulta válida con la semántica ockhamista, aunque no con la de Kamp. Consideremos, en efecto, el siguiente modelo ockhamista



Si a partir de él construimos un modelo de Kamp identificando cada una de las ramas r_0, r_1, ... con un mundo posible, pero omitimos la rama r_ω, la fórmula resulta falsa en el mundo correspondiente a r_0 en el instante t_0. En el modelo ockhamista, en cambio, esa rama no puede omitirse, y la fórmula no queda entonces falsificada.

En vista de ello, se hace un tanto difícil pronunciarse sobre cuál es la verdadera (o mejor, la más adecuada) lógica del tiempo indeterminista. Desde el punto de vista filosófico, el planteamiento ockhamista parece responder a la idea de que la noción natural aquí es la de diferentes *futuros posibles* (concibiendo entonces el tiempo mismo como ramificado)[26], mientras que la noción que parece subyacer al planteamiento de Kamp en términos de historias alternativas es la de *posibles cursos de eventos futuros* (lo cual puede ser consistente con una concepción lineal

[25] Cfr. Nishimura [1979a] y [1979b]; Burgess [1978], pp. 163-8, y [1979], pp. 576-7; Thomason [1984], pp. 151-2.

[26] Cfr. Thomason [1984], p. 151.

del tiempo)[27]. La propuesta peirceana tiene el inconveniente de su divergencia lógica, y la ventaja de ofrecer una noción de “verdad en un instante” absoluta y no relativa a ramas o mundos, lo cual es deseable para quien considere que si una proposición es verdadera en un instante, entonces es también históricamente necesaria en ese instante.

Hay que añadir, sin embargo, que Thomason ha ideado una forma de compaginar esta última idea con la semántica ockhamista[28] (y *mutatis mutandis* lo mismo cabe hacer con la semántica de Kamp). Se trata simplemente de utilizar la técnica de las supervaloraciones de Van Fraassen[29] sobreañadiéndola a la semántica ockhamista. La definición correspondiente es como sigue:

DEFINICIÓN 7:
(a) $V(\alpha,t)=1$ si y sólo si, para toda $r\in R_t$, $V(\alpha,t,r)=1$, y
(b) $V(\alpha,t)=0$ si y sólo si, para toda $r\in R_t$, $V(\alpha,t,r)=0$.

Claro que la noción de verdad que se deriva de esta definición es también altamente divergente, desde el momento en que, por ejemplo, la verdad de $\alpha\vee\neg\alpha$ no implica que α es verdadera o $\neg\alpha$ es verdadera[30].

Por otra parte, los aspectos técnicos de la cuestión pueden también ayudarnos a tomar postura en favor de uno u otro de los sistemas que venimos examinando. En este sentido, las investigaciones de John Burgess especialmente pueden resultar bastante útiles, pues nos permiten poner en relación los diferentes planteamientos y establecer criterios comparativos rigurosamente formales. Trabajando sobre la base de estructuras arbóreas, Burgess ha introducido la siguiente noción[31]:

DEFINICIÓN 8: Un *haz* en una estructura arbórea $\langle T,<\rangle$ es un conjunto de ramas a través de T que contiene al menos una rama r tal que $t\in r$ para cada $t\in T$.

Con su ayuda, las definiciones de valoración y validez peirceana y de valoración y validez ockhamista pueden entonces modificarse sustituyendo las referencias al conjunto de todas las ramas por referencias al conjunto de todas las ramas pertenecientes a un haz. Hablamos entonces de *validez peirceana fuerte* y de *validez ockhamista fuerte*.

---

27 Cfr. Rescher [1967], pp. 211-2.

28 Cfr. Thomason [1970].

29 Cfr., por ejemplo, Van Fraassen [1966], pp. 481-95, y [1971].

30 Thomason sugiere que esta lógica representa adecuadamente la posición mantenida por Aristóteles en el *Peri Hermeneias* sobre los futuros contingentes (cfr. Thomason [1970], p. 265).

31 Cfr. J.P. Burgess, [1978], pp. 167-8, y [1979], p. 577.

Partiendo de estas definiciones, pueden establecerse los siguientes resultados:

(1) La validez ockhamista fuerte coincide exactamente con la validez-Kamp. En realidad, una valoración realizada por referencia a un haz, tal como esta noción ha quedado definida, coincide con el modelo de Kamp que vimos podía construirse a partir de un modelo ockhamista. Nuestra anterior afirmación puede entonces reformularse diciendo que no toda fórmula ockhamistamente válida es fuertemente válida.

(2) En cambio, toda fórmula peirceanamente válida resulta ser de hecho fuertemente válida. Este último tipo de validez es decidible, con lo cual tenemos la decidibilidad de la validez peirceana. Disponemos también de una axiomatización finita de la misma[32].

(3) Tenemos igualmente una axiomatización finita de la validez ockhamista fuerte (o, lo que es igual, la validez-Kamp). Alberto Zanardo nos proporcionó en 1985 la correspondiente prueba de completitud[33].

(4) Por lo que yo sé, desconocemos hasta la fecha si la validez ockhamista es o no finitamente axiomatizable. Sin embargo, Yuri Gurevich y Saharon Shelah lograron probar en 1984 que es recursivamente enumerable[34], con lo que en consecuencia podemos afirmar que al menos es recursivamente axiomatizable.

Aunque por razones filosóficas me inclino a decir que es la noción de validez-Kamp (o su equivalente en términos de validez ockhamista fuerte) la que nos proporciona la auténtica lógica de la necesidad histórica, también pienso que todo lo anterior debe hacernos ver que aún hay mucho por hacer en este contexto desde el punto de vista técnico, en especial por lo que se refiere a la lógica ockhamista. Creo, por otra parte, que la misma exposición anterior manifiesta cómo los resultados metalógicos de la investigación pueden ayudarnos a clarificar nuestras propias intuiciones filosóficas[35].

---

32 Estos resultados quedan establecidos en Burgess [1980].

33 Cfr. Zanardo [1985].

34 Cfr. Gurevich y Shelah [1985].

35 La investigación en que se enmarca este trabajo fue posible gracias a una estancia como “Visiting Fellow” en el *Center for Philosophy of Science* de la Universidad de Pittsburgh durante todo un curso académico. Debo expresar mi especial agradecimiento a los profesores Nuel D. Belnap, Richmond H. Thomason y (sobre todo) Nicholas Rescher por sus orientaciones sobre el tema a lo largo de ese período de tiempo. También estoy agradecido al profesor Hermann Weidemann (Universidad de Bonn) por sus amables sugerencias para mejorar la versión definitiva de este trabajo.
Por otra parte, este texto se corresponde con una conferencia que pronuncié en la Universidad Católica de Pelotas el 25 de octubre de 2000, durante una estancia de 15 días financiada por el Programa de Cooperación entre España y América Latina. Deseo agradecer a las autoridades de dicha Universidad, a las de su Instituto Superior de Filosofía, a los estudiantes y profesores (tanto de la Universidad Católica como de la Universidad Federal de Pelotas) que participaron en los cursos y conferencias que impartí, y muy particularmente a mi buen amigo el Prof. Sérgio Caldas, la acogida tan

BIBLIOGRAFÍA

Ackrill, J. L. [1963]: *Aristotle's 'Categories' and 'De Interpretatione'*, traducción con notas y glosario, Oxford University Press, Oxford.

Aristóteles [1977]: *Peri Hermeneias*, traducción de A. García Suárez y J. Velarde, Cuadernos Teorema, Valencia.

Baudry, L. [1950]: *La querelle des futurs contingents (Louvain 1465-75): Textes Inédits*, Vrin, París.

Burgess, J. P. [1978]: "The Unreal Future", *Theoria*, 44, pp. 157-79.

Burgess, J. P. [1979]: "Logic and Time", *Journal of Symbolic Logic*, 44, pp. 566-82.

Burgess, J. P. [1980]: "Decidability for Branching Time", *Studia Logica*, 39, pp. 203-18.

Gabbay, D. y F. Guenthner (eds.) [1984]: *Handbook of Philosophical Logic. Volume II: Extensions of Classical Logic*, Reidel, Dordrecht.

Gabbay, D. y F. Guenthner (eds.) [1986]: *Handbook of Philosophical Logic. Volume III: Alternatives in Classical Logic*, Reidel, Dordrecht.

Gale, R. M. (ed.) [1967]: *The Philosophy of Time*, Anchor Books, Nueva York.

García Suárez, A. [1983]: "Fatalismo, trivalencia y verdad: un análisis del problema de los futuros contingentes", *Anuario Filosófico*, 16, pp. 307-29.

Gurevich, Y. y S. Shelah [1985]: "The Decision Problem for Branching Time Logic", *Journal of Symbolic Logic*, 50, pp. 668-81.

Kamp, H. [1979]: "The Logic of Historical Necessity. Part I", manuscrito inédito.

Lukasiewicz, J. [1975a]: "Sobre lógica trivalente", en Lukasiewicz [1975d], pp. 41-2.

Lukasiewicz, J. [1975b]: "Observaciones filosóficas sobre los sistemas polivalentes del cálculo proposicional", en Lukasiewicz [1975d], pp. 61-86.

Lukasiewicz, J. [1975c]: "Sobre el determinismo", en Lukasiewicz [1975d], pp. 41-60.

Lukasiewicz, J. [1975d]: *Estudios de lógica y filosofía*, trad. de A. Deaño, Revista de Occidente, Madrid.

Nishimura, H. [1979a]: "Is the Semantics of Branching Structures Adequate for Chronological Modal Logics?", *Journal of Philosophical Logic*, 8, pp. 469-75.

Nishimura, H. [1979b]: "Is the Semantics of Branching Structures Adequate for Non-Metric Ockhamist Tense Logics?", *Journal of Philosophical Logic*, 8, pp. 477-8.

---

calurosa que me dispensaron, tanto desde el punto de vista profesional como desde el personal, que hizo que mi estancia allá se haya convertido en algo verdaderamente inolvidable para mí.

Prior, A. N. [1957]: *Time and Modality*, Oxford University Press, Oxford.

Prior, A. N. [1962]: “The Formalities of Omniscience”, *Philosophy*, 37, pp. 114-29; reimpreso en Prior [1968], pp. 26-44.

Prior, A. N. [1967]: *Past, Present and Future*, Oxford University Press, Oxford.

Prior, A. N. [1968]: *Papers on Time and Tense*, Oxford University Press, Oxford.

Rescher, N. [1967]: “Truth and Necessity in Temporal Perspective”, en Gale [1967], pp. 183-220.

Rescher, N. [1969]: *Many-Valued Logic*, McGraw-Hill, Nueva York.

Seeskin, K. [1971]: “Many-Valued Logic and Future Contingencies”, *Logique et Analyse*, 14, pp. 759-73.

Thomason, R. H. [1970]: “Indeterminist Time and Truth-Value Gaps”, *Theoria*, 36, pp. 264-81.

Thomason, R. H. [1981]: “Notes on Completeness Problems with Historical Necessity”, manuscrito inédito, Universidad de Pittsburgh.

Thomason, R. H. [1984]: “Combinations of Tense and Modality”, en Gabbay y Guenthner [1984], pp. 135-65.

Urquhart, A. [1986]: “Many-Valued Logic”, en Gabbay y Guenthner [1986], pp. 71-116.

Van Fraassen, B. [1966]: “Singular Terms, Truth-Value Gaps and Free Logic”, *Journal of Philosophy*, 63, pp. 481-95.

Van Fraassen, B. [1971]: *Formal Semantics and Logic*, Macmillan, Nueva York.

Zanardo, A. [1985]: “A Finite Axiomatization of the Set of Strongly Valid Ockhamist Formulas”, *Journal of Philosophical Logic*, 14, pp. 447-68.

Zanardo, A. [1986]: “On the Characterizability of the Frames for the ‘Unpreventability of the Present and the Past’”, *Notre Dame Journal of Formal Logic*, 27, pp. 556-64.