La lógica de mundos posibles y la diversidad de instantes en el tiempo.

Autor:
Dufour, Adrián E.

Tutor:
Alchourrón, Carlos E.

1989

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Licenciatura de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires en Filosofía

Grado

TESIS DE LICENCIATURA EN FILOSOFIA

Alumno: Adrián E. Dufour
(lib. univ. 1528/83)

Realizada bajo la dirección del
Dr. Carlos E. Alchourrón

1989

LA LOGICA DE MUNDOS POSIBLES Y LA DIVERSIDAD DE INSTANTES EN EL TIEMPO

INDICE

PRIMERA PARTE: Introducción histórica

CAP. I: Tiempo, contradicción y cambio en Parménides y Aristóteles.................... 5

CAP. II: El problema tiempo-causalidad................ 27
1. Causalidad y "posibilia".................. 28
2. La causalidad como sucesión temporal...... 38

SEGUNDA PARTE: El principio de tercero excluido y la discontinuidad del cambio

CAP. III: El principio de tercero excluido y la discontinuidad del cambio.................... 51
1. Verdad epistemológica y verdad lógica..... 52
2. El eleatismo de Wittgenstein.............. 60

CAP. IV: El principio de tercero excluido en la lógica del cambio de von Wright y en la lógica cuántica.............................. 68

TERCERA PARTE: El principio de no contradicción y los estados de cosas sucesivos en el tiempo

CAP. V: El principio de no contradicción y la lógica modal.............................. 101

CAP. VI: Contradicción y lógica de predicados modal.................................... 144

CAP. VII: El principio de no contradicción y la independencia de los estados de cosas sucesivos en el tiempo.................... 174

COROLARIO.................................... 222

PRIMERA PARTE

Introducción Histórica

No es nuestra intensión que esta parte sea una investigación propiamente histórica sino que, dado que el problema es fundamentalmente teórico, para plantearlo nos serviremos de algunos momentos interesantes de la historia de la filosofía. Para ello recurriremos básicamente a Parménides y Aristóteles.

Debido a la diversidad de ángulos desde los que es necesario abordar nuestro tema hemos dividido esta parte en dos capítulos:

1. TIEMPO CONTRADICCION Y CAMBIO en Parménides y Aristóteles.

2. El problema TIEMPO-CAUSALIDAD.

CAPITULO I

Tiempo Contradicción y Cambio en Parménides y Aristóteles

"Lo que es es y lo que no es no es" afirma contundentemente Parménides. De esta afirmación omniabarcadora y doblemente tautológica deduce Parménides la irrealidad o, mejor dicho, la imposibilidad del cambio. Analicemos un poco más detalladamente este punto.

El primer camino de investigación (el de la verdad) tal como Parménides lo expresa en el fragmento 2,3 es como sigue: ὅπως ἔστιν τε καὶ ὡς οὐκ ἐστὶ μὴ εἶναι (lo que es es, lo que no es no es). Aquí como lo muestra el Dr. Cordero en su tesis doctoral[1], el sujeto tácito de ἔστι no puede ser otro que el participio ἐόν. Parménides se sirve tanto del participio (ἐόν), como del infinitivo (εἶναι), como del verbo conjugado en tercera persona del singular (ἐστί) para expresar su principio: la existencia es, o simplemente el hecho de ser, la presencia. Según el Dr. Cordero Parménides prefiere usar la forma verbal conjugada porque es la

---

1. N.L.CORDERO, Tesis Doctoral, cap. II, "El contenido de los dos caminos de investigación en el fragmento 2" p.32

que mejor escapa al peligro de "cosificación" del hecho de ser. Que el verbo ἐστί figure sin sujeto no significa que no lo tenga, sino que de esta forma queda mejor expresado, antes que cualquier análisis posterior lo descomponga en sujeto y predicado, el hecho simple representado por las tautologías ἔστι εἶναι o ἔστι ἐόν .

Sin embargo, el uso indistinto del infinitivo con el participio o el verbo conjugado en presente es un claro indicio de que Parménides está queriendo quitar de sus expresiones todo matiz temporal: el ser es, el no ser no es; si son dos tautologías, el ἐστί es intemporal.

Tanto el Dr. Cordero como Eggers Lan[1] coinciden en que el verbo εἰμί tiene en la tradición preparmenídea el significado de presencia, realidad efectiva, existencia. Incluso Eggers Lan hace una breve síntesis de la historia semántica del verbo cuyo origen es el indoeuropeo ἐσμί que significaba fundamentalmente "vivo". En efecto, el verbo "ser" comenzó siendo predicativo y no copulativo. Luego pasó a significar "poseo realidad efectiva (concreta) ahora", "estoy presente". Eggers Lan proporciona varios ejemplos: "pero si oyeses que (tu padre) ha muerto y ya no vive" (Odisea I,289) [illegible] ; en Las Troyanas de Eurípides leemos "Troya ya no existe"

---

1. N.L.CORDERO, Tesis Doctoral, p.29 y C.EGGERS LAN, "Los dos caminos de investigación que podía concebir Parménides", Rev. Philosophia n.27, Mendoza, p.18 y ss.

(v.1292) , y en Hécuba (v.284) "yo era una vez, pero ahora no soy más" .

Sin embargo este sentido de existencia concreta incluía un carácter de transitoriedad. Por eso Homero al aplicarlo a los dioses debía acompañarlo del adverbio "siempre": "los que siempre viven", es decir, los inmortales. "La característica de presencia, de actualidad,... acompaña ineluctablemente al sentido concreto del verbo "ser"[1]. De ahí que su participio presente se usaba para designar las cosas actualmente presentes. Agrega Eggers Lan que incluso su uso copulativo conservó el valor existencial de modo que en este caso el predicado solo especificaba el modo de existencia efectiva del sujeto; en este caso se lo podría traducir por "poseo realidad efectiva en calidad de".

Ahora bien, la vía del error y la ignorancia, según Parménides consiste en la mezcla o confusión de ser y no ser, ya que se trata de términos contradictorios, excluyentes entre sí. Sin embargo, acá nos encontramos con una divergencia entre Eggers Lan y Cordero. Mientras que para ambos la vía del error consiste justamente en la contradicción de predicar el no ser del ser y viceversa, no están de acuerdo en cuál es el "lugar" en que esta contradicción o vía del error está expresada en el Poema de Par-

---

1. EGGERS LAN, Ibid. p.19

ménides.

Eggers Lan sostiene que la vía de los mortales es una tercera vía independiente de las dos lógicamente posibles: a) que es, y b) que no es[1], la primera expresada en 2.3 y la segunda en 2.5 . De estas dos la segunda queda descartada, no por contradictoria en sí misma, sino por la imposibilidad de pensar el no-ser. Siempre que se piensa, se piensa algo. Es para evitar la contradicción interna (la mezcla de ser y no ser) en 2.5 que Eggers Lan no acepta al participio del verbo ser como sujeto tácito de ἐστί y de οὐκ ἔστι en los dos versos en cuestión.

Cordero, en cambio, sí considera que el sujeto en ambos casos es el participio presente del verbo ser o el infinitivo indistintamente, de modo que es en 2.5 donde queda expresada la vía del error, ya que del ser se predica que no es y se afirma que es necesario no ser. Por contraposición, en 2.3, Parménides habría expresado la vía de la verdad que consiste en una doble tautología: "La estructura

---

1. La traducción de los dos versos en cuestión según Eggers Lan, sería la siguiente:

   2.3

   > El primero(camino de investigación): que es y que no es posible que no sea.

   2.5

   > El segundo: que no es, y que es necesario que no sea.

   Ibid. p.13

conceptual primaria del camino de la verdad consiste, entonces, en la predicación de un concepto respecto de sí mismo: establece el ser del ser y el no-ser del no-ser"[1].

En cambio en el camino del error estaríamos frente a una doble contradicción, del ser se establece el no-ser y del no-ser el ser.[2]

Un aspecto importante del análisis que hace el Dr. Cordero del camino de la verdad es que en él se halla implícito el principio de tercero ecluido. En efecto, no solo se afirma allí que hay ser, sino también que nada que no sea ser puede existir; y con esto ha quedado abarcado todo el campo de lo posible, no hay tercera posibilidad. Todo lo que se predica de uno de los términos de la dicotomía se niega de su negación: "Si el punto de partida hubiese sido "lo blanco", Parménides no solo habría rechazado "lo negro", sino también "lo amarillo", "lo azul", es decir todo lo que integra el ámbito de lo "no blanco"[3]. Incluso más adelante, en una nota a pie de página[4] se pue-

---

1. En otras palabras, de ἐόν (o de εἶναι) sólo podemos decir 'ἔστι', y de μὴ ἐόν (o de μὴ εἶναι) sólo podemos decir 'οὐκ ἔστι'. La cita es de CORDERO, Tesis Doctoral, p.47.

2. La traducción de Cordero de ambos versos es como sigue:
(2.3) "uno: que es, y que no es posible no ser"
(2.5) "el otro: que no es, y que es necesario no ser".

3. CORDERO, Tesis Doctoral, p.44

4. CORDERO, Tesis Doctoral, p.42

de leer: "Pour que la double négation soit équivalente a une affirmation, il faut qu' entre le vrai et le faux il n'ait pas de troisieme solution possible et, ainsi, que le principe du tiers exclu soit implicitement admis".[1]

Independientemente de en donde es que Parménides expresa su vía de los mortales, todos están de acuerdo en que esta consiste en la contradicción de decir de lo que es, que no es, y de lo que no es, que es, y en que es imposible justamente por contradictoria.

Es justamente por esta imposibilidad lógica de mezclar las nociones de ser y no-ser que Parménides rechazará toda idea de cambio. En efecto, sostener que algo nace es es afirmar de algo que es, que hubo un momento en que no fué y decir que algo muere es afirmar que habrá un tiempo en que lo que es ya no es. "Qué necesidad habría impelido a nacer antes o después, comenzando de la nada?" (8.9-10), "Así es forzoso ser absolutamente o no (ser)" (8.11). Es inconcebible para Parménides que algo comience a ser si antes no ha sido. En 8.19 leemos: Cómo podría perecer lo que es? Cómo nacería? De ahí que el ser de Parménides es inengendrado e imperecedero, pero no solo eso, sino también, y por ello mismo, intemporal:

---

1. Citado por Cordero en loc. cit. de Morot-Sir, Penseé neg., p. 371.

"nunca fue ni será sino que es ahora" (8.5). El Ser se le presenta a Parménides como "firmemente presente",[1] sin pasado ni futuro. Recuerdese aquí lo que se dijo más arriba acerca de la actualidad y la presencia implicadas en el significado del verbo εἶναι .

"El ser es, el ser no es". Podemos decir que nos encontramos aquí ante una formulación "primitiva" del principio de no contradicción. Primitiva en el sentido de que esta formulación del principio no será negada en su desarrollo ulterior sino que será completada. En efecto, Aristóteles formulará el mismo principio de la siguiente manera: Es imposible que el mismo atributo pertenezca y no pertenezca al mismo tiempo al mismo sujeto en la misma relación; y, por consiguiente, es imposible para el mismo espíritu concebir al mismo tiempo que la misma cosa es y no es.[2]

Es claro que la diferencia fundamental entre esta formulación y la anterior es la limitación de su alcance a un mismo tiempo: "...es imposible... concebir al mismo tiempo que la misma cosa es y no es."

Este principio es en Aristóteles tan omniabarcador como en Parménides, es la ley fundamental del ser y nada es más indemostrable que este principio, siendo este el principio

---

1. Expresión de Eggers Lan, ibid. p. 27
2. Cfr. ARISTOTELES, Metafísica 1005b.

sobre el que reposa toda otra demostración. Incluso quién lo niega, al negarlo lo está afirmando al utilizarlo implícitamente. "Además, negar este principio supone aceptarlo, pues al rechazarlo se concede que no es lo mismo afirmar que negar: si se sostiene que el principio de no-contradicción es falso, se admite ya que lo verdadero no es igual a lo falso, aceptando así el principio que se quiere eliminar (cfr. Metafísica, XI, c.5)."[1]

De este modo, con la limitación temporal, el cambio vuelve a ser posible dado que si bien no es posible que la misma cosa sea y no se al mismo tiempo, sí es posible que sea y no sea en diversos instantes.

Quedan sin embargo varios interrogantes:

a) Si bien este principio es válido solo para cada instante por separado, dentro de cada instante es imposible el cambio. O, donde hay cambio, por definición, habrá varios instantes, ya que no lo puede haber en el mismo.

b) Suponiendo que no pueda existir más de un instante por vez, y dado que en cada instante es imposible el cambio, en lo que es nunca hay cambio.

---

1. T.Alvira, L.Clavell y T.Melendo, "Metafísica", EUNSA, Pamplona, 1986.

Consideramos que nuestra respuesta a estas dos cuestiones quedará suficientemente clara a lo largo del desarrollo de nuestra tesis. Sin embargo queremos hacer notar que ellas constituyen el motor de nuestra investigación: a) Hay verdaderamente cambio? b) Si solo existen los hechos actualmente presentes, qué tipo de relación puede haber entre estos hechos y los ya no existentes (pasados)?

Es nuestro interés, ahora, examinar un poco más de cerca la teoría aristotélica del tiempo ya que ello nos permitirá distinguir en el mismo varios aspectos importantes para los próximos capítulos. Podemos intentar un acercamiento a los puntos que nos interesan seleccionando algunas afirmaciones del mismo Aristóteles:

a) "no existe tiempo sin movimiento"[1].

b) "es evidente que el tiempo no es movimiento, pero que no es independiente del movimiento"[2].

c) "Percibimos conjuntamente tiempo y movimiento... De aquí que el tiempo o es movimiento o es algo que pertenece al movimiento. Puesto que no es movimiento, será algo del movimiento"[3].

---

1. ARISTOTELES, Phys., IV, 11; 218b 21.
2. ARISTOTELES, Phys., IV, 11; 219a
3. ARISTOTELES, Phys., IV, 11; 219a

La razón por la que Aristóteles afirma la necesaria vinculación del tiempo al movimiento es que no podríamos percibir el tiempo si no percibiéramos el cambio; si de pronto todo permaneciera inmóvil, incluso nuestra vida psíquica, no podríamos establecer si transcurrió o no el tiempo ni cuanto de él trancurrió. Este es para Aristóteles un dato de experiencia. A su vez Aristóteles niega que el tiempo se identifique con el movimiento ya que un mismo movimiento puede ser más rápido o más lento, es decir, el mismo movimiento puede trancurrir en un tiempo más largo o más breve con lo cual queda claro que no son la misma cosa. Por otro lado, decir que un movimiento rápido es aquel que transcurre en menos tiempo, sería, si el tiempo fuese el mismo movimiento, definir el tiempo por el tiempo mismo. Queda claro entonces que, para Aristóteles, el tiempo, sin ser movimiento, es algo del movimiento. Es importante ahora establecer qué del cambio es el tiempo ya que esta respuesta es la que nos posibilitará distinguir los distintos niveles en que se puede enfocar el problema del tiempo, y que nos interesa deslindar.

La respuesta de Aristóteles es la siguiente:

> "Porque esto es el tiempo: número del movimiento según el antes y el después." (Phys. 219b 1)

De aquí lo que a nosotros nos interesa fundamentalmente ahora es la parte donde dice "numero del movimiento". La prueba de que eltiempo es número del movimiento es, según Aristóteles, que es en función del tiempo que decimos que un determinado movimiento es mayor o menor, y mayor y menor son discriminaciones que hacemos por medio del número. A su vez distinguirá Aristóteles entre número numerado y número numerante, el número numerante es aquel por medio del cual numeramos y que puede ser común a varias especies de objetos distintos; "Es que el número es uno y el mismo, sea el de cien caballos o el de cien hombres, aquello de lo que es número, en cambio, es diferente, en este caso caballos y hombres."[1] Ahora bien, el tiempo no es una cantidad pura sino que es justamente el número de un determinado tipo de ser, que es el movimiento, por eso se trata de un número numerado (por medio del número numerante); se podría hablar de "cantidad de movimiento".

Qué implica afirmar que el tiempo es número del movimiento? En primer lugar significa que es una cantidad o, mejor dicho, una medida de movimiento. Número, podríamos decir, es una multitud medida por la unidad, es decir que implica tres elementos: a) aquello que va a ser medido (un determinado movimiento) b) una unidad de medida (del

1. ARISTOTELES, Phys., 220b 10.

mismo género) y c) una comparación o relación establecida por el intelecto entre el movimiento que es medido y la unidad de medida a fin de establecer la cantidad de unidades implicadas en dicho movimiento.

> "Y bien, el tiempo es medida del movimiento, es decir, del moverse, y lo mide por medio del determinar un cierto movimiento que será empleado para medir la totalidad, tal como el codo mide el ancho por medio del determinar una cierta extensión que se empleará para medir el todo."[1]

Esta unidad de movimiento que como toda unidad de medida es arbitraria, es lo que constituye un reloj; de modo que serán tantos y distintos los relojes y las formas de medir el movimiento cuantos tantos y distintos sean los movimientos tomados arbitrariamente como unidad de medida para medir los demás movimientos. De este modo, un reloj no solo sirve para medir otro movimiento sino también la permanencia de un ente, que siendo capaz de moverse, no se mueve, y así el tiempo "es medida del movimiento y de la permanencia"[2]. La unidad, evidentemente, debe ser del mismo género de lo que se numera, así por ejemplo, los caballos se numeran por medio de un caballo. Para Aristóte-

---

1. ARISTOTELES, Phys., 221a 1.
2. ARISTOTELES, Phys., 221b 20.

les, de los distintos tipos de movimiento que hay (alteración, acrecentamiento, generación y traslación), el que mejor sirve para tomar como medida es la rotación regular. Esto es así porque es el más regular de todos y su número más fácilmente cognoscible; y es por esto que, según él, muchas veces se confunde el tiempo con el movimiento de la esfera, ya que es por medio de este movimiento que se miden todos los demás.

Habíamos dicho que un tercer elemento era necesario para la numeración del movimiento y que este elemento consiste en el intelecto que establece la relación entre la unidad y lo medido por la unidad. Aristóteles se plantea la cuestión de si, de no haber intelecto, no habría tampoco tiempo, dado que es él el que numera el movimiento. Su respuesta es que "es imposible que haya tiempo de no haber alma, salvo en el sentido del substrato del tiempo"[1]. El sustrato del tiempo no es otra cosa que lo numerable, es decir los distintos estadios del movimiento: el "antes" y el "despues", que aunque no estén numerados se dan independientemente del intelecto. Es justamente en este punto del análisis en donde nosotros nos quedamos un tanto perplejos, es decir, en la consideración del antes y el después del movimiento como condición de posibilidad del tiempo. En efec-

---

1. ARISTITELES, Phys., IV, 14 223a 25

to, el tiempo es número numerado, pero el intelecto no puede numerar si antes no se da lo numerable. En otras palabras, si el tiempo es número del movimiento, esto no se puede dar si previamente no se da el movimiento. Es esta anterioridad ontológica del movimiento con respecto al tiempo lo que ahora queremos poner de relieve para luego comparar esto con nuestras conclusiones de más arriba. En efecto, más arriba habíamos dicho que el cambio en Aristóteles, a diferencia de en Parménides, era posible gracias a la limitación del principio de no contradicción a un mismo instante. En este caso, pues, parece ser que, por el contrario, es el tiempo, o la diversidad de instantes del mismo, lo que hace posible el cambio, es decir, es su condición de posibilidad. El movimiento consiste efectivamente, en el paso de un estado a otro, de un "antes" a un "después" (topológicos en el caso del movimiento local); ahora bien, esta sucesión de un "antes" y un "después" en que consiste el movimiento, es ella condición de posibilidad del tiempo o, a la inversa, el tiempo es condición de posibilidad de la misma?

Para J. Moreau, por ejemplo, en su artículo "le temps selon Aristote"[1] mientras que ya en Platón y todavía más

---

1. J.MOREAU, "Le temps selon Aristote",Revue Philosophique de Louvain XLVI, 1948, pp. 57-84. Cfr. también el análisis a este artículo de J.DUBOIS, en "Signification

en los neoplatónicos el tiempo es concebido como una "condición trascendente del movimiento", Aristóteles no habría alcanzado más que un tiempo abstracto, una representación intelectual, pura medida del movimiento. Aristóteles, según J. Moreau, se habría limitado a hacer un análisis matemático del tiempo y no una verdadera filosofía del tiempo: "...ici le temps qu'il a en vue est le temps mathematique, celui qui intervient dans les calculs de la mécanique;"[1]. Aristóteles no habría considerado el tiempo en su realidad física sino solo en su función de medida; en efecto, si bien la velocidad se expresa en función del tiempo, ella no se mide por una relación directa con el tiempo, la velocidad de un movimiento se mide por referencia a otro movimiento considerado como patrón de medida. Ahora bien, qué es esta unidad de medida del tiempo sino justamente otro movimiento? Es así que el tiempo, en Aristóteles, lejos de ser un contenido trascendente a la conciencia, no sería más que una dimensión inherente a la representación intelectual del movimiento: "Le temps qu'il se propose de définir, c'est le temps mathématique, celui qui conditionne la représentation entellectuelle, la détermination scientifique et la mesure du mouvement"[2].

---

ontologique de la définition aristotélicienne du temps" en Reve Thomiste, LX, 1960, pp. 39-79.

1. J.MOREAU, artc.cit. p.64
2. J.MOREAU, artc.cit. p.69

"Le fait même qu'Aristote, dans sa recherche sur le temps, ne remonte pas du mouvement a <u>sa condition trascendante</u>, le fait qu'il part de la donnée du mouvement et s'applique seulement a en determiner les conditions d'elaboration discursive, atteste qu'il abandonne, provisoirement du moins, le probléme ontologique du temps, pour se placer d'abord sur le terrain épistemologique."[1]

D. Ross, por el contrario, en su introducción al texto[2] de la Física no deja de reconocer que Aristóteles afirma que si nadie puede contar, nada será numerable, luego no habría tiempo.[3] Sin embargo, ahí mismo, le niega Ross importancia a esta respuesta de Aristóteles debido a la brevedad de la misma y al hecho de que Aristóteles no vuelva en otra parte sobre el asunto. "The answer is clearly unsatisfactory..." "And since the discussion is very brief and Aristotle nowhere recurs to the subject, we need not suppose that he attached much importance to the answer he gives."[4] No solo le resta importancia sino que la considera una incoherencia de Aristótelles ya que el acto de contar no es en realidad la creación de las partes de un

1. J.MOREAU, Ibid. p.69
2. W.D.ROSS, "Aristole's Physics", A revised text with Introduction and Commentary, Oxford, 1936.
3. Cf. ARISTOTELES, Phys. IV, 223a 21-28.
4. W. D. ROSS, Ibid. p. 68.

todo sino el reconocimiento de las partes que ya están allí.[1] "Duration is pluralized into time (as Aristotle conceives of time) independently of any mental act."[2] No solo es independiente de la conciencia sino que si no hubiese tiempo tampoco habría movimiento.[3] En este sentido el tiempo, considerado como una pluralidad de ahoras entre los que se desarrolla las diversas fases del movimiento ("antes" y "después"), es lo que hace posible el movimiento. La numeración del movimiento no tendría otro sentido, en Aristóteles, que el reconocimiento de esta pluralidad que hace posible las diversas faces del movimiento: "By counting he means here simply the recognition of plurality: the doctrine is that time is that element in change which makes it possible for there to be, and to be recognized, a plurality of phases, by making it possible for a thing to be in different places or in different states."[4]

Resumiendo, mientras que para Moreau, desde el polo "idealista", por así decir, de la interpretación del tiempo en Aristóteles, el ser fundamental del tiempo ("l'etre foncier du temps")[5] está inseparablemente unido a la actividad

---

1. Cfr. W.D.ROSS, Ibid. Introduction, p.69.
2. W.D.ROSS, Ibid., Introduction, p.69.
3. Cfr. W.D.ROSS, Ibid. Introduction, p.69
4. W.D.ROSS, Ibid., Introduction, p.65
5. J.MOREAU, Ibid., p.272.

intelectual del alma que numera el movimiento, para Ross, en cambio, el tiempo es justamente esta multiplicidad de ahoras entre los que se dan las diferentes fases del movimiento y que el intelecto se limita simplemente a reconocer. Esta es, evidentemente, una interpretación más realista del tiempo en Aristóteles.

Nosotros no creemos que sea necesario hacer aquí una opción por una o por otra concepción del tiempo. Creemos que se trata de dos realidades distintas, aunque íntimamente relacionadas, a las que lamentablemente se les ha dado el mismo nombre: "tiempo". En efecto, una cosa es la medida de la duración de un determinado movimiento, o el período de tiempo que abarca, y otra cosa es la diversidad de instantes que lo hace posible. Incluso se puede ver que se trata de dos realidades distintas en lo siguiente: Mientras que por el primer aspecto del tiempo (cantidad de movimiento), no así por el segundo, es posible determinar el período de tiempo que abarca determinado fenómeno, este período período permanece el mismo ya se trate que el fenómeno sea pasado, presente o futuro. Por ejemplo, si yo establezco que la muerte de Julio César es un fenómeno que duró una hora exacta de tiempo, estoy diciendo que ese movimiento, la muerte de César, es un movimienequivalente a la vigésimocuarta parte de lo que abarca el movimiento de un giro completo de la tierra sobre su eje; y, diciendo esto, estoy estableciendo la medida de ese movimiento con respecto al movimiento de rotación de la tierra tomado como unidad de medida. Sin embargo este dato, la medida de un determinado movimiento, no explica en absoluto qué significa que ese mismo movimiento haya sido futuro, fue presente y ahora es pasado. En otras palabras, decir que el tiempo es una "medida del movimiento" es explicar en qué consiste un período de tiempo, pero no explica qué significa que un mismo hecho sea pasado, presente o futuro, ya que ese mismo hecho con esa misma duración puede ser tanto pasado presente o futuro, siendo ésta última dimensión del tiempo independiente de la cantidad o del período de tiempo que abarque un determinado movimiento. Otro ejemplo: si el mes entrante hubiera un eclipse, los astrónomos están en condiciones de determinar cuanto durará. Ahora bien, esta duración, sea cual furere, es independiente (no variará) del hecho de que hoy el eclipse es futuro, el mes entrante presente, y en dos meses pasado.[1] Ahora bien, es justamente esta dimensión del tiempo, el que un determinado hecho pueda ser pasado, presente o fu-

---

1. Esta distinción entre el tiempo como número del movimiento y como dimensión pasado-presente-futuro es análoga a la de Mc Taggart. Según él el tiempo se puede descomponer en dos series: la serie B sería la de to-

turo y su relación con la diversidad o multiplicidad de instantes lo que a nosotros nos ocupará en los últimos capítulos a fin de poder elaborar nuestras conclusiones.

Permítasenos todavía una última observación: La formulación aristotélica del principio de no contradicción que dimos más arriba fue la siguiente: "Es imposible que el mismo atributo pertenezca y no pertenezca al mismo tiempo al mismo sujeto en la misma relación...y, por consiguiente, es imposible para el mismo espíritu concebir al mismo tiempo que la misma cosa es y no es".[1] A su vez dimos la formulación parmenídea del mismo principio: "el ser es, el no ser no es; también dijimos que la formulación aristotélica superaba a esta justamente en la limitación temporal de su validez a un mismo instante, y que con esta limitación se hacía posible el cambio. Sin embargo, este principio es absolutamente universal tanto para uno como para otro pensador. Aristóteles tiene,incluso, otras formulaciones del mismo principio más parecidas o más cercanas a la formulación parmenídea, como por ejemplo: "es imposible que una misma cosa al mismo tiempo sea y no sea", o esta

---

dos los hechos que se han sucedido, suceden y sucederán. Esta serie es inmóvil dado que la relación anterior-posterior entre dos hechos es inalterable, sean estos pasados presentes o futuros. La serie A es la serie futuro-presente- pasado, que se desliza sobre aquella.

otra: "Es imposible que una misma cosa sea y no sea".[1]

Ahora bien, nuestra pregunta es: En qué sentido puede aparecer el tiempo en la formulación de un principio que es válido para todo ente? Es que acaso no hay entes que no estén sujetos al tiempo? Sabemos muy bien que para Aristóteles no es así. Si de hecho fuese así, afirma Aristóteles en el libro VI de la Metafísica,[2] la física, que es la ciencia que se ocupa de los entes móviles, sería la Filosofía primera. Pero de hecho hay sustancia inmóvil, con lo cual será la ciencia que se ocupe de estudiar el ente en cuanto ente (independientemente de que sea móvil o no) la Filosofía primera, ocupándose entonces la física de un tipo particular de entes y no de la totalidad. Ahora bien, cómo es que el tiempo, algo propio de un tipo particular de entes, pasa a formar parte de la formulación de un principio metafísico, es decir, válido para todo tipo de entes? Una respuesta, creemos, podría ser la siguiente: La formulación propiamente universal del principio sería la que no hace alusión al tiempo: "Es imposible que una misma cosa sea y no sea", el cual al ser aplicado a los seres cuya existencia se desarrolla en el tiempo, necesita ser completado con la consiguiente "restricción".

---

1. ARISTOTELES, Metaf., IV,4,1006a 3; y IV,3,1005b 25; respectivamente.
2. ARISTOTELES, Metaf., VI, c.1, 1026a 28-33.

En realidad no pensamos que se trate propiamente de una restricción, sino que lo que sucede es que cada instante "agota" la totalidad de la realidad temporal, en el sentido de que, siendo él, no puede ser ninguno de los demás instantes. De modo que si lo único que hay es ese solo instante (y los hechos presentes en él), el principio de que "es imposible que una misma cosa sea y no sea" no necesita mayor aclaración. Esto supone entre este instante presente y los demás instantes (pasados y futuros) una diferencia absoluta, la misma, creemos, que la que hay entre el ser y el no ser.

Es en el último capítulo de esta tesis donde trataremos de analizar más de cerca qué relación puede haber entre el conjunto de los hechos que ocurren en el instante presente y aquellos que ocurren en cualquiera de los demás instantes, fundamentalmente aquellos que ocurren en instantes anteriores en el tiempo.

CAPITULO II

El problema Tiempo-Causalidad

En este capítulo queremos desarrollar muy sucintamente los antecedentes filosóficos de la noción de "conjunto de mundos posibles" o "espacio lógico", de Leibniz y Wittgenstein respectivamente, y las diferencias que esta noción introduce en el planteo del problema de la causalidad con respecto a la concepción de la misma como sucesión temporal regular.

Un antecedente clásico para el descubrimiento de los "posibles" y los problemas que implican en el campo de la causalidad es Avicena; y en el estudio de la causalidad como regularidad constante es Galileo al fundar la ciencia moderna, ya que, según suele aceptarse, la estrategia lógica adoptada por ésta para la explicación de los fenómenos consiste en deducir el fenómeno a partir de leyes generales y condiciones iniciales a las que aquellas se aplican.

Esperamos exponer en la conclusión de nuestro trabajo nuestra posición con respecto a la relación que puede haber entre ambos tipos de problemas. Por el momento nos limitamos a comenzar con Aristóteles.

1. Causalidad y "Posibilia"

En el libro Z de la Metafísica,[1] Aristóteles dice que preguntarse el porqué de algo es siempre preguntarse por qué algo está en algo otro; por ejemplo, preguntarse por qué el hombre es culto es preguntarse por qué al hombre pertenece el ser culto. En definitiva, preguntarse por qué, es siempre preguntarse por qué este sujeto o esta cosa tiene tal forma. Dicho en un lenguaje más contemporáneo, es preguntarse por qué tal o tales individuos tienen tal propiedad. "En este caso -dice Aristóteles-[2] es obvio ... que se busca más bien por qué una cosa que se dice de otra pertenece a esta otra (y que pertenece a otra debe ser claro, porque, de lo contrario, la pregunta carece de sentido)... Así pues, lo que se busca es precisamente por qué una cosa se afirma de otra."

Ya sabemos que la materia y la forma son, según Aristóteles, causas intrínsecas y constitutivas de las cosas, de modo que si se pregunta por qué tal forma le adviene a tal sujeto se está preguntando por la causa eficiente que es "principio del movimiento"[3]. "Es obvio que el sustrato no se hace cambiar a sí mismo. Ni la madera produce la cama ni el bronce la estatua, sino que la causa del cambio

1. ARISTOTELES, Metaf., Z, 17, 1004la 10-20.
2. ARISTOTELES, Metaf., Z, 17, 1004la 20-25.
3. ARISTOTELES, Metaf., I, 3, 984a 27.

1. Causalidad y "Posibilia"

En el libro Z de la Metafísica[1] Aristóteles dice que preguntarse el porqué de algo es siempre preguntarse por qué algo está en algo otro; por ejemplo, preguntarse por qué el hombre es culto es preguntarse por qué al hombre pertenece el ser culto. En definitiva, preguntarse por qué, es siempre preguntarse por qué este sujeto o esta cosa tiene tal forma. Dicho en un lenguaje más contemporáneo, es preguntarse por qué tal o tales individuos tienen tal propiedad. "En este caso -dice Aristóteles-[2] es obvio ... que se busca más bien por qué una cosa que se dice de otra pertenece a esta otra (y que pertenece a otra debe ser claro, porque, de lo contrario, la pregunta carece de sentido)... Así pues, lo que se busca es precisamente por qué una cosa se afirma de otra."

Ya sabemos que la materia y la forma son, según Aristóteles, causas intríseecas y constitutivas de las cosas, de modo que si se pregunta por qué tal forma le adviene a tal sujeto se está preguntando por la causa eficiente que es "principio del movimiento"[3]. "Es obvio que el sustrato no se hace cambiar a sí mismo. Ni la madera produce la cama ni el bronce la estatua, sino que la causa del cambio

1. ARISTOTELES, Metaf., Z, 17, 1041a 10-20.
2. ARISTOTELES, Metaf., Z, 17, 1041a 20-25.
3. ARISTOTELES, Metaf., I, 3, 984a 27.

es otra".[1] Esta causa que "provoca el cambio o desencadena el movimiento respecto a lo que cambia o es movido"[2] es la causa eficiente. Pero esta causa se encuentra, en Aristóteles, inscripta en el orden físico y no en un plano existencial. Responde a la pregunta de por qué determinada propiedad advino a tal sujeto, y no a la de por qué ese compuesto de tal sujeto con tal determinación existe. En esta línea, J. Owens advierte: "Efficient cause is introduced as a correlate of change, not of being. It is repeatdly characterized as "that from which movement originates"; no ground is given in the text for reading into its later like "that which gives existence"."[3]

A su vez, para Aristóteles, dado que todo lo que se genera está compuesto de materia y forma, tanto la materia como la forma son ingeneradas, es decir, eternas. Esto es así porque si la forma (o la materia) también se generara tendríamos que en ella también habría que distinguir una materia y una forma y así sucesivamente de modo que las generaciones irían al infinito y en consecuencia no habría ninguna generación. "lo que quiero decir es que hacer redondo al bronce no consiste en producir ni la redondez ni la esfera sino otra cosa, a saber, esa determinada forma en

---

1. ARISTOTELES, Metaf., I,3,984a 19-25.
2. ARISTOTELES, Phys., II,3, 194b 29-31.
3. J. OWENS, "The Doctrine of Being in the Aristotelian "Metaphysics", Institut of Mediaeval Studies, Toronto, 1978, p. 193. Y en p. 176, también podemos leer: "E-

algo diferente de ella."[1] Entoces, para Aristóteles, mientras que lo que se genera y corrompe es el compuesto de materia y forma, "la forma conceptual...en cambio, no es de una manera tal que pueda corromperse."[2]

Ahora bien, si por un lado la forma es eterna,ya que sin su preexistencia es imposible la generación, y por otro, ella no existe separada de la materia (lo cual sería volver al platonismo), el tipo de preexistencia que tiene no puede ser otro que el de estar realizada en otros individuos de la especie. De ahí que para Aristóteles, "en cierto modo todas las cosas se generan a partir de un homónimo."[3] Lo realmente interesante para nosotros de esta tesis, es que, aún para Aristóteles que niega la realidad de un mundo ideal independiente en función del cual se conformarían los seres de este mundo (platonismo), el mundo efectivo se desarrolla dentro de un "marco ideal" de posibilidades conceptuales.

---

fficient cause is not be taken as implying any order to an existential act. It denotes in Aristotle merely a source of motion."

1. ARISTOTELES, Metaf., Z, 8, 1033a 33.
2. ARISTOTELES, Metaf., Z, 15, 1039b 23.
3. ARISTOTELES, Metaf., Z, 9. 1034a 23.

Mientras que en Aristóteles la causalidad, en general, da razón del cambio, será Avicena quién introducirá en la causalidad eficiente una distinción o división según que se trate del principio del movimiento a partir del cual surge la cosa (el compuesto), o del principio del ser o existencia de la cosa. Es precisamente el tema de la creación el que obliga, según el filósofo árabe, a entender el término "agente" en dos sentidos distintos: "Los filósofos de lo divino no entienden por "agente" el principio del movimiento solamente, sino TAMBIÉN el principio del ser ("essendi") y dador del mismo, es decir, el Creador del mundo".[1] Esta posición será bien conocida por la escolástica posterior.

Mientras que para Aristóteles como para el pensamiento antiguo en general, el mundo es eterno, cuyo sustrato es una materia ingenerada, y por lo taanto también eterna, para los filósofos de la edad media, la noción de cración plantea no solo el problema del comienzo temporal del mundo, sino otro mucho más profundo que es el del origen completo del ente, es decir, el de su simple existencia actual. Esta transformación afecta fundamentalmente al problema de la causalidad, como vimos.

Por otra parte, esta distinción en la causalidad eficiente es paralela a otra en el orden de la causalidad formal.

---

1. AVICENA, Philosophia Prima, tract. VI, cap. 1, Venecia, 1506. (copia fotostática, Lovaina 1965)

En efecto, mientras que Aristóteles niega explícitamente una causalidad formal extrínseca (platonismo), en Avicena, además de la forma intrínseca al compuesto, los posibles adquieren cierto tipo de realidad independiente. Esta distinción de la causa formal en extrínseca e intrínseca aparece explícitamente en la escolástica medieval por la influencia del platonismo y el agustinismo.

De modo que para Avicena nuevamente hay, independientemente de las cosas en que están como forma intrínseca, un mundo de ideas o esencias. Las esencias, según Avicena, estaner en las cosas mismas o en el intelecto, y por esta razón, se las puede considerar bajo tres aspectos diferentes: a) tomadas en sí mismas, b) en cuanto incluidas en las cosas individuales y c) presentes en el intelecto. Tomadas en sí mismas son existencialmente neutras, dado que solo existen cuando están en las cosas o en una mente. Ahora bien, un posible actualizado es una esencia a la cual le sucede que existe, o, dicho en otras palabras, un ser existente es un posible al que le acontece ser actualizado. Pero, los posibles actualizados existen justamente en el momento presente, de modo que habría un fluir constante de posibles unos atrás de otros, en donde posibles que eran meros posibles adquieren la existencia y luego vuelven a perderla dejando el lugar a los que vienen detrás.

Es realmente interesante para nostros destacar que, para Avicena, el momento presente está vinculado a la existencia actual de un conjunto de posibles. Todo lo que en el instante presente no está actualizado, está en el campo de lo meramente posible.

Este fluir de la serie de los posibles unos detrás de otros por el presente (si queremos, del futuro hacia el pasado) recuerda de alguna manera la doble serie de Mc. Taggart. Tampoco es difícil ver en estos posibles de Avicena un claro antecedente del "conjunto de mundos posibles" de Leibniz y del "espacio lógico" de Wittgenstein.

En la filosofía racionalista posterior, sobre todo en Leibniz y Wolff, nos encontramos con un tratamiento similar de la relación entre el mundo real y su posibilidad lógica como condición necesaria de su realidad. Así, para Leibniz, este es solo uno de los infinitos mundos posibles. La diferencia entre este mundo [illegible] y el resto de los mundos posibles dentro del conjunto de infinitos mundos posibles estaría dada porque a este mundo, además de ser posible, se le añade la existencia: "Los posibles contingentes pueden ser considerados tanto por separado como coordinados en una infinidad de mundos ~~posibles~~ completos posibles, cualquiera de los cuales es perfectamente conocido por Dios aunque solo uno de ellos ha sido conducido a la existencia. Y no viene al caso imaginar muchos mundos actuales puesto que uno solo abarca para nosotros toda la universalidad de las cosas creadas en todo tiempo y lugar y este es el sentido que aquí damos al término 'mundo'."[1]

Como se ve, estamos aquí todavía a mitad de camino de la lógica temporal, ya que si bien están los elementos que intuitivamente forman parte de la semántica de la lógica modal (los diversos mundos posibles), no hay ninguna alusión al tiempo, en el sentido de que todos los hechos, pasados, presente y futuros, forman parte del mismo mundo posible. La lógica temporal, en cambio, considerará al conjunto de hechos que ocurren en un mismo instante como constituyendo uno de los mundos posibles, diferente de los demás mundos posibles constituidos por los hechos que ocurren en cada uno de los demás instantes.

También Wolff definirá la existencia como el complemento de la posibilidad: "hinc existentiam definio per complementum possibilitatis."[2] Para ambos filósofos el principio de no contradicción tiene validez universal, aunque más que propiamente en el campo de lo real o existente, en el campo de lo posible, del cual lo real forma parte. Justamente, posible es aquello que no implica contradicción, mientras

---

1. G.W.LEIBNIZ, "Vindicación de la Causa de Dios", prgf. 15 en "Escritos Filosoficos", Rec., Bs. As.,Charcas, p.534.
2. Ch. WOLFF, Ontologia, prgf. 174, Darmstadt, 1962.

que lo contradictorio es imposible.[1] A su vez, aquello cuyo opuesto implica contradicción es necesario; esto significa que no puede ser falso en ningún mundo posible.[2] De modo que el principio de no contradicción constituye el límite de lo posible, y por ello mismo de lo real, ya que la posibilidad lógica es condición necesaria de lo real. Ahora bien, la posibilidad, si bien es condición necesaria, "no es razón suficiente de la existencia"[3]; de hecho, hay una infinidad de mundos posibles que no existen. "Fuera de la posibilidad del ente -afirma Wolff- se requiere algo más para que este exista."[4] En efecto, si la existencia es el "complemento" de la posibilidad, algo que se añade a ésta, la posibilidad sola no es suficiente para constituir un objeto existente. Es aquí donde se muestra el valor del otro gran principio que estos autores colocan junto con el de no contradicción: el principio de razón suficiente. Según Leibniz, en virtud de este principio "consideramos que ningún hecho puede ser verdadero o existente, ninguna enunciación puede ser verdadera, sin que haya una razón suficiente para que sea así y no de otro modo."[5]

---

1. Cf. G.W.LEIBNIZ, "Verdades Necesarias y Contingentes" en Rec. cit., p. 329.
2. Cf. G.W.LEIBNIZ, Ibid., 328 y ss.
3. Ch. WOLFF, Ontología, prgf. 172. Cit. por Torretti en "Kant", Bs. As. Charcas, p. 31
4. Ch. Wolff, Ibid.
5. G.W. LEIBNIZ, Monadología, prgf. 32, en Rec. cit. p. 607

La formulación de Wolff es: "Nada hay sin razón suficiente por la cual sea, más bien que no sea, esto es, si afirmamos que algo es, hay que afirmar que también es algo por lo cual se entienda que aquello es más bien que no es."[1]

Es decir, mientras que el principio de no contradicción nos muestra que determinado objeto no puede no (NMN en lógica modal) tener tal porpiedad, es decir, no hay posibilidad de no tenerla, con lo cual queda explicado porqué la tiene, el principio de razón suficiente, en cambio, adquiere furncionalidad cuando se quiere explicar por qué un objeto X tiene alguna propiedad que sí podría no tener. Es decir, si hay un objeto que tiene una propiedad que puede no tener, tiene que haber alguna razón por la cual esa propiedad se encuentra en él en vez de que no; lo contrario sería optar por el absurdo y dejar inexplicado el hecho.

Ahora bien, a este principio también se lo ha llamado "principio de las existencias"[2]; la razón de ello creemos poder encontrarla en la siguiente afirmación de Leibniz: "Hay dos clases de verdades, las de razonamiento y las de hecho. Las verdades de razonamiento son necesarias y su opuesto es imposible, y las de hecho son contingentes y su opuesto es posible..."[3] (subrayado nuestro).

---

1. Ch. WOLFF, Ontología, pagr. 70, cit. por R. Torretti, op. cit. p. 36.
2. Cf. R. TORRETI, Kant, Bs. As., Charcas, 1980, p. 36
3. G.W. LEIBNIZ, MONADOLOGÍA, pagr. 34, en "ESCRITOS FILOSÓFICOS", [illegible] (Rec.),

Mientras que en el primer caso la razón suficiente de una verdad es justamente el principio anterior, el de no contradicción, éste no alcanaza para dar razón de la existencia de los posibles contingentes, ya que, como vimos, la mera posibilidad no implica la existencia. Aquí es necesario aclarar que no se trata solamente de la razón de la existencia de un objeto posible en el cual se darían determinadas propiedades, sino también de la razón de la existencia en él de tales o cuales propiedades contingentes; en efecto, dice Leibniz: "Asentado este principio -el de razón suficiente-, la primera pregunta que tenemos derecho a formular será por qué hay algo más bien que nada. Pues la nada es más simple y más fácil que algo. Además, supuesto que deben existir cosas es preciso que se pueda dar razón de por qué deben existir así y no de otro modo."[1] Y en otro lugar: "si se imaginara que el mundo ha existido desde la eternidad y que en él había solamente glóbulos, habría que dar una razón de por qué eran glóbulos más bien que cubos."[2] De modo que para dar razón suficiente de un hecho contingente hace falta, además de su posibilidad, la razón de la existencia de ese hecho posible.

---

1. G.W.LEIBNIZ, "Principios de la Naturaleza y de la Gracia fundados en razón", en Rec. cit.,p. 601.
2. G.W.LEIBNIZ, Verdades Primeras, en Rec. cit. p.340.

Ahora bien, causa, para Wolff, es justamente "la razón de la existencia de una cosa"[1], con lo cual queda de manifiesto cómo en esta filosofía ha prevalecido el segundo sentido aviceniano de causa eficiente, en donde 'causa', habíamos dicho, era lo que daba la existencia a un posible.

Ch. WOLFF, "Ontología", parg. 881, cit. por TORRETTI en "Kant", Bs. As., Charcas, 1980, p.41.

2. La Causalidad como sucesión temporal

Ahora nos ocuparemos de dos elementos nuevos que aparecerán en la concepción de la causalidad, fundamentalmente a partir de la crítica empirista al racionalismo y la crítica kantiana al sistema wolffiano: a) la sucesión temporal entre la causa y el efecto, y b) la regla constante y uniforme según la cual esa sucesión se da.

Dada la amplitud del tema nos ceñiremos a una obra de Kant en la que aparece toda la problemática implicada en él: "Prolegómenos a toda Metafísica futura que pueda presentarse como ciencia".

Allí, Kant da la siguiente definición de "naturaleza": "es la existencia de las cosas, en tanto que esta existencia está determinada según leyes universales".[1] Es de notar que la palabra subrayada por el mismo Kant es "existencia". Esta palabra "existencia" tiene mucho que ver con el principio de causalidad, tanto por las distintas enunciaciones que Kant da de ese principio como por la vinculación que la existencia tenía con el principio de razón suficiente en la tradición wolffiana, según vimos.

1. KANT, "Prolegómenos a toda Metafísica futura", Charcas, Bs. As. 1984, p. 59.

La ley de causalidad es, según Kant, una de las leyes universales que se refieren a la existencia de las cosas. Lógicamente, Kant no se refiere con "existencia" a là existencia de la cosa en sí, sino que por "existencia" de una cosa debemos entender su conexión con los datos sensibles. En efecto, en la Crítica de la Razón Pura dice: "En el mero concepto de una cosa no puede encontrarse ningún carácter de su existencia. Pues aunque ese concepto sea tan completo que no le falte lo más mínimo para pensar una cosa con todas sus determinaciones internas, la existencia nada tiene que ver con todo esto, sino solo con la cuestión de si tal cosa nos es dada, de tal modo que la percepción de la misma puede en todo caso preceder a su concepto. Pues que el concepto preceda a la percepción significa su mera posibilidad; la percepción en cambio, que proporciona el material para el concepto, es el único carácter de la existencia."[1]

Que la ley de causalidad es una de las leyes universales de la naturaleza queda confirmado por el hecho de que Kant mismo, al final del parágrafo 15, la enumera entre tales leyes. La formulación de la ley en este parágrafo es la siguiente: "Todo lo que ocurre está siempre determinado previamente por una causa según leyes constantes".

1. KANT, KrV. A225/B272

Nosotros subrayaríamos aquí dos cosas que justamente no están subrayadas por Kant: a) "previamente" y b) "según leyes constantes".

Antes de pasar a analizar estos dos elementos es preciso aclarar que Kant, en este parágrafo 15, acepta el principio de causalidad como un ejemplo de una ley pura de la naturaleza, es decir, una ley universal y necesaria a priori de toda experiencia, lo que lo llevará a plantearse la posibilidad de una ciencia pura de la naturaleza independiente de toda experiencia. Esta ciencia pura de la naturaleza solo será posible si sus leyes son leyes de la posibilidad del conocimiento empírico de los objetos. Solo de esta forma queda asegurada la nicesidad y universalidad apriori de las luyes de la naturaleza, ya que cualquier objeto que entre en el campo de una experiencia posible debe sujetarse necesariamente a las condiciones de posibilidad de la experiencia. Hay en el parágrafo 17, una afirmación que parece condensar la doctrina kantiana de la validez universal apriori de las leyes de la naturaleza recién expuesta: "pues las leyes subjetivas, solo bajo las cuales es posible un conocimiento empírico de las cosas, valen también para estas cosas como objetos de una experiencia posible".[1] Es en este contexto del parágrafo 17 que Kant vuelve a enunciar el principio de causalidad como una de las leyes "sub-

1. I. KANT, "Prolegómenos a toda Metafísica futura", Ed. Charcas, Bs. As., 1984, p. 62.

jetivas" que hacen posible la experiencia: "un juicio de percepción nunca puede valer como experiencia sin la ley según la cual, cuando se percibe un suceso, se lo refiere siempre a algo que precede, de lo cual ese suceso se sigue según una ley universal".[1] Si atendemos a esta última formulación del principio, vemos que nuevamente aparece enunciado en términos de sucesión temporal y con referencia a una regla universal de sucesión. La causa a la que se debe referir un suceso percibido es algo que precede, de lo cual ese suceso se "sigue" según una regla universal.

Este seguirse tiene no solo un matiz lógico, en donde a partir de la regla universal se infiere el caso particular, sino que incluye también un matiz temporal. Como veremos más adelante, el matiz lógico corresponde a la forma hipotética del juicio, la cual es unade las categorías del entendimiento, y el matiz de sucesión temporal corresponde a una de las formas puras de la sensibilidad: el tiempo. Ambas estarán íntimamente relacionadas.

Ahorabien, según Kant, si nuestra actividad judicativa solo se limitara a unir representaciones actuales de nuestra sensibilidad, los juicios así formados tendrían todos una validez limitada a un solo sujeto (el sujeto percipiente) y a un momento determinado, aquel en que se da la percepción. Estos juicios que solo tienen una validez subjetiva son los llamados por Kant "juicios de percepción".

1. I. KANT, Ibid. p.62.

En cambio, cuando un juicio de percepción adquiere validez objetiva, es decir, cuando las representaciones enlazadas en él se consideran así enlazadas no solo en el estado actual de un sujeto percipiente determinado, sino para todo sujeto y en todo tiempo, hace falta que a las representaciones sensibles se les agreguen los conceptos puros del entendimiento, que son las condiciones que hacen posible la validez universal y necesaria del juicio. Dicho en otras palabras, las representaciones sensibles solamente, no alcanzan para conferir universalidad y necesidad a un juicio; es necesario suponer, entonces, la presencia de las categorías o conceptos puros del entendimiento. Kant ejemplifica en una nota[1] esta diferencia entre un simple juicio de percepción y los juicios de experiencia (universales y necesarios) utilizando el concepto de "causa": "Cuando el sol baña la peidra ésta se calienta" es un juicio de percepción en el cual simplemente se constata que a una sensación le ha seguido otra. En cambio si digo "el sol calienta la piedra" estoy estableciendo una relación objetiva entre el solà y el calor de la piedra en donde además de las percepciones de luz y calor interviene el concepto intelectual de "causa". En este caso se pretende que el juicio tiene validez para cualquier otro Sujeto y para mí mismo en cualquier otro momento.

1. I. KANT, "Prolegómenos a toda Metafísica futura", Ed. Charcas, Bs. As.,1984, p. 170, nota 31.

"Pero si digo: el sol calienta la piedra, entonces se agrega, además de la percepción, también el concepto intelectual de causa, concepto que conecta necesariamente el concepto del calor con el del brillo del sol, y el juicio sintético se vuelve, necesariamente, universalmente válido, por consiguiente, objetivo, y se cambia, de una percepción, en experiencia."[1]

En esto, justamente, radica principalmente la revolución copernicana de Kant, en que la objetividad de los juicios no deriva de su conformidad con los objetos en sí -que Kant considera incognoscibles- sino de la intervención de las categorías del entendimiento. Son éstas las que confieren objetividad a los juicios y por lo tanto, su necesaria concordancia entre sí cuando se refieren a un mismo objeto de la experiencia. Esta objetividad que confieren las categorías a las percepciones enlazadas en una conciencia individual no consiste en otra cosa que en conectarlas en una conciencia en general; es decir, una conexión válida para toda conciencia. De ahí que cada categoría esté vinculada a una determinada "forma del juzgar en general". Ahora bien, a cada "forma del juzgar en general" le corresponderá una categoría; y a la "forma hipotética del juicio", que es una de estas "formas del juzgar en general" está vinculada la categoría de "causa".

1. I. KANT. op. cit., p.170, nota 31.

"Subordinar" es el término que usa Kant para referirse a la función que realizan determinados juicios, de conectar las intuiciones con los conceptos de la forma del juzgar en general. Estos juicios que subordinan las intuiciones sensibles a los conceptos puros del entendimiento, no son otros más que los principios universales de la naturaleza.

En el parágrafo 21, refiriéndose a estos principios, dice Kant: "ellos no son otra cosa que proposiciones que subordinan toda percepción (según ciertas condiciones generales de la intuición) a aquellos conceptos puros del entendimiento."[1] De modo que con cada categoría se asociará el principio respectivo cuya función será subordinar las intuiciones (que cumplan determinadas condiciones) a esa categoría.

Hemos dicho que el concepto de causa está relacionado con la forma hipotética del juicio, o juicio condicional en general. Esta forma del juicio me permite apoyarme en un conocimiento como fundamento de otro, que sería su consecuencia. En la lógica proposicional actual lo simbolizaríamos así: $p \supset q$. Ahora bien, la condición en la intuición que debe tener una percepción para poder ser subordinada por el principio de causalidad a la categoría de causa, no es otra que la sucesión temporal constante.

1. I.KANT, op. cit., p. 68.

Nos encontramos así con los dos elementos formales, íntimamente relacionados entre sí, que mencionabamos más arriba, a propósito del enunciado kantiano del principio de causalidad: Por un lado, el esquema de sucesión temporal, es decir, una rgla por la que constantemente a la aparición de un fenómeno dado le sigue, en el tiempo, la aparición de otro, y, por el otro, la forma hipotética del juicio. Al antecedente del juicio condicional corresponde el fenómeno antecedente en el tiempo, y al consecuente en el juicio condicional, el fenómeno que le sucede al primero en el tiempo; de modo que el primer fenómeno pasa a ser la causa o fundamento de aparición del segundo, que es el efecto.

Nos preguntamos ahora, si, desde un punto de vista lógico, la forma hipotética o condicional del juicio puede expresar válidamente el esquema de sucesión temporal entre dos fenómenos. El problema radicaría en lo siguiente: En toda sucesión temporal constante, el fenómeno antecedente vendría a ser, en el juicio hipotético, la condición. Pero, como se trata de <u>sucesión</u> temporal, tenemos que pensar que hay un tiempo (t_1) en el que se da el fenómeno antecedente pero todavía no se da el consecuente del juicio condicional, o efecto. En este tiempo (t_1) el condicional ($p \supset q$) es falso, ya que se da 'p' pero no se da 'q'. Así, por ejemplo, cuando el sol comienza a iluminar la piedra ésta no se calienta enseguida, sino que es necesario esperar un tiempo (sucesión temporal) hasta que aparezca el efecto. En ese tiempo en que se da el primer fenómeno (la iluminación del sol) pero no el segundo (el calor de la piedra). el juicio hipotético, en que el conocimiento de un hecho me sirve como fundamento del otro, no es verdadero, debido a que se da 'p', pero '-q'. Se podría objetar esto diciendo que el juicio condicional no tiene porqué tomar en cuenta solo un mismo instante, pero en ese caso tendría que ser posible enunciar la siguiente fórmula: $p \supset -p$, que es la que serviría para expresar el caso en que a la aparición de un fenómeno le sigue, en el tiempo, su desaparición. Creemos que habría una forma en que el juicio hipotético se podría usar para expresar la sucesión temporal, que consistiría en que la posición temporal subsiguiente se incluya como formando parte de las propiedades del efecto, lo cual quedaría así: ($p \supset q$ en t_2). Pero entonces la sucesión no queda expresada por la forma condicional, sino que queda formando parte del contenido, en el consecuente.

Estos problemas no surgen en la concepción wolffiana anteriormente vista. En efecto, habíamos visto que allí la causalidad era fundamentalmente una dependencia en la existencia: dado que la mera posibilidad no es suficiente, aunque sí necesaria, para la existencia de un objeto, se hace necesario, para explicar la existencia de un posible contingente, postular algo por lo cual ese posible existe en vez de no existir. Ahora bien, este concepto de causalidad parece exigir, todo lo contrario a una precedencia en el tiempo, una suerte de "simultaneidad", si se puede hablar así, entre el efecto y la causa. En efecto, si causar significa dar o comunicar a un posible la existencia, parece necesario que mientras exista el efecto, exista la causa; ya que mal podría un posible darse la existencia a sí mismo, lo cual constituiría un círculo vicioso, ni tampoco podría comunicarsela la causa si ella misma ya no existe. Nótese que si un posible contingente existe, no existe por sí sino que debe haber algo que le esté confiriendo su existencia, de donde se sigue que suprimida la causa queda suprimido el efecto.

La concepción kantiana de la causalidad como sucesión temporal regular tiene su fuente en el empirismo, principalmente en Hume, aunque con la diferencia que para Hume esta relación no contiene ninguna necesidad, sino que "es una mera apariencia ilusoria, con la que una larga costumbre nos engaña,"[1] creer que tal necesidad entre hechos que se suceden regularmente en el tiempo, existe. La causalida, para Hume, no consistirá más que en el hábito de esperar que se produzca el hecho que siempre aconteció una vez aparecido el antecedente del mismo.

1. I. KANT, op. cit., p.77.

Esta regularidad constante y uniforme entre fenómenos, que aparece explícitamente en las dos formulaciones kantianas del principio de causalidad que hemos visto, es un elemento que se encuentra presente tanto en el surgimiento de la ciencia moderna, con Galileo, como en las teorías actuales de la explicación científica.

En efecto, en Galileo encontramos:

> "aquélla, y no otra debe llamarse causa, a cuya presencia sigue el efecto y a cuya eliminación el efecto desaparece."[1]

y, también en Galileo:

> "Si es verdad que...entre la causa y el efecto hay una conexión firme y constante (ferma e costante connessione), debe entonces concluirse necesariamente que allí donde se perciba una alteración firme y constante en el efecto habrá una alteración firme y constante en la causa."[2]

Por lo que respecta a la concepción moderna de la explicación científica, podemos citar a Gregorio Klimovsky:

"El propósito primigenio de la ciencia es detectar leyes acerca de la realidad. Estas leyes no involucran otra cosa que regularidades generales que vinculan o relacionan determinados tipos de sucesos o acontecimientos. El conocimiento

1. Galileo (1623), Il Saggiatore, en Opere, vol. 6, p.265; citado por M. Bunge, en Causalidad, EUDEBA, 1978, p.46.

2. [illegible]

de estas regularidades es importante para el que desee explicar hechos, ya que <u>explicar</u> puede querer decir, precisamente, que un hecho singular no es casual e independiente de los demás, sino que forma parte de una correlación general de hechos."

Nos queda como tarea para las siguientes partes de la tesis, profundizar, ya no desde un punto de vista histórico, sino teórico, ambos problemas planteados aquí: la posibilidad de una causalidad anterior en el tiempo, y el valor explicativo de regularidades que podrían no estar fundadas en una relación causal.

SEGUNDA PARTE

EL PRINCIPIO DE TERCERO EXCLUIDO

Y

LA DISCONTINUIDAD DEL CAMBIO

III

El principio de tercero excluìdo y la discontinuidad del cambio

En este capìtulo nos proponemos desarrollar algunas implicaciones que, a nuestro juicio, se desprenden del **Tractatus Logico**- Philosophicus de Wittgenstein en relaciòn con el tema del cambio.
Como guìa de interpretaciòn hemos tomado la obra "Significado y verdad" de Bertrand Russell, especialmente los capìtulos XX y XXI en los que Russell desarrolla su teorìa del principio de tercero excluìdo. Es a partir del anàlisis de este principio y de su relaciòn con las proposiciones del Tractatus de donde extraeremos una concepciòn del cambio en el mundo.
Este capìtulo constituye un primer intento de respuesta a algunos de los interrogantes que quedaron planteados en el primer capìtulo a raìz del anàlisis parmenìdeo del cambio, que se podrìan sintetizar en lo siguiente: "Si bien el principio de no contradicciòn es vàlido para cada instante por separado, suponiendo que no pueda existir màs de un instante por vez, y dado que en cada instante es imposible el cambio, en lo que es nunca hay cambio."

<u>Verdad epistemològica y verdad lògica</u>

En esta primera parte del capìtulo desarrollaremos brevemente, siguiendo a Russell, estas dos teorìas de la verdad señalando sus diferentes implicaciones metafìsicas para luego, en la segunda parte de este capìtulo, ubicar a Wittgenstein en una de las dos y a partir de allì tratar el tema del cambio.

Como nociones generales bàsicas, podemos decir que en el caso de las oraciones moleculares y generales, su verdad o falsedad puede inferirse a partir de sus relaciones sintàcticas con oraciones atòmicas.*(1). Por lo tanto son èstas ùltimas las originariamente indicativas, es decir que su verdad o falsedad se va a establecer por referencia al hecho indicado por ellas. Estas oraciones que indican hechos se podrìan a su vez dividir en dos grandes grupos: las que indican hechos percibidos por mì y las que indican hechos que no he percibido. Este ùltimo caso es mucho màs frecuente que el primero. Por ejemplo, cuando digo "hay un perro" no me estoy refiriendo solamente a mi percepciòn actual de ciertos datos sensibles sino que màs bien estoy creyendo en la independencia de ese objeto al que llamo "perro", es decir, creo que existe*(2) cuando yo no lo percibo y tambièn cuando nadie lo percibe.

Ahora bien, què es lo que me lleva a creer en una realidad independiente de mi experiencia?. Se podrìa suponer que lo que uno percibe no es màs que una hipòtesis simbòlica que permite explicar la experiencia. Esto, en fìsica por ejemplo, llevarìa a la siguiente consecuencia: luego de formular la fìsica teòrica en tèrminos realistas, consideraremos "real" solo aquella parte que es perceptible y todo el resto no serà màs que una gran-construcciòn coherente pero sin mayor relaciòn con algùn tipo de realidad. El caso es que ambas hipòtesis , tanto el realismo como el empirismo, tienen las mismas consecuencias en lo que se refiere a la experiencia , de modo que èsta no nos sirve para dirimir entre ellas. Ademàs , simbòlicamente, ambas fìsicas tambièn serìan indistinguibles.

El realista piensa que las ondas sonoras por ejemplo, que relacionan las sensaciones auditivas con otros fenòmenos, existen aunque nadie las pueda experimentar . De esta manera, segùn Russell, el realista se ve conducido a la Ding-an-sich como causa de sus percepciones, a fin de distinguir la cosa del percepto. De este modo nos encontramos con que cada vez que en nuestro campo perceptivo aparece un color lo relacionamos necesariamente a la existencia simultanea de un acontecimiento fìsico. Esta hipòtesis no es otra cosa que lo que Russell denomina "la metafìsica del sentido comùn". Esta dice que cuando experimentamos un percepto <u>a</u>, hay una relaciòn biunìvoca <u>S</u> entre una "cosa" y <u>a</u>, en donde la "cosa" es lo que conmunmente se dice que se percibe.

Dejemos en suspenso por un momento este tema, para analizar lo que Russell entiende por significancia de las proposiciones. Lo contradictorio de "significante" es "absurdo". Una oraciòn absurda es aquella que no posee significancia.

Russell prefiere el tèrmino "significancia" para las oraciones a fin de reservar "significado" para las palabras aisladas. Russell tambièn define "proposiciòn" como "lo que una oraciòn significa". Dos oraciones diferentes pueden tener la misma significancia, y eso es la proposiciòn: "Bruto matò a Cèsar" y "Cèsar fue muerto por Bruto", por ejemplo.

Ningùn lenguaje ordinario ha logrado, por medio de sus reglas sintàcticas, eliminar de su estructura linguìstica las oraciones absurdas. Russell da el siguiente ejemplo :"La cuadruplicidad bebe la postergaciòn"*(3). Como se ve, esta oraciòn carece de significancia aunque no viola ninguna regla sintàctica del castellano. Es posible segùn Russell, construir un lenguaje ideal cuyas reglas sintàcticas solo permitan la construcciòn de oraciones significantes. Sin embargo, màs adelante*(4) sostiene que la significancia es siempre un cierto tipo de "posibilidad sintàctica". Aquì creemos que hay una diferencia importante con Wittgenstein, ya que creemos que para Wittgenstein el sentido de una proposiciòn es, no una mera posibilidad sintàctica, sino una posibilidad lògica:

"La pintura pinta la realidad representando una posibilidad de existencias y no existencia de hechos atòmicos".*(5).

"La pintura presenta una posible situaciòn en el espacio lògico".*(6)

"La pintura contiene la posibilidad de la situaciòn que representa."*(7).

Sin embargo , para ambos la significancia es una posibilidad de realidad. Wittgenstein dirà inmediatamente a continuaciòn de las proposicones anteriores:

"La pintura concuerda con la realidad o no; es justa o equivocada, verdadera o falsa."

Para Russell, mientras no de toda oraciòn se puede decir que es verdadera o falsa ya que las absurdas no son ni lo uno ni lo otro, de las significantes se puede afirmar que se aplica la ley del tercero excluìdo, es decir que son verdaderas o falsas. Como se ve, la proposiciòn 2.21 del TRACTATUS (la ùltima que citamos) no es otra cosa que la enunciaciòn del principio de tercero excluìdo, tal como lo define Russell. Russell define los principios lògicos de no contradicciòn y de tercero excluìdo en funciòn de los valores de verdad. Al principio de no contradicciòn lo define: "No hay proposiciòn que sea a la vez verdadera y falsa"; y al de tercero excluìdo: "Toda proposiciòn es verdadera o falsa".*(8).

Definidos de esta manera los principios lògicos , ¿Se puede seguir afirmando, como lo hace Wittgenstein, que no dicen nada acerca del mundo?. Creemos que si bien es cierto que una tautologìa es incondicionalmente verdadera porque permite todas las situaciones posibles en el mundo*(9), lo que estos principio estàn afirmando no es una descripciòn intrìnseca al mundo sino una relaciòn entre le mundo y su espacio lògico. El principio de no contradicciòn afirma que si dos situaciones contradictorias forman parte del espacio lògico del mundo, no pueden ser ambas reales. Lo que el principio de tercero excluìdo afirma es que dado el espacio lògico forma

De un mundo, toda situación en el espacio lógico parte del mundo o no forma parte del mismo.

Russell en el capítulo XX de "Significado y Verdad" plantea la objeción que Brouwer ha hecho contra la ley del tercero excluído desde un punto de vista epistemológico en que "Verdad" solo se puede defineir en tèrminos de "verificabilidad". La alternativa es tal que si definimos la verdad en relaciòn al conocimiento se hunde, segûn Russell, la lògica y extensas partes de las matemàticas; si por el contrario, adherimos a la ley de tercero excluído, parece conducirnos a una metafísica realista.

El planteo Brouweriano es el siguiente: dado que la idea de "verdadero" es inûtil a menos que se dispongan de medios para descubrir si una proposiciòn es verdadera o no, sustituye "verdadero" por verificable". Y sòlo serà "falsa" aquella proposiciòn cuya contradictoria se ha verificado. En consecuencia queda un enorme conjunto de proposiciones que sin carecer de sentido y que son sintàcticamente correctas, no son ni verdaderas ni falsas, al menos desde el punto de vista de Brouwer ya que ellas o sus contradictorias no son verificables. Así es que para este grupo de proposiciones Brouwer se niega a aceptar la ley de tercero excluído.

Russell hace notar que cuando la ley de tercero excluído fracasa, tambien fracasa la ley de doble negaciòn. Si p no es verdadera ni falsa, "es falso que p sea falso" no es equivalente a "p es verdadero". Entonces de las ûnicas proposiciones de las que se puede decir que son verdaderas o falsas es de aquellas que estàn al alcance de nuestra experiencia y de sus generalizaciones inductivas.

Sin embargo, Russell se pregunta que pasa con una proposiciòn como por ejemplo esta :"El uno de enero del año uno despuès de Cristo nevò en Manhattan Island.". Si bien el sentido de esta proposiciòn es fàcilmente comprendido por todos , su verificaciòn es, en la pràctica, imposible; por lo tanto no tenemos ninguna evidencia de que sea verdadera o falsa y, epistemològicamente, tendrìamos que decir que no es ni verdadera ni falsa.

El rechazo natural a aceptar esta conclusiòn proviene de nuestra creencia en un mundo "real" independiente de nuestra observaciòn. Creemos que "podrìamos" haber estado allì y haber comprobado si nevaba o no , hecho que ocurrirà independientemente de nuestra experiencia . Sin embargo, si aceptamos las generalizaciones inductivas, no hay razòn para negar la extensiòn de la ley de tercero excluìdo a toda proposiciòn de la cual no tengamos indicio alguno de su verdad o falsedad. En el ejemplo anterior, si bien es cierto que no podemos decidir la cuestiòn por sì o por no, teniendo en cuenta las variaciones climàtica para esa època del año podemos tener una idea de la probabilidad de su verdad o falsedad. Pero, què sucede en el caso de proposiciones que no tengan absolutamente ninguna vinculaciòn posible con nuestra experiencia, como por ejemplo: "Hay un cosmos sin relaciòn espacio-temporal con el cosmos en que vivimos."?. En este caso no hay ninguna inducciòn posible que me hable a favor o en contra de tal proposiciòn . Se podrìa decir que en este caso la proposiciòn carece de sentido y que por lo mismo no es ni verdadera ni falsa. Pero, si carece de sentido no es una proposiciòn , y en consecuencia no demuestra que haya proposiciones que no sean verdaderas ni falsas. Por otro lado, si consideramos que tal proposición carece de sentido, esta otra:"Todo tiene una relación espacio-temporal con mi percepto presente" también tendría que ser sin sentido, ya que es la contradictoria de :"Algo está desprovisto de relación espacio-temporal con mi percepto presente". Por el contrario, si tiene significancia decir "todo lo que existe es sensorial", la contradictoria de esta proposición:"Existe algo no sensorial" también debe ser significante. Esto nos saca de la experiencia y nos lleva a la cuestión del "hecho" , para determinar si esta proposición es verdadera o falsa. Esto lleva a que la verdad o falsedad de una proposición es totalmente independiente del conocimiento que se tenía de ella, y así nos encontramos en la teoría de la verdad como "correspondencia" con el "hecho". La proposición "esta nevando " es verdadera si de hecho está nevando aunque no sepamos que está nevando. Si luego nos damos cuenta de que estuvo nevando , suponemos que habría nevado exactamente igual aunque no lo hubièsemos comprobado; es decir, que la proposición "está nevando" fue verdadera aunque nosotros no lo supièsemos . En esto consiste el punto de vista del realismo del sentido común que es el que ha hecho posible considerar al principio de tercero excluído como evidente de suyo.

Resumiendo. Dentro de la teoría de la verdad como correspondencia Russell distingue dos forma diferentes. Una , que llama "teoría epistemológica" , considera que las proposiciones básicas deben derivarse de la experiencia y que las proposiciones que no se puedan relacionar con esta no son ni verdaderas ni falsa. La otra, que llama "teoria lògica" porque es la que se supone en lògica, considera que la verdad es conrrespondencia con el "hecho" aunque si la proposiciòn no tiene relaciòn con la experiencia no se la puede conocer.

Ambas teorias se diferencian en la relaciòn entre "verdad y conocimiento". En la teoria lògica, todas las proposiciones son o bien verdaderas o bien falsas, mientras que en la epistemològica una proposiciòn no es verdadera ni falsa si no hay evidencia a favor o en contra. Es decir, la ley del tercero escluìdo es verdadera en la teoria lògica, pero no en la epistemològica. Segùn Russell esta es la principal diferencia entre ambas. La teoria lògica sostendrà que hay un "hecho" que haria verdadero un enunciado, aùn cuando nadie tuviera aprehensiòn perceptiva de este hecho, o hay un hecho que la hace falsa. Si asi no fuera , no podriamos formular las preguntas que dan origen a los descubrimientos. Para testear una hipòtesis o contrastar una teoria necesitamos suponer que la misma es verdadera o falsa antes de que lo averiguemos. Si no suponemos la validez de la ley de tercero excluìdo, la investigaciòn cientifica seria imposible.

En la teoria epistemològica , una oraciòn "bàsica" es la que corresponde a una experiencia. De acuerdo con el realismo o teoria lògica, los perceptos son hechos, pero èstos sòlo son una subclase de los hechos; hay otros hechos que sòlo pueden conocerse por inferencia como por ejemplo los tèrminos teòricos de la ciencia como las ondas sonoras o las ondas de luz, y las cosas de la realidad diaria mientras nadie las percibe, talvez haya otros hechos que no se puedan conocer en absoluto.

El eleatismo de Wittgenstein

Pensamos que a lo largo de todo el Tractatus de Wittgenstein se puede rastrear una concepciòn de la verdad como concordancia con los "hechos" por un lado, y la decidida aceptaciòn del principio de tercero exclu1do, a pesar incluso de lo que èl mismo afirma acerca de las tautologias. por ello. Algunas de las proposiciones que hemos citado en la primera parte son una prueba suficiente de ello. Sin embargo, se podr1an agregar las siguientes:

"El mundo es todo lo que acaece."

"El mundo es la totalidad de hechos."

"Entender una proposiciòn significa saber lo que acaece si es verdadera."*(10).

"La realidad total es el mundo."

es la realidad (a la existencia de hechos atómicos

"La existencia y no-existencia de hechos atòmicos la llamamos tambièn un hecho positivo, a la no-existencia , un hecho negativo."

"La pintura concuerda con la realidad o no; es justa o equivocada, verdadera o falsa."

"En el acuerdo o desacuerdo de su sentido con la realidad, consiste su verdad o falsedad."

"Para conocer si la pintura es verdadera o falsa debemos compararla con la realidad."

"La totalidad de los pensamientos verdaderos es una pintura del mundo."*(11).

"La realidad debe ser determinada por la proposiciòn a s1 o a no."

"La proposiciòn es la descripciòn de un hecho atòmico."

"Entender una proposiciòn significa saber lo que acaece si es verdadera."*(12).

"La realidad es comparada con la proposiciòn ."
"La pintura puede ser verdadera o falsa sòlo en cuanto es una pintura de la realidad."*(13).

"La menciòn de todas las proposiciones elementales verdaderas describe el mundo completamente . El mundo està completamente descrito por la menciòn de todas las proposiciones elementales màs la menciòn de cuàles son verdaderas y cuàles son falsas."*(14).
"Una proposiciòn no es en sì misma ni probable ni improbable. Un acotencimiento ocurre o no ocurre; no hay tèrmino medio."*(15).

El problema que se nos plantea ahora es el siguiente: Si es cierto como sostiene Wittgenstein, que toda proposiciòn verdadera pinta un hecho (positivo o negativo), y que toda proposiciòn si no es verdadera es falsa (principio de tercero excluido), parece que el cambio como proceso o "pasaje" no existe; lo que existe serìa una sucesiòn de hechos atòmicos que entre sì no tendrìan mayor vinculaciòn. De hecho esto parece confirmado en las siguientes proposiciones:
"Los hechos atòmicos son independientes unos de otros."
"De la existencia o no existencia de un hecho atòmico , no se puede inferir la existencia o no existencia de otro."
"Cualquier cosa puede acaecer o no acaecer y todo el resto permanece igual."*(16).

Cuando Wittgenstein sostiene la independencia de los hechos atòmicos nosotros no sòlo pensamos en el mundo como un todo actual sino en el mundo en evoluciòn o en constante cambio; entonces estas afirmaciones parecen implicar que los hechos actuales no tienen ninguna relaciòn de dependencia con los hechos anteriores ni los hechos futuros con los actuales. Dicho en otras palabras: el conjunto de hechos atòmicos que constituyen la estructura del mundo en un instante es absolutamente independiente del estado del mundo en otros instantes diferentes de ese.

Esta conclusiòn parece haber sido elaborada implìcitamente por el mismo Wittgenstein. En efecto, èl mismo afirma:

"Desde una proposiciòn elemental no se puede deducir ninguna otra."

"De ningùn modo se puede inferir desde la existencia de una situaciòn , la existencia de otra situaciòn enteramente diferente de aquella."

"No podemos inferir los acontecimientos futuros, desde los presentes."*(17).

Y màs adelante agrega:

"El procedimiento de la inducciòn consiste en aceptar la ley <u>màs simple</u> que pueda armonizarse con nuestra experiencia."

"Este procedimiento, sin embargo, no tiene fundamentaciòn lògica, sino solo psicològica."

"Que el sol salga mañana es una hipòtesis; y esto significa que no <u>sabemos</u> si saldrà."

"No existe la obligaciòn de que una cosa deba acontecer porque otra haya acontecido."*(18).

Ahora bien qué significa que no hay fundamentación lógica sino solo psicológica?. Creemos que es posible una respuesta desde un análisis del principio de tercero excluido.

Hay una diferencia radical entre el principio de no contradicción y el de tercero excluido . Mientras el primero en su formulación hace una referencia explícita al tiempo , ya que una proposición no puede ser verdadera y falsa <u>al mismo tiempo</u> pero en distintos tiempos sí, el sigundo no tiene tal referencia.

Wittgenstein no hace ninguna alusión a alguna teoría del tiempo, pero sí tiene una proposición en la cual aparece claro su aristotelismo temporal:

"No se puede comparar un proceso con el transcurso del tiempo"-tal cosa no existe-, sino sólo con otro proceso (tal como la marcha del cronómetro).

Por lo tanto, la descripción del curso temporal sólo es posible en cuanto lo refiramos a otro proceso."*(19).

Es claro , a partir de este texto, que para Wittgenstein el tiempo entendido como un continente de los objetos al estilo newtoniano no es real. Sólo se puede hablar del tiempo en la comparación de dos procesos y toda comparación no es otra cosa que establecer una medida. De modo que para Wittgenstein como para Aristóteles el tiempo no es otra cosa que medida del cambio. Wittgenstein no usa la palabra "cambio", habla de "proceso", que para el caso son equivalentes. Un proceso parece indicar una serie prolongada de cambios.

Pero , qué dice Wittgenstein sobre el cambio?. Aquí tambien sólo hay una proposición en todo el Tractatus que se refiere a él, pero esta sola dice mucho, si se sabe coordinar con el resto de las proposiciones. Es la siguiente:

"El objeto es lo fijo , lo subsistente; la configuraciòn es lo cambiante, lo variable."*(20).

Con esto tocamos el realimo de la metafìsica del atomismo lògico, realismo que, segùn Russell, va inseparablemente unido a la concepciòn lògica de la verdad y la aceptaciòn de la ley de tercero excluìdo. La otra variante, la alternativa idealista, serìa afirmar que lo subsistente, lo fijo es el sujeto.

"Donde en el mundo puede observarse un sujeto metafìsico?".

"...el solipsismo llevado estrictamente coincide con el puro realismo."*(21).

Pero no nos apartemos de nuestro tema: el cambio. Wittgenstein afirma que lo <u>variable</u> es la configuraciòn . Ahora bien, què es la configuraciòn?. Inmediatamente afirma:

"La configuraciòn de los objetos constituye~~n~~ el hecho atòmico."

"En el hecho atòmico los objetos se comportan unos con respeto a otros de un modo y manera determinados."

"El modo y manera còmo los objetos estàn conectados en el hecho atòmico es la estructura del hecho atòmico."*(22).

De modo que mientras los objetos en los hechos atòmicos son lo fijo y lo subsistente, lo que varìa es la estructura del mismo o, mejor dicho, la interrelaciòn que tienen entre sì los objetos . Es decir, su combinaciòn.

Dado que toda estructura de un hecho atòmico es una determinada posibilidad dentro de un espacio lògico, al desaparecer aquella necesariamente debe aparecer realizada otra posibilidad de combie inmediata, la cual implicaría la discontinuidad

nación entre los objetos, dado que permanecen.

Pensamos que esta sucesión de un hecho luego de otro debe ser necesariamente discontinua del tiempo mismo. Es decir, una suerte de independencia de los diferentes instantes entre sí.

En efecto, por un lado, por la ley de no contradicción sabemos que no es posible que en un mismo instante un hecho se dè y no se dè en la realidad, de lo contrario la proposición que lo describe serìa verdadera y falsa al mismo tiempo.

Ahora bien, según la ley de tercero excluido, toda proposición si no es verdadera es falsa, y si no es falsa es verdadera. De donde se sigue necesariamente que si en un instante dado un determinado hecho atòmico que hasta ese momento era real deja de ser real, este "pasaje" de la realidad a la irrealidad debe ser instantaneo, sin extensión temporal. En efecto, cualquiera sea el instante X en que un hecho atòmico deje de ser real (es decir, ya no es màs real y por lo tanto la proposición que lo describe es ahora falsa), en el instante inmediatamente anterior el hecho debiò ser real y la proposición que lo describìa verdadera. De lo contrario entre la verdad y la falsedad habrìa una tercera posibilidad, lo cual violarìa la ley de tercero excluìdo. Recuerdese que hablamos del primer instante en que comienza a no ser real el hecho. Nunca se podrà encontrar, aùn dividiendo al infinito, un instante lìmite en el cual la proposición que describe el hecho no sea verdadera ni falsa, es decir, un instante en que el hecho sea ni real ni irreal. Esto supondrìa la violación de la ley de tercero excluìdo y por lo tanto un mundo no lògico.

De aquí se desprende que en la realidad no hay cambio, si por "cambio" queremos indicar algo màs o algo distinto que la mera serie contigua de hechos unos despuès de otros sin relaciòn entre sí. Lo ùnico que habría son unos hechos despuès de otros hechos. Entre la realidad y la irrealidad de un mismo hecho no cabe una tercera posibilidad . Lo que es, es, y lo que no es, no es.

NOTAS

1- Cf. B. Russell, "significado y verdad", Ariel, Barcelona 1983, p. 213.

2- Nos encontramos , como se ve, en el espacio òntico. Cf. Colacilli de Muro, "Los espacios filosòficos", Actas del tercer congreso nacional de Filosofìa, Bs. As. 1982.

3- B. Russell , "Significado y verdad", cap. XII, p. 167.

4- Ibid, cap. XIII, p. 171.

5- Tractatus, 2.201.

6- Tractatus, 2.202.

7- Tractatus, 2.203.

8- B. Russell, "Significado y verdad". p. 198.

9- Cf. Tractatus, 4.46 y ss.

10- Tractatus, 1, 1.1, 4.024.

11- Tractatus, 2.063, 2..06, 2.21, 2.222, 2.223, 3.01.

12- Tractatus, 4.023, 4.024.

13- Tractatus, 4.05, 4.06.

14- Tractatus, 4.26.

15- Tractatus, 5.153.

16- Tractatus, 2.061, 2.062, 1.21.

17- Tractatus, 5.134, 5.135, 5.136, 5.1361.

18- Tractatus, 6.363, 6.3631, 6.36311, 6.37.

19- Tractatus, 6.3611.

20- Tractatus, 2.0271.

21- Tractatus, 5.633, 5.64.

22- Tractatus, 2.0272, 2.031, 2.032.

IV

EL PRINCIPIO DE TERCERO EXCLUIDO EN LA LOGICA DEL CAMBIO DE VON WRIGHT Y LA LOGICA CUANTICA

A fin de reforzar nuestra conclusiòn anterior queremos llamar la atenciòn sobre algunos aspectos de la lògica del cambio de Von Wright.

Luego de ello, pasaremos a resolver una "paradògica" objeciòn que podria hacèrcenos desde la lògica cuàntica; digo paradògica porque una de las conclusiones màs interesantes de la mecànica cuàntica es que el cambio (en el espacio) es discontinuo.

Para comenzar, es conveniente mostrar una diferencia que establece V. Wright entre proposiciones "genèricas e "individuales". La proposiciòn genèrica se refiere a un determinado tipo de hecho o estado de cosas, pero sin especificar su "ocasiòn", es decir, sin localizar el "hecho" espacio temporalmente. En cambio la proposiciòn individual "ejemplifica" en una ocasiòn determinada lo expresado por la proposiciòn general.

En este sentido, por ejemplo, la proposiciòn "la ventana està abierta" expresa un hecho genèrico, dado que no se especifica a cuàl ventana se refiere (espacio) ni cuando èsta se encuentra abierta (tiempo). Los "hechos genèricos" se diferencian claramente de los "sucesos" porque èstos son ùnicos e irrepetibles por naturaleza, de modo que su menciòn implica el referirse a una determinada ocasiòn espacio-temporal como por ejemplo, el hecho de que "Bruto matò a Cèsar", ya que la muerte de una persona es algo que solo puede ocurrir en una ocasiòn determinada, y no en varias distintas. De modo que los hechos genèricos son fundamentalmente repetibles.

Ahora bien, es importante notar dos caracterìsticas de las proposiciones genèricas. La primera de ellas es que carecen de valor de verdad.

En efecto, la misma proposiciòn genèrica puede tener un valor de verdad en una ocasiòn y otro en otra. Por ejemplo, la proposiciòn genèrica "llueve" puede ser verdadera hoy en Bs. As. y falsa al mismo tiempo en Nueva York; o verdadera hoy en Bs. As. y falsa mañana. De modo que las que realmente tienen un valor de verdad determinado son las proposiciones individuales, es decir lo que "ejemplifican" una proposiciòn genèrica en una ocasiòn concreta; por ejemplo "en este momento llueve en Bs. As." es o bien verdadera o bien falsa, pero no ambas.

La segunda caracterìstica que es importante destacar para las proposiciones genèricas es que no deben confundirse con las proposiciones generales o universales. Es decir, la distinciòn entre proposiciones genèricas e individuales no corresponde a la distinciòn entre proposiciones universales o generales por un lado y proposiciones singulares o particulares por otro. La diferencia fundamental , creemos nosotros, puede verse en que mientras las proposiciones genèricas no se refieren a ninguna ocasiòn en particular, y por ellos mismo carecen de valor de verdad, las proposiciones generales como "todos los cuervos son negros" o "el agua tiene su màxima densidad a los 4 C", se refieren a todas las ocasiones, y por ello mismo poseen un valor de verdad determinado (verdadera si en cada ocasiòn es verdadero su particular correspondiente y falsa sino). Estas diferencias nos van a ser muy ùtiles cuando nos refiramos a la lògica cuàntica.

La lògica del cambio de Von Wright contiene dos tipos de expresiones, las expresiones p que se pueden considerar "Descripciones de estado de cosas genèricos, representados por cualquier fbf. del càlculo proposicional clàsico, y expresiones T. que se pueden considerar como descripciones de cambio.

Descripciones de estado: en realidad la nociòn de "descripciòn de estado" que da Von Wrihgt es un poco màs limitada que la que dijimos. Antes que nada, es necesario aclarar que las variables proposicionales (p, q, r, s ,t) expresan estados de cosas "genèricos" en el sentido aclarado màs arriba. Ahora bien, una fòrmula molecular cualquiera de n elementos atòmicos dentro del càlculo proposicional se puede expresar, en su forma normal disyuntiva perfecta, como una disyunciòn de fòrmulas conjunciòn, cada una de las cuales expresa un "mundo posible" dentro del espacio permitido por la combinaciòn de los n elementos atòmicos o sus respectivas negaciones. Dicho de otro modo, dadas n fòrmulas atòmicas se pueden formar 2^n fòrmulas conjunciòn diferentes tales que cada una de las fòrmulas atòmicas o su fòrmula negaciòn es un componente de la conjunciòn. Cada una de èstas fòrmulas conjunciòn representa uno de los 2^n mundos posibles en el campo de ese determinado grupo de proposiciones atòmicas. Ahora bien, cada fòrmula del càlculo proposicional que contenga exactamente ese grupo de proposiciones atòmicas se puede representar como una disyunciòn de ninguno, alguno/s o todas esas fòrmulas conjunciòn.

Si es la disyunciòn de ningûn elemento, la fòrmula expresa una contradicciòn (no es verdadera en ninguno de los mundos posibles), si es la disyunciòn de algunas de las fòmulas conjunciòn la fòrmula expresa una contingencia (es verdadera en alguno de los mundos posibles), si es la disyunciòn de todas las fòrmulas conjunciòn es una tautologìa (es verdadera en todos los mundos posibles). Es importante aquì notar que la razòn por lo que los mundos posibles son 2^{n} y no màs es que de los contrario se violarìa el principio de no contradicciòn o el de 3 excluìdo ya que cada proposiciòn no puede ser en un mismo mundo verdadera y falsa, ni/ ni verdade ra ni falsa, en cada mundo es o bien verdadera o bien falsa. En este sentido se puede decir que las 2^{n} formas conjuntivas son exhaustivas.

Entonces, "siguiendo una terminologìa establecida,..., restringiremos aquì el uso del tèrmino **descripciòn de estado** al significado de una sentencia-conjunciòn de n expresiones p atòmicas y/o sus sentencias-negaciòn.*(1).

Las expresiones T.

Es necesario introducir el signo T para hacer referencia a una diferencia temporal. Lo que va a la izquierda y a la derecha del signo T son fòrmulas propo(si)cionales que describen caracterìsticas del mundo en un instante anterior (a la izquierda de T y en un instante posterior (a la derecha de T). Como se ve las expresiones de la izquierda y de la derecha de T pueden ser contradictorias entre sì, pero como T marca una diferencia temporal no se viola la ley de no contradicción. De este modo, por ejemplo, pT -p expresa el cambio por el que el mundo de tener, en un instante dado el hecho descripto por p, pasa, en otro instante posterior , a no tenerlo.

También se puede interpretar de la siguiente forma: un mundo p cambia a un mundo -p. Esto es importante, porque aquí se está tratando a p y a -p como pertenecientes a dos mundos distintos, los cuales se suceden en el tiempo, uno luego del otro.

En esta línea, la fòrmula (p.q) T (p. -q) expresa que un mundo en que se dan los hechos descriptos por q y p cambia por otro (es reemplazado por otro) en que se dan los hechos descriptos por p y -q. Cada instante, el instante a la izquierda y el instante a la derecha de T representa un mundo independiente. Esto es lo que permite que las fòrmulas tanto de la izquierda como de la derecha puedan ser contradictorias entre si.

Ahora bien, si nos atenemos a una sola variable proposicional vamos a ver que los cambios posibles son los siguientes:

(p T p, p T-p, -p T p y -p T -p). Estas cuatro transformaciones de estado elementales, son segûn V. Wrihgt "conjuntamente exhaustivas"%(2); esto significa que expresan todos los cambios posibles referidos a una misma variable.

Ahora bien, no solo son "conjuntamente exhaustivas" sino que también son "mutuamente excluyentes", en el sentido de que no puede ser verdadera màs de una de ellas en la misma ocasión. Tampoco pueden ser todas falsas, por ser exhaustivas; en este sentido la siguiente fòrmula: (pTp) v (p T ~P) v (~p T P) v (~p T ~p) expresa una taútologìa, es decir, es necesariamente verdadera. Resulta evidente que la razòn por la que estas cuatro fòrmulas elementales de cambio son excluyentes entre sì es que de lo contrario se violarìa el principio de no contradicciòn en alguno de los dos mundos implicados por T. A su vez, la razòn por la que son exhaustivas es que de lo contrario se violarìa el principio de 3 excluìdo, ya que en cada mundo o se da p, o no se da, sin una tercera posibilidad.

Toda esta exposiciòn a lo que apunta es a mostrar como nuestra conclusiòn del capìtulo anterior se ve reflejada en esta lògica del cambio. En efecto, sea cual fuere el estado de cosas descripto por p, la ùnica alternativa (partiendo de un mundo en que se da p) a que no se dè en un instante siguiente cualquiera , es que siga dandose p, es decir, que no haya cambio. Del mismo modo podemos decir que la ùnica alternativa posible a que no se haya dado p en un instante anterior cualquiera a un mundo en que se da p, es que sì se haya dado, es decir, que no haya habido cambio.

Resulta claro entonces, que si esta cuatro fòrmulas elementales son exhaustivas y mutuamente excluyentes, entre p y ~p no hay "pasaje gradual" sino un salto discontinuo.

Resulta claro ademàs, que un mundo en el que se da p, sean cuales fueren los demàs estados de cosas en èl, independientes de p, solo puede pasar a ser un mundo ~p (o ser reemplazado por un mundo ~p) de un modo discontinuo, aunque los demàs estados de cosas permanezcan inalterados; ya que ambos mundos son contradictorios entre sì.

Ahora bien, habíamos dicho que a un conjunto de n variables proposicionales cualesquiera le correspondía 2^n mundos posibles, expresados cada uno de ellos por una fòrmula conjunciòn cuyos elementos conjuntivos eran esas mismas variables o sus respectivas negaciones, en sus diferentes combinaciones. De modo que toda fòrmula del càlculo proposicional clàsico se puede escribir en su fòrmula normal disyuntiva perfecta, la cual està constituída por ~~por~~ la disyunciòn de ninguna , alguna/s o todas aquellas fòrmulas conjunciòn. En el primer caso nos encontramos ante una contradicciòn, en el segundo ante una contingencia y en el tercero ante una tautología. A cada una de aquellas fòrmulas conjunciòn se le ha dado el nombre tècnico de descripciòn de estado. A su vez, a cada descripciòn de estado de n expresiones-p atòmicas le corresponde 2^n descripciones ~~de descripciones~~ de cambio posibles. En efecto, consideremos la expresiòn (p T q). Esta expresiòn señala el paso de un mundo en que se da el hecho descripto por "p" a un mundo en que se da el hecho descripto por "q". Sin embargo nada nos dice de "q" en el primer mundo ni de "p" en el segundo; y como en el primer mundo las alternativas posibles con respecto a "q" son que se de o que no se de, y los mismo, las alternativas posibles en el segundo mundo con respecto a p son dos: que se de o que no se de, aquella fòrmula se puede transformar en la siguiente disyunciòn:

[(p T p) x (q T q)] v [(p T -p) x (q T q)] v [(p T p) x (-q T q)] v [(p T -p) x (-q T q)].

Es claro que estas cuatro fòrmulas conjunciòn o disyunciòn entre si son las descripciones de cambio posibles permitidas por (p T q).

Del mismo modo, si en vez de partir de una descripciòn de cambio partimos de una descripciòn de estado de cosas inicial, por ejemplo (p x -q), las cuatro descripciones de cambio posibles que le corresponden son las siguientes:

(pTp) x (-qTq) y (pTp) x (-qT-q) y (pT-p) x (-qT-q) x (pT-p) x (-qTq).

Estas cuatro alternativas son tambièn exhaustivas y mutuamente excluyentes por las mismas razones que dijimos para los casos anteriores.

De modo que, si para n proposiciones atòmicas son posibles 2^n mundos posibles compuestos de ellas o sus negaciones, y para cada mundo posible son posibles 2^n descripciones de cambio, para n proposiciones atòmicas cualesquiera son posibles 2^{2n} descripciones de cambio diferentes, exhaustivas y mutuamente excluyentes.

Von Wright dà la siguiente tabla para dos proposiciones cualesquiera:

Ahora bien, esta exhaustividad, sobre todo en lo que se refiere a las descripciones de estado, es cuestionada por algunas interpretaciones de la lògica cuàntica. En efecto , se ha sostenido que algunos fenòmenos vinculados a la mecànica cuàntica implicarían la posibilidad de que las cuatro alternativas con respecto a dos proposiciones "a" y "b" que describen esos fenòmenos, $(a \cap b)$ u $(a \cap b')$ u $(a' \cap b)$ $(a' \cap b')$ (,lèase (pxq) v (px-q) v (-pxq) v (-px-q), sean falsas.

Evidentemente esto significa fundamentalmente en cuestionamiento del principio de tercero excluìdo, principio sobre el cual se fundamenta la exhaustividad de aquellas combinaciones (que necesariamente una de ellas es verdadera). Como dijimos màs arriba, el principio de no contradicciòn parece tener màs que ver con la exclusividad (es decir que no puede ser verdadera màs de una de ellas) mutua de estas combinaciones que con su exhaustividad.

Es nuestro propòsito, en lo que sigue , bosquejar brevemente la problemàtica de la lògica cuàntica e intentar dar una respuesta a este cuestionamiento.

Para ello, es necesario referirnos antes que nada a los sistemas reticulares. Un reticulado es un conjunto de elementos cualesquiera en el cual hay definido un orden parcial, es decir, que con este conjunto , viene ademàs definida una relaciòn de orden parcial. Una relaciòn de orden es algùn criterio segùn el cual es posible dar una prioridad a ciertos elementos respecto a otros. Esa relaciòn puede no ser aplicable a cualquier par de elementos del conjunto que uno tome, es decir, se puede aplicar a ciertos pares de elementos del conjunto pero puede haber pares que no estén relacionados entre sí, eso es lo que significa que la relación de orden es parcial. El signo que se usa para representar la prioridad de un elemento del reticulado con respecto a otro es el siguiente: , que nada tiene que ver con su significado matemático. Significa que el elemento de la izquierda es anterior al siguiente según una determinada relación. Como las relaciones son de distinto tipo este signo puede significar muchísimas cosas distintas. En el caso particular de la lògica cuàntica cada elemento del reticulado representa una proposiciòn, y la relaciòn de orden parcial es la relaciòn de implicaciòn entre proposiciones, de modo que el signo entre "a" y "b" significa que la proposición "a" implica la proposiciòn "b". La relaciòn de orden en un reticulado debe cumplir con las siguientes propiedades:

1) Tiene que ser reflexiva (o sea, que todo elemento x del conjunto se puede ordenar respecto a sí mismo): x x.
2) Tiene que ser antisimètrica: Si "x" precede a "y" y ademàs "y" precede a "x" implica que "x" e "y" son iguales: x y e y x => x=y.
3) Transitiva: Si "x" precede a "y" , e "y" precede a "z", "x" precede a "z": x<y e y<z => x<z.

Sin embargo, un conjunto de elementos con una relaciòn de orden parcial no define todavìa completamente a un reticulado. Hacen falta algunas condiciones màs.

Es posible, como se dijo antes, que tomemos un par de elementos del conjunto, y ellos no se encuentren entre sí ordenados, sin embargo es necesario que para cualquier par del conjunto haya un supremo y un ínfimo. El supremo de (a,b) es un elemento "y" que cumple con lo siguiente:

(1) a   y

(2) b   y

Es decir, "y" debe ser un elemento que siga tanto a "a" como a "b" pero de todos los que siguen a "a" y "b" debe ser el menor de todos ellos, según la relación de orden, es decir que cualquier otro elemento que cumpla con (1) y (2) debe ser posterior a "y" según la relación de orden.

El ínfimo de par (a,b) es el elemento que cumple con todas las propiedades justamente contrarias al supremo: debe preceder tanto a "a" como "b" según la relación de orden , y además debe ser el mayor de todos los elementos que preceden a "a" y a "b", de modo que cualquier otro elemento que lo haga debe preceder también al ínfimo.

Al supremo de a y b se lo simboliza así: aUb. En la interpretación lógica de un reticulado , aUb corresponderá a la disyunción "a o b".

Al ínfimo de a y b se lo simboliza así: $a \cap b$. En la interpretación lógica de un reticulado, $a \cap b$ corresponderá a la conjunción "a y b". Siendo a y b proposiciones.

El supremo y el ínfimo tiene algunas propiedades:

1) Idempotencia: El ínfimo del par (a,a) es el mismo "a". a a=a. En efecto, el mayor de todos los elementos que preceden a "a" es la misma "a", por propiedad reflexiva. La misma vale para el supremo.

2) Conmutatividad: El ínfimo del par (a,b) es igual al ínfimo

del par (b,a), $a \cap b = b \cap a$. Lo mismo vale para el supremo.

3) Asociatividad: $a \cap (b \cap c) = (a \cap b) \cap c$. Análogamente $a \cup (b \cup c) = (a \cup b) \cup c$.

4) Absorción: El ínfimo de a con el supremo de $(a,b) = a \cap (a \cup b) = a$.

En efecto, el supremo de (a,b) es un elemento que sigue tanto a "a" como a "b", de modo que el <u>mayor</u> elemento que precede tanto a "a" como a uno que sigue a "a" no puede ser otro que el mismo "a".

Lo mismo vale cambiando los símbolos: $a \cup (a \cap b) = a$.

A su vez, todo reticulado contiene necesariamente un elemento Universal y un elemento Nulo. El elemento Universal es el elemento máximo del reticulado, es decir el que es posterior a todos los demás elementos del conjunto según la relación de orden. Es decir, si tomamos los supremos de todos los pares de elementos del conjunto y los ordenamos entre sí según la relación de orden, el que sigue a todos los demás es el elemento Universal .

Del mismo modo, el elemento Nulo es el elemento que precede a todos los demás.

En la interpretación lógica de un sistema reticular el elemento universal corresponde a la tautología o "lo trivial", ya que siendo siempre verdadero es implicado por cualquier proposición. El elemento nulo, a su vez, corresponderá a la contradicción o lo absurdo, lo cual , siendo siempre falso, implica o "precede" a todas las demás proposiciones. El elemento universal se simboliza así: I; y el Nulo así:Ø.

Veamos ahora un ejemplo matemático de un sistema reticular: El conjunto de los divisores de 30.

Los divisores de 30 son c={ 1,2,3,5,6,10,15,30}. Estos son todos los elementos del reticulado. (Debemos aún demostrar que constituye un reticulado. Como relación de orden parcial tomamos la siguiente: Decimos que "a" precede a "b" (a   b) si "a" divide a "b". Si un elemento del conjunto divide a otro se dice que lo precede, por ejemplo , 2 divide a 6, luego 2<6. Pero, la relación de orden entre 2 y 3, por ejemplo, no se da, por ello se trata de una relación de orden parcial; en este sentido, el 2 no precede al 3. Para estudiar mejor un reticulado se puede construir lo que se denomina un Diagrama de Hasse. Este diagrama consiste en representar a cada elemento del conjunto con un punto, y unir por medio de un trazo continuo aquellos elementos entre los que se da la relación de orden. Para este ejemplo el diagrama sería el siguiente:

Aquí, por ejemplo, el elemento 2 está unido (siempre de abajo hacia arriba, y no al revès) por trazo continuo con el 6, lo cual significa que le precede en la relación de orden, es decir, que lo divide. Tambien está unido por trazo continuo hacia arriba con el 30, lo cual manifiesta la propiedad transitiva de la relación de orden. Pero no està unido con trazo continuo hacia arriba con el 3, por ejemplo, lo cual manifiesta que no lo precede en la relación.

Ahora bien, para comprobar si se trata de un reticulado, es necesario verificar si para cada par de elementos del conjunto se encuentra un supremo y un ìnfimo. Tenemos por ejemplo, el par (3,5). El supremo del par (3,5) es un elemento que sea precedido tanto por 3 como por 5, y que a su vez sea el menor de todos los que cumplen con esta propiedad, es decir, se trata del mìnimo comùn mùltiplo de 3 y 5. Este es 15, y 15 se encuentra entre los elementos del conjunto; 15 es entonces el elemento $3 \cup 5$. A su vez el ìnfimo de 3 y 5 es un elemento que los preceda a ambos, segùn la relaciòn de orden, pero el mayor de todos los que los preceden, es decir, el mayor de todos los divisores de 3 y 5, o, su màximo comùn divisor. Este es 1, y pertenece al conjunto, de modo que $3 \cap 5=1$. Si se calculan el mìnimo comùn mùltiplo y el màximo comùn divisor de cada par de elementos del conjunto de los divisores de 30 se comprobarà que estàn todos incluìdos en èl. Ademàs , el 1 es el elemento que divide a todos los demàs elementos del conjunto, es decir que los precede segùn la relaciòn de orden; esto lo constituye en el elemento nulo del reticulado : $\emptyset \neq 1$. Por otra parte, el 30 es el elemento que es mùltiplo de todos los demàs y èsto hace de èl el elemento universal del reticulado: I=30. Con esto quedan abarcados todos los conceptos que habìamos señalado.

Podemos agregar la siguiente nociòn: Se dice que un reticulado es complementado cuando para cualquier elemento del mismo existe otro elemento del reticulado con las siguientes propiedades:

1) $a \cup a'=I$

2) $a \quad a'=0$.

a' se lee: "complemento de a. En el caso de la interpretación lógica de un reticulado es fácil ver el complemento de una proposición cualquiera es su propia negación, ya que 1) p v -p es una tautología y 2) p x -p una contradicción.

En el ejemplo que hemos dado podemos encontrar para cada elemento su complemento: así que el complemento de 1 es 30, de 2 es 5, de 3 es 10 y de 5 es 6.

la

Esto se puede ver de siguiente manera. Si tomamos el 2 y el 5, por ejemplo, y seguimos sus trazos continuos <u>hacia</u> <u>arriba</u> veremos que se unen recién en el 30. Esta unión de los trazos continuos hacia arriba en el diagrama el elemento 2 U 5. A su vez, si seguimos los trazos continuos de esos dos elementos, pero hacia abajo, es decir, hacia los elementos que les anteceden, veremos que se intersecta en el 1, lo cual señala que el elemento 2 5 es el 1; (2 5)=1.

Un reticulado complementario, puede ser, además, ortocomplementado. Esto significa que el complemento del complemento de un elemento es el mismo elemento original. En la interpretación lógica de un reticulado esto no es otra cosa que la ley de la doble negación. (a')'=a.

Hasta ahora simplemente hemos descrito en qué consiste un reticulado y hemos dado un ejemplo de reticulado tomado de las matemáticas.

Por otra parte es necesario aclarar, que el diagrama de Hasse que hemos dado es válido para ese ejemplo concreto, pero otros ejemplos de reticulado suelen tener diagramas de Hasse diferentes.

Todo esto a lo que apunta es a mostrar que el reticulado de proposiciones de la mecànica clàsica se diferencia del reticulado de proposiciones de la mecànica cuàntica en propiedades bien definidas.

Para ello demostraremos a continuaciòn tres propiedades para cualquier reticulado:

1) <u>Isotonia</u>: a<b y c E S => a c b c. Lo que esta propiedad afirma es que si "a" antecede a "b" el ìnfimo de "a" con un elemento del reticulado "c" cualquiera precede al ìnfimo de b con c. Esto mismo vale para el supremo.

La demostraciòn de esto se realiza basàndose en que si a<b el ìnfimo de a y b = a;a ∩ b=a. Esto es asì porque "a" es el mayor de los elementos que anteceden a "a", y que "a" antecede a "b" es la hipòtesis de partida. A su vez c=c c, por propiedad reflexiva. Ahora podemos reemplazar en a∩ c b∩ c: a por a ∩b y c por c∩ c, en el primer miembro: a∩ c= (a ∩b) (c c), el segundo miembro por propiedad asociativa es igual a (a ∩ c) ∩ (b ∩ c); entonces queda: (a∩ c)=(a ∩c) ∩ (b ∩c). Evidentemente esta igualdad solo es posible si (a∩ c) (b ∩c), ya que de lo contrario (a ∩ c) no podrìa ser igual al ìnfimo de sì mismo y otro cualquiera, en este caso (b ∩ c). Queda demostrado entonces que si a<b, (a∩ c)< (b ∩ c).

2) <u>desigualdades distributivas</u>:

i) a ∩ (cUb) (a∩ b) U (a ∩ c) para a b c cualesquiera. Se llama desigualdad justamente porque en lugar de una igualdad, lo que

derecho
tenemos es una precedencia del miembro ~~izquierdo~~ con respecto al

izquierdo
~~derecho~~. ii) Se obtiene intercambiando $\cap$ por U:

a U (c $\cap$ b) (a U b) $\cap$ (a U c).

<u>Demostración</u> <u>de</u> <u>i</u>: Ya podemos afirmar lo siguiente: 1) (a $\cap$ b) a,

2) a $\cap$ b) < b, 3) b< (b U c), por definición de ínfimo y de supremo.

De aquí por propiedad de isotonía puedo obtener:

(a $\cap$ b) $\cap$ (a $\cap$ b) (a $\cap$ b) $\cap$ (bUc). y (a $\cap$ b) $\cap$ (bUc) < a $\cap$ (bUc). De aquí, por propiedad transitiva y sabiendo que (a $\cap$ b) $\cap$ (a $\cap$ b) = (a $\cap$ b) se obtiene: a $\cap$ b < a $\cap$ (b U c) (A).

Ahora bien, del mismo modo, partiendo de a $\cap$ c < a (a $\cap$ c) < c bUc se puede obtener a $\cap$ c < a $\cap$ (bUc). (B). c $\cap$ c

Ahora, partiendo de (A) y de (B) por propiedad de isotonía con respecto a U se obtiene:

(a $\cap$ b) U (a $\cap$ c) [a (b U c)] U (a $\cap$ c) [a $\cap$ (b Uc)] U [a $\cap$ (b U c)]= a $\cap$ (b U c), y esta es precisamente la desigualdad; a (b U c) (a $\cap$ b) U (a $\cap$ c).

La desigualdad ii) se demuestra de igual manera , pero cambiando $\cap$ por U y colocando bien las desigualdades de partida. Por ejemplo a U b no precede a "a" sino que la sigue y por ello se partirá no de (a $\cap$ b) a; sino de (a U b) > a.

3) <u>desigualdad</u> <u>modular</u>:

Dice que si a<b entonces a U (b $\cap$ c) b (a U c).

Esto se diferencia de la desigualdad solamente en que en el segundo miembro en lugar de (aUb) aparece solamente b. Esto es evidente , dado que si a< b, el menor de los elementos que siguen tanto a "a" como a "b" es el mismo "b".

Ahora bien, con esto tenemos demostrado las propiedades que nos interesan. Si nos fijamos bien, las dos desigualdades distributivas incluyen la igualdad distributiva como una de sus posibles casos. En efecto, por la propiedad reflexiva, cualquier elemento se precede a sì mismo, de modo que podrìamos encontrarnos con casos de reticulados a los que para a b c cualesquiera valiera la igualdad distributiva la cual es un caso de desigualdad distributiva, por propiedad reflexiva. Ahora bien, cuando nos encontramos con un reticulado donde lo que vale es la igualdad distributiva, decimos que se trata de un reticulado distributivo. Evidentemente, un reticulado distributivo es tambièn modular, en el sentido de que para èl tambièn vale la igualdad modular.

Sin embargo, no necesariamente todo reticulado modular es distributivo, podemos encontrar reticulados para los que vale la igualdad modular y no la igualdad distributiva. Tambièn es posible encontrar reticulados no distributivos ni modulares.

Ahora bien, mientras el reticulado de proposiciones de la mecànica clàsica es distributivo, el reticulado de proposiciones de la macànica cuàntica no lo es.

Antes de seguir veamos los siguientes diagramas de Hasse correspondientes a tres reticulados distintos:

Si se colocan nombres a cada elemento de los reticulados y se buscan los supremos y los ìnfimos de cada par de elementos de ellos siguiendo a los trazos contìnuos que marca la relaciòn de precedencia de unos elementos con respecto a otro del modo indicado antes, se puede ver que el primero es distributivo , el segundo es modular pero no distributivo y el tercero ni modular ni distributivo.

El reticulado a) es el que dimos para los divisores de 30. Hay otro modo de demostrar que èste reticulado es distributivo y consiste en mostrar que es un reticulado isomorfo al reticulado formado por los subconjuntos de un conjunto de 3 elementos como {A,B,C,}. Es decir, tienen el mismo diagrama de Hasse. Para ello se hace corresponder a cada elemento de un reticulado uno del otro y se ve que mantienen entre si las mismas relaciones de precedencia: Los subconjuntos de un conjunto {ABC} son: {A}, {B}, {C}, {AB}, {AC}, {BC}, (ABC}. Estos son los elementos del reticulado. La relaciòn de orden que definimos es la de inclusiòn , de modo que a b si a està incluido en b. Por ejemplo, {A} {AB}.

A su vez , el conjunto vacìo, que està incluido en si mismo y en todos los demàs corresponde al elemento nulo, y el conjunto total {ABC}, que està incluìdo en sì mismo y que incluye a todos los demàs es el elemento universal.

La correspondencia biunívoca entre los elementos de un reticulado y otro sería la siguiente:

Decir que estos reticulados son isomorfos, es decir que por ejemplo, si el 2 y el 3 dividen al 6, es decir, preceden al elemento 6 según la relación de orden por división, los elementos corresponsientes al 2 y al 3, {A} y {B} están incluídos en el correspondiente al 6, {A,B}, es decir que lo preceden según la relación de orden de inclusión.

Nòtese que en la interpretación lògica de un reticulado se puede hacer corresponder la relación de implicación con la relación de inclusión.

Ahora bien, una vez que hemos visto que se da una relación biunívoca entre ambos reticulados mostramos que el reticulado de subconjuntos es un reticulado distributivo, lo cual implica que todo reticulado isomorfo con èl, también lo es.

Veamos el siguiente diagrama de Venn. Si se observa bien el diagrama sale a simple vista que este tipo de diagrama en que se hace coincidir a cada elemento de un conjunto con un punto del plano, es distributivo, I es elemento universal del reticulado.

a (bUc)= (a b) U (a c).

El resultado del miembro de la izquierda y el del miembro de la derecha son el mismo; la zona que tiene un doble rayado: horizontal y vertical.

Ahora bien, un modo de probar que el reticulado de proposiciones de la mecànica clàsica es distributivo es mostrar que es isomorfo con un reticulado de subconjuntos en un espacio plano; ese espacio plano en el que cada proposicion està representado por un subconjunto de puntos es el espacio de las fases. El espacio de las fases es un espacio constituìdo por dos ejes perpandiculares: el impulso y la posisiòn.

Esto que significa?. Esto sifnifica que todo estado de un sistema clàsico es expresable en tèrminos de impulso y posiciòn, de tal modo que si se tiene el impulso y la posiciòn iniciales de un mòvil, por ejemplo, esto es suficiente para conocer la evoluciòn futura del sistema, tambièn en terminos de posiciòn e impulso. Es decir, dadas las condiciones iniciales de posiciòn e impulso se   a partir de leyes generales la posiciòn e impulso del mòvil en los instantes sucesivos. Ahora bien, la relaciòn entre empulso y posiciòn se expresa en tèrminos de energìa, de tal manera que si afirmo la siguiente proposiciòn: "el valor de la energìa de un sistema x està comprendida entre los 1000 y los 200 ergios", ya puedo descartar del espacio de las fases todos los puntos que corresponden a una energìa mayor a 2000 ergios o menor a 1000 ergios, con lo cual me quedarà un subconjunto de puntos del espacio de las fases en el que estàn comprendidos todos los puntos que representan una energìa entre 1000 y 2000 ergios. Para el ejemplo propuesto el subconjunto de puntos tendrìa màs o menos la siguiente forma:

De tal manera que a cada proposiciòn de un istema clàsico le podemos hacer corresponder un subconjunto de puntos del espacio de las fases , y ya hemos demostrado que un reticulado de subconjuntos de un conjunto cualquiera es un reticulado distributivo, es asì que el reticualdo formado por las proposiciones de la macànica clàsica tambièn lo es.

Al haber demostrado que las proposiciones de la mecànica clàsica son equivalentes a subconjuntos del espacio de fases, es claro que las proposiciones forman un reticulado distributivo.

Ahora bien, para los reticulados distributivos es vàlida la siguiente igualdad: $(a\ \ b) \cup (a\ \ b') \cup (a'\ \ b) \cup (a'\ \ b') = I$ (1). Notemos que su notaciòn en càlculo proporcional serìa la siguiente: (pxq) v (px-q) v (-pxq)v (-px-q).

Aquella igualdad aparece claramente en un diagrama de Venn para dos proposiciones:

en donde evidentemente la suma de los espacios rayados horizontal, vertical y oblicuamente junto con la zona no rayada (correspondientes a cada intersección respectivamente) da como resultado el conjunto total: I. No es necesario hacer notar que las cuatro fórmulas conjunción que componen la fórmula disyunción son las cuatro descripciones de estados posibles, es decir, los cuatro mundos posibles permitidos por el principio de tercero excluído para un par de proposiciones cualquiera. Esto significa que son exhaustivas, es decir, que necesariamente una de ellas es verdadera. Esto es justamente lo que la equivalencia quiere señalar al indicar que la unión de todas ellas equivale a I, es decir a 1 o trivial, con lo cual se quiere mostrar que aquella fórmula es una ta utología. Tambien sabemos por el principio de no contradicción, pero no es nuestro interes profundizar en ello ahora, que las cuatro intersecciones o fórmulas conjunción son mutuamente excluyentes, es decir, que no pueden ser verdaderas más de una al mismo tiempo, ya que se trata de mundos contradictorios entre sí.

Ahora bien, se ha sostenido que àquella igualdad (1) no es vàlida para las proposiciones de la mecànica cuàntica*(3) y por esa razòn el reticulado de las proposiciones de la mecànica cuàntica no puede ser distributivo. Para ello se ha recurrido a fenòmenos fisicos tìpicos de la mecànica cuàntica. Veamos el siguiente ejemplo:

Es sabido que si se hace incidir un haz de suz sobre un polaroid colorado en un plano perpendicular al haz de luz, el el polaroid dejarà pasar aquellos factores cuyos campos elèctricos es paralelo al eje del polaroid, y que a su vez impide el paso de aquellos cuyos campo elèctrico es perpendicular al eje del polaroid:

Sin embargo, la direcciòn del campo elèctrico no debe adoptar necesariamente la direcciòn "y" o la direcciòn "x" del plano, puede adoptar una infinidad de otras direcciones, de modo que para cada direcciòn distinta tenemos una proposiciòn distinta que afirma que la direcciòn del campo elèctrico es tal. Entre la direcciòn x y la direcciòn y, por ejemplo, son posibles una infinidad de direcciones intermedias para cada una de las cuales corresponderà una proposiciòn que la describe distinta. El modo de averiguar para cualquiera de ellas si es verdadera o falsa es el siguiente: dado que el polaroid deja pasar aquellos fotones cuyo campo elèctrico es paralelo a su eje, no hay màs que girar el polaroid de modo que su eje quede en la misma direcciòn en que la proposicion afirma que se encuentra el campo elèctrico del fotòn, y si este pasa resulta que la proposiciòn es verdadera, sino no.

Por ejemplo, con respecto al plano formado por los ejes x e y:

> podemos tener la proposiciòn "a" que afirma que el campo elèctrico està en la direcciòn y tambièn podemos tener la proposiciòn "b" que afirma que el campo elèctrico està en la direcciòn .

Para verificar cualquiera de las dos proposiciones el procedimiento es el mismo, se gira el polaroid de modo que su eje quede girado en la direcciòn indicada por la proposiciòn correspondiente, y si el polaroid deja pasar el fotòn, la proposiciòn es verdadera, de lo contrario es falsa.

Ahora bien, hemos dicho que si un reticulado es distributivo debe cumplirse en èl la igualdad (1). Para verificar esta igualdad se puede tomar por ejemplo,(a b) y verificar su valor de verdad . Para ver que pasa con (a b) se pueden colocar dos polaroids, uno antes y otro despuès, el primero girado en el angulo y el segundo en el àngulo

Supongamos que el fotòn pasa por el primer polaroid, es decir, que a es verdadera; sin embargo, con respecto al segundo polaroid, nos vamos a encontrar con casos en que el fotòn pasa, con lo cual parece que b queda confirmada, pero tambièn habrà casos en que el fotòn no pasa; es decir, que a veces pasa pero a veces no. De modo que, dado que no siempre pasa, no podemos decir que (a b) es verdadera, es decir, es falsa. Para que la intersecciòn fuese verdadera el fotòn tendrìa que pasar siempre tambièn por el segundo polaroid. Igualmente , dado que a veces pasa por el segundo polaroid, la intersecciòn (a b') tambièn es falsa. Del mismo modo se puede probar que las otras dos alternativas (a' b) y (a' b') son falsas. De modo que si las cuatro alternativas son falsas, la disyunciòn de todas ellas, lejos de dar lo trivial , da lo absurdo, es decir, es una contradicciòn. Esto nos lleva a plantear que el reticulado constituido por las proposiciones de la mecànica cuàntica no es un reticulado distributivo, por no cumplir con la igualdad (1). Sin embargo, existe un postulado, que se lo ha llamado el "postulado fundamental de la mecànica cuàntica"* (4),que dice que si dos proposiciones cuànticas son tales que la primera implica la segunda, es decir a b, el subreticulado formado por a,b,a',b' y todas las proposiciones es que surgen intersectando o uniendo 2 o màs de ellas (por ej. a (b a') U...) constituye dentro del reticulado general de las proposiciones de la mecànica cuàntica, un subreticulado distributivo, es decir un subreticulado para el que vale la igualdad (1); con lo cual es posible tratar a esas dos proposiciones como si se estuviera no en mecànica cuàntica, sino en mecànica clasica.

Esto ahorra, evidentemente , muchos inconvenientes. Ahora bien, este postulado fundamental, exige, para que se cumpla, la siguiente condiciòn: que el reticulado general dentro del cual està el subreticulado formado por a, b, b' y a' y sus derivados por intersecciòn o uniòn, sea un reticulado modular.

No queremos , por razones de espacio y para limitarnos a nuestro objeto de investigaciòn, extendernos màs sobre este tema. Simplemente podemos agregar que el papel que cumple el espacio de las fases con respecto a las proposiciones de la mecànica clàsica, la cumple, con respecto a las proposiciones de la mecànica cuàntica el espacio vectorial de Hilbert. El reticulado formado por los subespacios del espacio de Hilbert es un reticulado aproximadamente modular (con respecto a las variables necesarias para que se cumpla el postulado) y no distributivo, de modo que a cada proposiciòn de la mecànica cuàntica se le puede hacer corresponder un subespacio del espacio de Hilbert.

Ahora bien, se ha sostenido*(5) que la mecànica cuàntica introduce una lògica sustancialmente distinta a la lògica clàsica. Esto serìa asì debido justamente a la invalidez en ella de ley: (a b) U (a b') U (a' b) U (a' b") cuya traducción al càlculo proporcional ya vimos que es (pxq) v (px~q) v (~pxq) v (~px~q).

Es nuestra intenciòn en lo que sigue mostrar que ello no es necesariamente asì.

Antes que nada queremos hacer notar que el problema està ligado no sòlo con el tema de la exhaustividad de las cuatro fòrmulas conjunciòn de la fòrmula disyunciòn por corresponder cada una de ellas a cada uno de los estados de cosas posibles permitidos por las diferentes combinaciones de los valores de verdad de "p" y "q" ,sino que también está vinculado al tema del papel de las proposiciones genéricas de Von Wright, tema con el que comenzamos este capitulo. En efecto , si seguimos con el ejemplo de los polaroids, la proposición "el fotón pasa por el segundo polaroid" era considerada falsa porque a veces no pasaba , y su negación también era considerada falsa porque a veces el fotón no pasaba; es decir que el comportamiento irregular del fotón, que es lo que aquí llama la atención, obligaba a considerar falsa tanto la afirmación como la negación de la misma proposición. Esto es lo que nos llevaba a negar la exhaustividad de aquella fórmula, y por lo tanto a negar el principio de tercero excluído.

Sin embargo creemos que el problema radica fundamentalmente en una "indesición" o ambiguedad con respecto al tipo de proposición con el que nos estamos manejando, ya que por un lado pareciera que la misma proposición está siendo tratada como una proposición "genérica", y por otro como una proposición "general", cuyas diferencias ya señalabamos al comienzo del capitulo. En efecto , si tratara de una proposición "genérica", es decir, aquella que describe un estado de cosas o un cambio repetible en múltiples ocasiones individuales o espacio temporalmente diversas, como pareciera leerse en "el fotón pasa por el segundo polaroid", ya habíamos señalado que este tipo de proposiciones por no referirse a ningún caso individual concreto, carecen de valor de verdad.

En efecto , no habìa singùn problema en aceptar que la misma proposiciòn genèrica, referida a ocasiones individuales diferentes, tuviera valores de verdad diferentes.

Lo que sucede es que quièn tiene un valor de verdad definido son las proposiciones singulares, que ejemplifican la proposiciòn "genèrica" en una ocasiòn concreta.

Entonces, en primer lugar si se trata de una proposiciòn genèrica , es absurdo decir de ella tanto que sea verdadera cono que sea falsa, ya que las proposiciones genèricas carecen de tales valores.

La otra alternativa, hemos dicho, consiste en interpretar la proposiciòn anterior como una proposiciòn general; en este sentido la proposiciòn tendrìa un significado como el siguiente: "para todo fotòn que pasa por el primer polaroid, tambien pasan por el segundo" o "siempre que un fotòn pasa por el primer polaroid, tambièn pasa por el segundo". Dado que una proposiciòn general es verdadera solo cuando son verdaderos todos los casos particulares correspondientes, es claro que si hay casos en que un fotòn ha pasado por el primer polaroid y no por el segundo , la proposiciòn general enunciada màs arriba es falsa. Tambièn es cierto que si hay casos en que un fotòn pasado por el primer polaroid y tambièn por el segundo, la proposiciòn general que dice: "para todo fotòn que pasa por el primer polaroid este no pasa por el segundo" tambièn es falsa. Sin embargo, y aquì està el centro de nuestra argumentaciòn, esta ùltima proposiciòn general no es la negaciòn de la anterior, es decir , no es su contradictoria, sino que es su contraria. Vale decir, volviendo a lo anterior que si (a b) es la unión de "el fotòn pasa en todaos los casos por el primer polaroid" y " el fotòn pasa en todos los casos por el segundo polaroid", (a b'), desde un punto de vista lògico, no es la uniòn de "el fotòn pasa en todos los casos por el primer polaroid" y "en todos los casos el fotòn no pasa por el segundo polaroid"; sino que es la uniòn de "el fotòn pasa en todos los casos por el primer polaroid" y "hay al menos un caso en que el fotòn no pasa por el segundo". Ahora bien, esta ùltima si al menos un caso en que el fotòn no pasa por el segundo polaroid es verdadera, aunque a veces pase por èl. Con esto, lo que hemos intentado mostrar, es que desde el punto de vista lògico, b' no puede ser una proposiciòn general , sino una particular, ya que la negaciòn de una proposiciòn general no da otra general.

Si es cierto lo que afirmamos, es claro que en la interpretaciòn fìsica de b' como "el fotòn no pasa nunca por el segundo polaroid" no constituye un ejemplo de violaciòn al principio "lògico" tercero excluìdo, que es lo que querìamos demostrar en este capìtulo.

Antes de terminar considero ùtil hacer dos ùltimas observaciones acerca de la interpretaciòn fìsica y la interpretaciòn lògica de un mismo hecho.

En primer lugar , es necesario señalar que nada impide interpretar desde un punto de vista fìsico a b' como una ley general, teniendo en cuenta sobre todo que lo que a lo que la fìsica le interesa son las regularidades y no los casos aislados. En efecto, todo el problema de la fìsica cuàntica surge en como explicar que ante varios casos cuyas condiciones iniciales son idènticas, el comportamiento de los sistemas varìa de uno a otro caso.

Evidentemente esto no se puede lograr por medio de leyes generales. Sin embargo, a travès "del principio fundamental de la mecànica cuàntica", que mencionamos màs arriba, se intenta construir un reticulado que permita tratar a ciertas proposiciones como regulares, dentro de la irregularidad general de la mecànica cuàntica. A aquellas proposiciones generales para las cuales se puede construir un subreticulado distributivo dentro del reticulado general no distributivo de proposiciones de la mecànica cuàntica se las denomina proposiciones compatibles entre sì.

Entonces, si lo que nos interesa es un mundo de regularidades nada impide interpretar a b' como la regularidad contraria a b, pero es necesario no confundir esta interpretaciòn fìsica de b' con su interpretaciòn lògica.

En segundo lugar , y para concluir , queremos señalar una diferencia entre nuestra interpretaciòn "lògica" de la discontinuidad del cambio y la interpretaciòn fìsica de la discontinuidad del cambio. En el primer caso la discontinuidad es con respecto a un mismo "estado de cosas", es decir, entre un instante es que se dè y otro en que no se dè un <u>mismo</u> estado de cosas no es posible encontrar algùn instante en que este estado ni se dè ni no se dè. Esto es muy distinto de la interpretaciòn fìsica ya sea de la continuidad o de la discontinuidad del cambio. En esta interpretaciòn se hace referencia a por lo menos dos estados de cosas distintos en la trayectoria de un mòvil. En esta interpretaciòn fìsica la continuidad del cambio significarìa que entre dos puntos de la trayectoria de un mòvil por ejemplo , siempre es posible encontrar un punto intermedio por el que ha pasado el mòvil ; dicho en tèrminos lògicos, que entre dos estados de cosas distintas que se refieren a un mismo sujeto, siempre es posible encontrar otro estado de cosas intermedio. A su vez la discontinuidad en esta interpretaciòn significarìa que el mòvil en su trayectoria no ocupa todos los puntos del espacio, es como dsi dijèramos que recorre su trayectoria "a saltos", hay puntos entre los cuales el mòvil no ocupa ningùn punto intermedio. Es ya clàsica la constante de Planck "h" que indica el mìnimo de energìa posible, es decir, el quantum de energìa, y como todo cambio es un proceso energètico se segùirìa de allì que no podrìa haber cambios que impliquen una variaciòn de energìa menor a "h". No es nuestra intenciòn entrar en esta discusiòn,pero lo que es evidentemente claro es que nuestra interpretaciòn lògica de la discontinuidad del cambio es compatible tanto con una interpretaciòn continua como con una discontinua del cambio desde el punto de vista fìsico.

NOTAS CAPITULO IV

El Principio de tercero incluido en la lògica del cambio y en la lògica cuàntica

1) G. Henrik Von Wright, "Normas y Acciòn, Una investigaciòn lògica", Ed. Tecnos, Madrid, 1979, pg. 51.

2) G. Henrick Von Wright, op. cit., pg. 51.

3) Cfr. Teòrico de "Mecànica cuàntica" correspondiente al dìa 6-09-1978 y ss. dictado para la carrera de fìsica por el Dr. Constantino Ferro Fontan en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires, editado con el Centro de Estudiantes de aquella Facultad.

4) Cfr. Teòrico de "Mecànica cuàntica" correspondiente al dìa 6-09-1978, dictado por el Dr. Constantino Ferro Fontan, ed. cit., pg. 10.

5) De esta opiniòn es, por ejemplo, el Dr. Ferro Fontan, actual Vicedecano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Cfr. Teòrico de "Mecànica cuàntica" correspondiente al dìa 4-09-1978 pg.3 y Teòrico de "Mecànica Cuàntica" correspondiente al dìa 6-09-1978 pg.7 , publicado por el Centro de Estudiantes de dicha Facultad.

V

EL PRINCIPIO DE NO CONTRADICCION Y LA LOGICA MODAL

Es nuestro interès en este capìtulo estudiar especìficamente la vinculaciòn del principio de no contradicciòn con los operadores modales, especialmente el que se refiere a la necesidad de una proposiciòn: L. Las conclusiones a las que arribemos en este capìtulo tambièn son aplicables a los sistemas de càlculo de predicados modal, pero dado que es mucho menos complicado el estudio del càlculo proposicional modal preferimos plantearlos aquì y dejar para el pròximo capìtulo los problemas especìficos del càlculo de predicados modal.

Los sistemas de lògica proposicional modal se caracterizan por incluìr todas las fòrmulas vàlidas del càlculo proposicional comùn màs algunos axiomas propios en los que se hace uso de los operadores modales L y M que permiten, en combinaciòn con las fòrmulas del càlculo proposicional derivar una serie de teoremas nuevos en relaciòn con estos nuevos operadores.

Se dice que L representa la "necesidad lògica"*(1), es decir, que afirmar Lp no significa simplemente que p es verdadero sino que lo es necesariamente, o que, desde un punto de vista lògico, es "imposible" que p sea falso. El ejemplo que da Hughes y Creswell es el siguiente: afirmar que es imposible que un cuerpo se traslade a una velocidad mayor que la de la luz es algo que es cierto, pero dado el hecho que el universo es èste y sus leyes fìsicas tales y cuales; sin embargo nada impide pensar en un universo con leyes físicas diferentes, en el cual sea posible trasladarse a una velocidad mayor . En este sentido aquella afirmación es verdadera, pero no necesariamente verdadera, ya que no es imposible , desde un punto de vista lògico que ella sea falsa. En cambio una proposiciòn como "todos los solteros son no casados", o "es jueves o no es jueves", son proposiciones necesarias desde un punto de vista lògico.

Afirmar L-p, a su vez, es afirmar que p es necesariamente falsa, es decir , que se trata de una proposiciòn que desde un punto de vista lògica es imposible , que sea verdadera.

Las proposiciones contingentes son aquellas que pueden ser tanto verdaderas como falsas, es decir, aquellas que no son ni necesariamente verdaderas ni necesariamente falsas, independientemente de que, de hecho, sean verdaderas o falsas.

Pero el sentido del operador modal M (posible) es un poco màs amplio que el de contingente. En efecto, se dice que una proposiciòn p es posible cuando no es necesariamente falsa. En este sentido quedan incluìdas dentro de las proposiciones posibles tanto las contingentes como las necesarias.

Todo esto nos permite establecer las siguientes equivalencias:

Lp = -M-p y Mp= -L-p: Esto es afirmar que una proposiciòn, p, es necesaria, es lo mismo que afirmar que no es posible p, es decir, que sea falsa; y afirmar que una proposiciòn ,p, es posible, es lo mismo que afirmar que no es necesariamente falsa.

Estos operadores formadores de nuevas proposiciones a partir de proposiciones no son funcional-veritativos, es decir, su verdad no depende del valor de verdad de su argumento, ya que , por ejemplo, puede darse el caso que p sea verdadera pero no por ello necesariamente verdadera, o que sea falsa y no por ello imposible. Tambièn hay otros operadores modales , pero se pueden definir en base a los anteriores: la implicaciòn necesaria (--->) y la equivalencia estricta (=).

Se dice que una proposiciòn implica necesariamente a otra cuando no simplemente no se da el caso de que la primera es verdadera y la segunda falsa, sino cuando es imposible que se de el caso de que la primera sea verdadera y la segunda falsa: $(p \dashrightarrow q) = \sim M\ (p \times \sim q)$ o, lo que es lo mismo, $(p \dashrightarrow q) = L\ (p \supset q)$.

A su vez, puede darse el caso que dos proposiciones se impliquen necesariamente una a la otra mutuamente, lo cual constituye una equivalencia estricta:

$$(\alpha = \beta) = \text{Df.}\ (L\alpha \dashrightarrow \beta) \times (\beta \dashrightarrow \alpha).$$

os sistema T, S4 y S5

Uno de los hechos que màs nos llamò la atenciòn desde el comienzo de nuestro estudio de la lògica modal, es que siendo definidos L como "necesidad lògica" y M como "posibilidad lògica", sean posibles varios sistemas de lògica modal. Esto parecìa suponer varias "clases" de necesidad, una para cada sistema. Antes de continuar consideramos ùtil detenernos en una visiòn extremadamente esquemàtica de los sistemas T, S4 y S5 de la lògica proposicional modal.

El sistema T consta de una base axiomàtica completa para CP (càlculo proposicional no modal) màs los siguientes axiomas:

A5 $Lp \supset p$ (el axioma de la necesidad)

A6 $L(p \supset q) \supset (Lp \supset Lq)$.

El axioma 5* no parece implicar mayor dificultad, ya que si una proposición es necesariamente verdadera, no es posible que sea falsa, por lo tanto, es verdadera.

Tampoco el 6 parece discutible, ya que si no es posible que "p" sea verdadera y "q" falsa, y tampoco es posible que "p sea falsa", tampoco es posible que "q" sea falsa.

Como términos primitivos y definidos de Lp en T, T mantiene los mismos del sistema CP correspondiente, pero agrega como propios a L como primitivo y a M, ---> y = definidos según las equivalencias expresadas más arriba.

Como reglas de transformación tenemos: RT1: Sustitución uniforme, RT2 Modus Ponens propias del CP, y agrega como propia RT3. La regla de Necesariedad (N): Si α es una Tesis, $L\alpha$ es una tesis: $\vdash\alpha \rightarrow L\alpha$.

Esta última regla tampoco parece ofrecer difultad, ya que si α es una fórmula válida, no es posible que sea falsa. Es esta una oportunidad para señalar que nuestro interés está encaminado a averiguar que diferencia hay , entonces, entre validez y necesidad lógica. Pero no es el momento , todavía, de hacerlo.

* Dado que PM, el sistema que usan Hughes y Cresswell para CP, consta de 4 axiomas, se explica la numeración 5 y 6 en A5 y A6. Preferimos por razones de simplicidad, mantener su numeración.

Queda claro que $\vdash\alpha$ ---> $\vdash L\alpha$ no es lo mismo que $p \supset Lp$, ya que si tuvièramos esto, junto con $Lp \supset p$, nos daria que la lògica modal se identifica con CP. Por la misma razòn , de que "p" es verdadera puedo inferir que "p" es posible, pero no de que p es posible, que "p" sea verdadera.

Es decir: $p \supset Mp$, pero no $p \supset Mp$.

Entre los teoremas derivables de esta base axiomàtica para T podemos enumerar algunos:

T1 p Mp	T5 Lp=-M-p	T5d LL-p=-MMp
T2 (p-q) (Lp = Lq)	T5a L-p = -Mp	T5e MM-p = -LLp
T3 L(pxq) = (Lp x Lq)	T5b -Lp = M-p	T5f LM-p = -MLp
T4 L(p=q) = (p=q)	T5c LLp= -MM-p	T5g ML-p = -LMp.

No es de nuestro interès aquî el aspecto sintàctico del sistema asî que no nos detendremos en su demostraciòn*(2). Sin embargo, es interesante observar que a partir de la serie de teoremas T5 es posible obtener la siguiente regla derivada:

Siempre que nos encontremos ante una serie cualquiera de Ls. y Ms. afectando a una fòrmula bien formada, es posible reemplazar las Ls. por Ms. y los M s. por Ls. en todos los lugares o condiciòn a insertar o quitar un "-" al comienzo y al final de la serie.

Esta regla derivada se la conoce con el nombre de Regla de Inter-cambio L-M (IL M).

El sistema S4 consiste en agregar a la misma base axiomàtica del sistema T una tesis que no lo es de T: A7 Lp LLp*. Esto se leería de la siguiente manera:

si una proposiciòn es necesariamente verdadera, entonces es necesario que sea necesariamente verdadera. Pero dado que, por sustituciòn uniforme en A5 ya tenemos en T LLp Lp, el axioma que se agrega a T nos permite obtener como tesis Lp=LLp.

Ahora bien, dado que S4 incluye la base axiomàtica de T, todas las tesis de T lo son de S4, pero la inversa no es cierto, dado que A7 no es tesis en T.

Entre los teoremas de S4 que no son tesis de T podemos enumerar por ejemplo: T23 LMp LMLMp y T24 MLp MLMLp.

Evidentemente esto significa que el sistema S4 es menos exigente que el sistema T, o, dicho de otro modo, que las condiciones o requisitos que debe "cumplir" una fòrmula para ser vàlida T son mayores que las requeridas para ser vàlida S4.

Sin embargo, paradòjicamente, se da el caso que el nùmero de modalidades irreductibles a otra en S4 son 7 y en cambio en T son infinitas. Se dice que una secuencia de operadores modales es

*Creemos ùtil hacer notar que este axioma no implicarìa la reducciòn de S4 a CP por sustituciòn uniforme de "Lp" por p ya que esta regla permite sustituìr uniformemente una variable proposicional por cualquier otra fòrmula bien formada, pero no cualquier fòrmula bien formada por otra.

irreductible cuando no es posible transformarla en otra secuencia màs breve. Una ley de reducciòn es aquella que nos permite realizar esta transformaciòn. Por ejemplo: LLp = Lp, comentado màs arriba, permite transformar (por medio de sustituciòn, de equivalentes) cualquier secuencia de Ls. en Lp. T, si bien contiene ILM que permite reemplazar Ms. por Ls. y viceversa, no contiene ninguna regla de reducciòn del nro. de operadores, de ahì que se puede afirmar que el nro. de modalidades irreductibles en T es infinito.

Ademàs de LLp=p, son posibles otras reglas de reducciòn: sustituyendo en A5 y en T1 podemos obtener: LMp Mp (por sustituciòn Mp/p en A5); Lp MLp (por sustituciòn [Lp/p] en T1) y Mp MMp (por sustituciòn Mp/p en T1).

Si ademàs obtenemos las inversas de cada una de èstas fòrmulas, ya tenemos todas las reglas de reducciòn posibles: R1 Mp=LMp; R2 Lp=MLp; R3 Mp=MMp; R4 Lp=LLp.

Ahora bien, ya hemos visto que R4 figura como A7 en S5, y se puede probar que R3 es derivable de R4.*(3). De modo que S4 contendrà R3 y R4.

R1 y R2 no son tesis de S4, aunque si lo son de S5. Mientras que R4 (A7) expresa que si una proposiciòn es necesariamente verdadera entonces ~~lo~~ es necesario que sea necesariamente verdadera, R1 expresa que si una proposiciòn es posiblemente verdadera, es necesario que sea posiblemente verdadera.

Ahora bien, mientras que en S4 agregàbamos R4 a la misma base axiomàtica de T como A7, S5, en lugar de agregar R4 a T agrega R1 como A8 a la base axiomàtica de T. Ahora bien, R4 es derivable*(4) de R1, de modo que ya no figura como axioma sino como teorema en S5.

A su vez, R2 es derivable de R1, y como R3 lo es de R4, resulta que en S5 nos encontramos con las cuatro reglas de reducción. Esto nos da como consecuencia que S5 tiene todavía un número menor de modalidades irreductibles que S4, ya que tiene un mayor número de reglas de reducción. A su vez, dado que A7 de S4 es tesis de S5, pero A8 no lo es de S4, y siendo en el resto de la base idénticos, en el sistema S5 nos vamos a encontrar con un número mayor de teoremas que en S4, lo cual hace a S5 menos "exigente" todavía que S4.

El conjunto de modalidades irreductibles que podemos encontrar en S4 es el siguiente:*(5), 1) ningún operador; 2) L; 3) M; 4) LM; 5) ML; 6) LML; 7) MLM y sus respectivas negaciones.*

*Realizando aplicaciones sucesivas de R4, R3, T23 y T24 es posible reducir cualquier otra modalidad a una de estas. Por ejemplo: Si a 2) le agregamos L, por R4 es reducible a ella misma; si le agregamos M, queda como 5. Si a 3) le agregamos L, queda como 4; si le agregamos M, por R3, es reducible a ella misma. Si a 4) le agregamos L, por R4 se reduce a ella misma; si le agregamos M queda como 7. Si a 5) le agregamos M, por R3 se reduce a ella misma; si le agregamos L, queda como 6. Si le agregamos M, por T24 queda como 5; si le agregamos L, queda como estaba por R4. Si a 7 le agregamos L queda como 4 por T23; si le agregamos M, queda como estaba por R3. Y así sucesivamente.

A su vez, èstas se pueden ordenar entre sì por su orden de impli- cación dentro del sistema:

L

LmL

M1 LM

MLM

M

Para un cuadro de las negaciones respectivas basta con invertir el sentido de la flecha.

Dado que en S5 tenemos R1 Mp = LMp, R2 Lp = MLp, R3 Mp=MMp y R4 Lp=LLp, podemos decir que en cualquier par de operadores modales es lìcito suprimir el primero, y como esta operaciòn se puede repetir indefinidamente tenemos que las ùnicas modalidades irre- ductibles de S5 son las siguientes:

1) ----- ; 2) L; 3) M y sus respectivas negaciones ; en total 6 modalidades irreductibles.

Resumiendo lo que llevamos expuesto podemos decir que nos encon- tramos ante tres sistemas distintos,y que el primero està incluìdo en el segundo y èste a su vez en el tercero, entendiendo por incluìdo el hecho de que todas las tesis de uno estàn en el otro.

Nuestra pregunta es ahora, la siguiente: Es posible que un mismo concepto de necesidad lògica haga posible sistemas alternativos que no son equivalentes entre sì?.O mejor dicho, Corresponden verdaderamente los L de los sistemas modales T, S4 y S5 al concep- to filosòfico t +X'Xnal de necesidad lògica?.

Lo mismo se puede preguntar acerca de la posibilidad lògica (M). Creemos necesario para dar una respuesta definitiva a esta cuestiòn estudiar previamente que significa que una fòrmula es vàlida en cada uno de estos sistemas, en quèconsiste un modelo semàntico de cada una de ellos y cuàl es su interpretaciòn intuitiva.

Se dice que una fòrmula es vàlida T cuando es verdadera en todo mundo perteneciente a cualquier modelo-T. Del mismo modo podemos decir que una fòrmula es vàlida S4 cuando es verdadera en todo mundo perteneciente a cualquier modelo S4 y analogamente para el caso de S5.

Dicho de otro modo, podemos decir que una fòrmula es vàlida-T cuando es imposible que sea falsa en algùn mundo de cualquier modelo-T. Analogamente para S4 y S5.

Pero, Quèes un modelo-T?. Un modelo-T es un triple ordenado (MU,R,V), en donde MU es un conjunto de elementos {mui,.........,-muj} que podemos llamar "mundos", R es una relaciòn reflexiva diàdica definida para cada par de elementos de MU y V es una asignaciòn de valor que debe reunir los siguientes requisitos:

a) Debe asignar a cada variable proposicional un valor (1 o 0), en cada mundo perteneciente a MU. De modo que la misma variable puede ser en un mundo verdadera y en otro falsa.

b) Dentro de cada mundo perteneciente a MU los valores para las conectivas extensionales se calculan del mismo modo que en CP; es decir: el valor de $\sim\alpha$ es 1 cuando V asigna 0 a α, y 0 cuando V asigna 1 a α en ese mundo. Del mismo modo el valor de $(\alpha \vee \beta)$ es 1 en un mundo dado perteneciente a MU cuando $V(\alpha)$ en ese mundo es 1 o $V(\beta)$ en ese mundo es 1; de lo contrario $V(\alpha \vee \beta) = 0$.

c) Para cada fòrmula bien formada de la forma Lα dentro de cualquier mundo ,mui, perteneciente a MU, V (L α) en ese mundo es 1 si V(α) = 1 para todo otro mundo, muj, tal que mui R muj. Es decir , que para que V(Lα) en mui sea 1 es necesario que en todo otro mundo, muj, tal que mui R muj, V(α) en muj sea 1.

No es necesario definir V para M ya que M es definido con respecto a L que es primitivo en T.

Pero podemos agregar que para una fòrmula de la forma Mα, el valor de (Mα) en mui serà 1, es decir V(Mα,mui)=1, si al menos para un mundo muj tal que mui R muj V(α) muj=1.

No hay que olvidar , que por ser R una relaciòn reflexiva, ese muj puede ser el mismo mui.

Atendiendo a la definiciòn de validez en T dada anteriormente podemos decir ahora que si una fòrmula, α , es vàlida-T, no es posible encontrar ningùn triple ordenado <MU,R,V> en el que para algùn mundo (mui) de MU, el valor de α en ese mundo sea 0 (V(α ,mui)=0). Si fuera posible ,la fòrmula no serìa vàlida.

Un modelo S4 se diferencia de un modelo T unicamente en que la relaciòn R del triple ordenado <MU,R,V> ademàs de ser reflexiva es ahora transitiva. Esto significa que, por ejemplo, dados tres mundos cualquiera (mui,muj y muk) perteneciente a MU, si muiRmuj y mujRmuk, entonces muiRmuk.

Es evidente que todo modelo S4 es a su vez un modelo T, pero no todo modelo-T lo es de S4. Esto significa que toda fòrmula vàlida-T tambièn es vàlida S4, pero la inversa no es cierta, ya que siendo los modelos S4 un subconjunto de los modelos-T (aquellos en que R es transitiva) es claro que una fòrmula que sea verdadera en todo mundo de todo modelo S4 no por ello lo es de todo modelo T. De modo que el nro. de requisitos o condiciones que debe cumplir una fòrmula para ser vàlida de S4 al exigir que R sea transitiva, lejos de aumentar, disminuye.

Lo mismo sucede con S5 , ahora no basta con que R sea reflexiva y transitiva, sino que ademàs debe ser simètrica. Lo cual hace que todo mui $\in$ MU estè en relaciòn R con todo otro mundo perteneciente a MU; a menos que los mundos de MU se dividan en dos o màs grupos totalmente aislados con lo cual estarìamos en la misma situaciòn que si se tratara directamente de distintos modelos S5.

Requerir que R sea simètrica significa que para todo mundo mui $\in$ MU y muj $\in$ MU, si muiRmuj entonces mujRmui.

Nuevamente, dado que el conjunto de relaciones que son reflexivas , transitivas y simètricas constituyen un subconjunto de las relaciones que simplemente son reflexivas y transitivas , el conjunto de modelos <MU,R,V> de S5 constituye un subconjunto de los modelos <MU,R,V> de S4. De modo que una fòrmula que es verdadera para todo mundo de todo modelo S4, lo es tambièn de todo modelo S5, pero no necesariamente al revès. De ahì que nos encontremos con que en S5 aparecen una serie de tesis, que no lo son ni de S4 ni de T.

Comenzamos este capìtulo diciendo que L era el operador modal de la **necesidad lògica** y M el de la **posibilidad lògica**. Ahora bien, què significan realmente L y M en cada uno de estos sistemas? Se ha definido, atribuyendo esta idea a Leibniz*(6), la verdad necesaria como aquella proposiciòn que es verdadera en **todo mundo posible** y la posibilidad lògica como aquella proposiciòn que es verdadera en al menos un mundo posible, es decir, que puede ser verdadera. Esto es de alguna manera lo que se quiere expresar en la condición c) que debe cumplir una asignación de valor, V, para un modelo modal <MU,R,V>. En efecto, allí se decía que V le asignaba a Lα el valor 1 en un mundo dado (mui) si para todo mundo (muj) tal que muiRmuj, V(α,muj)=1 . Esto significa, si interpretamos a cada mu de MU como un mundo posible y a R como expresando la relación de **"posibilidad desde"**, en el sentido de que mui R muj expresa que muj es posible desde mui, que α es necesariamente verdadera en mui, V(Lα, mui)=1, si α es verdadera en todo mundo posible desde mui. En este sentido se cumple con la definición para "L" de necesidad lógica, en el sentido de "verdadera en todo mundo posible". De modo que la condición c) para V no hace más que expresar la definición anterior: Una proposición es necesariamente verdadera si es verdadera en todo mundo posible.

También habíamos dicho que la condición para M es la siguiente: V(Mα,mui)=1 si para al menos un mundo "posible desde" mui, el valor de α en ese mundo es 1. Es decir, si para al menos un mundo (muj), tal que mui R muj, V(α,muj) =1. Esto expresa, nuevamente, la noción de posibilidad lógica, es decir, una proposición es "posiblemente" verdadera si es verdadera en al menos un mundo posible.

La diferencia entre un modelo T y un modelo S4 simplemente expresa lo siguiente: Dado que el triple ordenado <MU.R,V> para un modelo T y para un modelo S4 se definen en todo exactamente de la misma manera excepto en que en un modelo S4 se requiere que R, ademàs de ser reflexiva y estar definida para cada par de mundos pertenecientes a MU , sea transitiva , en un modelo S4 si un mundo (muj) es posible desde (mui) y otro mundo (muk) es posible desde (muj),muk tambièn es posible desde mui.

A su vez, un modelo S5 expresa, dado que R es ahora tambièn simètrica, que si un mundo es posible desde otro , èste tambièn debe ser posible desde el primero.

Ahora bien, creemos que nos encontramos aquì ante una interpretaciòn " empirista", por denominarlo de alguna manera, del concepto de verdad nesaria o necesidad lògica. En efecto , para establecer si una proposiciòn o una fòrmula es necesariamente verdadera (en algùn mundo x) es necesario establecer <u>previamente</u> si ella es verdadera en todos los demàs mundos posibles (desde x, por supuesto). Del mismo modo, para establecer si es posiblemente verdadera, es necesario establecer previamente si es verdadera en alguno de los mundos posibles.

Esta exigencia de constatar la verdad de una proposiciòn en los demàs mundos posibles se deriva de las definiciones anteriores: verdad necesaria es aquella que lo es en todo mundo posible y verdad posible es aquella que lo es en algùn mundo posible.

Ahora bien, es realmente èsta la definiciòn clàsica o leibniciana de necesidad, y, en consecuencia, de la posibilidad? No negamos que, segùn Leibniz, una verdad necesaria es verdadera en todo mundo posible. Pero es èsto lo que caracteriza a la necesidad, o es simplemente una consecuencia de que algo sea necesariamente verdadero?. Creemos que en Leibniz la fòrmula correcta es que si algo es una verdad necesaria, entonces es verdadero en todo mundo posible; es decir, de saber que una proposiciòn es una verdad necesaria, podemos concluir que ella es verdadera en todo mundo posible.

Què es entonces lo que caracteriza propiamente a una verdad necesaria, segùn Leibniz?

Para ello hemos de recurrir a algunas citas:

En la manodologia, paràgrafo 33 encontramos:

> "Hay dos clases de verdades, las de **razonamiento** y las de **hecho**. Las verdades de razonamiento son necesarias y su opuesto es imposible, y las de hecho son contingentes y su opuesto es posible. Cuando una verdad es necesaria se puede encontrar su razòn por medio del anàlisis , resolvièndola en ideas y en verdades màs simples hasta que se llega a las primitivas.

Y en "Verdades Necesarias y contingentes" encontramos:

> "Una proposiciòn **absolutamente necesaria** es aquella que puede resolverse en proposiciones idènticas, cuyo opuesto implica contradicciòn"*(7).

> " A la que carece de tal necesidad la llamo contingente; pero lo que implica contradicciòn , o sea, cuyo opuesto es necesario, se llama **imposible**. Las demàs cosas se llaman

posibles.*(8).

"Aprendemos con esto que unas son las proposiciones que conciernen las esencias de las cosas; otras empero, las que conciernen a sus existencias . Las esenciales son , como es obvio, aquellas que pueden demostrarse por anàlisis de sus tèrminos, es decir las que son necesarias, o sea, virtualmente idènticas, cuyo opuesto es, por lo mismo, imposible, o sea, virtualmente contradictorio. Y <u>estas son las verdades eternas que no solo valdràn siempre mientras el mundo subsista, sino que tambièn habrìan valido si Dios hubiese creado un mundo segùn otra norma</u>.

" De estas difieren, empero, absolutamente la existenciales o contingentes cuya verdad no puede demostrarse con anàliss alguno; y tales son aquellas que son verdaderas en un tiempo determinado".*(9).

" Los accidentes de toda sustancia singular, al predicarse de la misma, dan una proposiciòn contingente, que no posee necesidad metafìsica. Que est_a piedra tiende hacia abajo si se le quita el apoyo, no es una proposiciòn necesaria, sino contingente, y este evento no puede demostrarse a partir de la nociòn de esta piedra, y por esto solo Dios la entiende, perfectamente".*(10)

Leibniz clasificarà a los posibles, es decir, aquellas proposiciones que no implican una contradicciòn intrînseca, en tres tipos: a) los posibles necesarios, es decir, aquellos cuya negaciòn implica contradicciòn o imposibilidad lògica, b) los posibles contingentes, quellos cuya negaciòn no implica una contradicciòn ; y dentro de los posibles contingentes distinguirà c) los posibles contingentes actuales, es decir, aquellos que ademàs de ser posibles son efectivamente verdaderos.*(11).

Resumiendo lo que hemos expuesto, podemos decir que Leibniz caracterizarà a una verdad como necesaria cuando su negaciòn implica una contradicciòn, es decir, cuando su negaciòn es una imposibilidad lògica. *De aqui es, entonces, que se deriva "a priori" que ella es verdadera en todo mundo posible, del hecho de que su negaciòn es imposible*. De tal manera que es verdadera en todo mundo posible justamente porque es necesaria, y no al revès. Y esto es posible de ser establecido aunque no se conozca la totalidad de los infinitos mundos posibles.

Del mismo modo, un posible contingente es aquel en que ni èl mismo ni su negaciòn implican una contradicciòn, es decir, una imposibilidad, de modo que no es imposible pensar ni que sea verdadero ni que sea falso. Y es a partir de esto , de que no es imposible ni la una ni la otra, que se pueden imaginar mundos alternativos en que es o bien verdadero, o bien falso.

> "Los posibles contingentes pueden ser considerados tanto por separado como coordinados en una infinidad de mundos completos posibles, cualquiera de los cuales es perfecta-

mente conocido por Dios aunque solo uno de ellos ha sido conducido a la existencia".*(12).

Ahora bien, esta concepción leibniciana de la necesidad y de la posibilidad no nos parece que se pueda relacionar con los operadores L y M de los sistemas modales T, S4 y S5, sino màs bien con las nociones de "fòrmula vàlida" para la necesidad y "fòrmula consistente" para la posibilidad.

En efecto, una fòrmula vàlida en uno de estos sistemas es aquella cuya negaciòn implica necesariamente una contradicciòn en alguno de los mundos pertenecientes a MU para cualquier modelo <MU,R,V> del sistema.

Y es por esta razòn, porque su negaciòn implica una contradicciòn , que son verdaderas para todo mundo posible de todo modelo posible del sistema.

A su vez, una fòrmula consistente con el sistema, se define como aquella que se puede añadir consistentemente al sistema , aunque ella misma no sea vàlida en tal sistema, es decir, aquella cuya negaciòn no es una tesis del sistema. En este sentido las ûnicas fòrmulas inconsistentes con el sistema son las mismas negaciones de alguna tesis del sistema.

Què significa, entonces, decir que α es una fòrmula consistente con S porque $-\alpha$ no es tesis de S?

Significa que (la negaciòn de $-\alpha$) no implica necesariamente una contradicciòn en alguno de los mundos posibles de MU para cualquier modelo <MU,R,V> del sistema.

Es decir que, en consecuencia, es posible construir modelos <MU,R,V> en los que para algùn mundo (mu) perteneciente a MU, α sea verdadera sin implicar contradicciòn en ninguno de los mundos del modelo.

Es esta vinculaciòn de la nociòn de validez y de consistencia con el principio de no contradicciòn lo que nos hace pensar que son los a utènticos representantes de la necesidad y la posibilidad leibinianas. La ùnica diferencia que podemos encontrar es que dada la apariciòn de L y M como operadores dependientes de una relaciòn R entre mundos, en vez de decir que una fòrmula necesariamente verdadera (en sentido leibiniano) , es verdadera en todo mundo posible, ahora decimos que una fòrmula necesariamente verdadera (vàlida) es verdadera en todo mundo de cualquier conjunto de mundos posibles que tengan la relaciòn R.

Es decir, que el papel que en la necesidad leibniciana lo cumplìa cada uno de los "mundos posibles", la cumple ahora cada "conjunto de mundos posibles que tengan la relaciòn R'". Se entiende que la fòrmula es verdadera en cada mundo de cada conjunto de mundos posible. Esto nos lleva a que si queremos prescindir de la relaciòn "R" entre mundos , es decir, si volvemos a CP, tambien podemos encontrar aquì que la nociòn de tantologìa o de fòrmula vàlida es la que corresponde a la nociòn leibiniana de necesidad, sin necesidad de construìr sistemas modales, ya que una tautologìa es aquella fòrmula cuya negaciòn implica una contradicciòn en cada uno de los 2^n mundos posibles.

Ahora bien, hasta ahora hemos dicho porquè los equivalentes a verdad necesaria y posible en los sistemas modales, son desde, nuestro punto de vista, los conceptos de validez y de consistencia de una fòrmula. Queda aùn por explicar porquè consideramos que los operadores L y M no pueden ser considerados tambièn ellos como una interpretaciòn vàlida de aquellas nociones . La razòn es muy sencilla, nos podemos encontrar con fòrmulas L, es decir, que estàn afectadas por un operador de necesidad, y que sin embargo sean verdaderas para un mundo determinado de un modelo <MU,R,V> y falsas para otros mundos ya sea del mismo modelo o de otros del sistema, lo cual demuestra que su negaciòn no implica una contradicciòn , que es lo que exige la definiciòn leibiniana. Se trata de las fòrmulas que sin ser inconsistentes con el sistema , tampoco son vàlidas en èl.

A su vez, nos podemos encontrar con fòrmulas M que son falsas en algùn mundo de algùn modelo <MU.R,V> pero que no lo son en otros mundos del mismo o de otros modelos del sistema. Esto significa que a pesar de ser falsas en el primer caso, ellas no implican necesariamente una contradicciòn en algùn mundo posible de cualquier modelo <MU,R,V>. Para Leibniz las que no son posibles son las imposibles, es decir, las que encierran una contradicciòn.
Creemos que de todo lo que venimos afirmando es psible encontrar algunas pruebas formales. Para nuestra interpretaciòn de la verdad necesaria leibniciana como fòrmula vàlida del sistema (T,S4 o S5) nos basaremos en los procedimientos de decisiòn y para nuestra interpretaciòn de la posibilidad leibniciana como fòrmula consistente con el sistema (T,S4 o S5) nos basaremos en las pruebas Henkin de completitud.

a) Para mostrar que la noción de necesidad en Leibniz coincide con la noción de validez de una fórmula en el sistema (T, S4 o S5) nos podemos servir del método de diagramas semánticos para decidir si una fórmula bien formada del sistema, es válida en él o no. No vamos a desarrollar aquí la exposición completa del método*(13), lo cual nos llevaría un espacio de proporcionar pero si explicaremos brevemente en qué consiste.

Dada una fórmula, , se la asigna a esta fórmula el valor 0, es decir, se parte de la suposición de que es falsa. A continuación se deducen todos los valores a sus partes que esta suposición implica. Si esta deducción nos lleva a que en algún mundo sea necesario asignar a la misma variable o parte bien formado tanto el valor 1 como el valor 0, es decir, que sea verdadera y falsa, entonces podemos concluir que es imposible que tenga el valor 0, es decir, que sea falsa en algún mundo de algún modelo posible.

Veamos varios ejemplos:

Supongamos que queremos averiguar si la fórmula (1) es válida o no en T. Como primer paso debemos suponer que es falsa, es decir, asignarle el valor 0:

L (p M (q r)) M (q (Lp Mr)).
0

Ahora bien , esto solo es posible si L (p M (q r)) tiene el valor 1 y M (q (Lp Mr)) tiene el valor 0, es decir, si el antecedente es verdadero y el consecuente falso. Entonces las asignaciones de valor en este segundo paso nos quedan:

mui L (p M (q r)) M (q (Lp Mr))

1 0 0

Logicamente, al decir que suponemos que es falsa, estamos diciendo que es falsa en algùn mundo (mui) de algùn modelo-T. Por eso encerramos a (1) en el rectàngulo mui que representa ese mundo mui. Ahora bien, en el antecedente tenemos que L (p M(q r)) tiene el valor 1, esto significa que (p M(q r)) tiene el valor 1 no solo en mui, sino tambièn en <u>todo</u> otro mundo , muj, accesible a mui, es decir en todo otro muj tal que mui Rmuj. Para recordarlo colocamos un asterisco <u>sobre</u> la L del antecedente, y ademàs ya sabemos que (p M (q r)) tiene el valor 1 en mui.

A su vez, en el consecuente, M (q (Lp Mr)) tiene el valor 0, esto significa, por definiciòn de M*, que en ningùn mundo accesible a mui incluido el propio mui (q (Lp) Mr)) tiene el valor 1, es decir, en todos tien e valor 0. De modo que tambièn aqui , para recordarnoslo en el momento de construir algùn mundo accesible a mui, colocamos un asterisco sobre la M de M(q (Lp Mr)). Entonces tenemos:

```
mui  *                    *
     L (p  M(q  r)  M(q  (Lp  Mr))

     1   1          0  0   0
```

*Confr. (V.M.) en un modelo T pg. de este trabajo

En el consecuente de , evidentemente, q tiene el valor 1 y (Lp Mr) tiene el valor 0. Esto significa que Lp, a su vez, tiene el valor 1 y Mr el valor 0. Si Lp tiene el valor 1, esto significa que en todo mundo accesible o mvi, incluído mui,de valor p es 1, de ahí que colocamos un asterisco sobre la L y ya sabemos que el valor de p es 1. Tambièn , en el antecedente , el valor de p es entonces 1, ya que no puede ser que en el mismo mundo p tengo valores distintos. Ya podemos establecer entonces, que M(q r) en mui tiene el valor 1. Ahora bien, esto significa que en <u>algûn</u> mundo accesible a mui, que puede ser el mismo mui, (q r) tiene el valor 1, colocamos entonces un asterisco esta vez debajo de M. A su vez, si Mr tiene el valor 0 , esto significa que en todo mundo accesible a mui el valor de r es 0, de lo contrario Mr tendría el valor 1. Ponemos un asterisco sobre M en Mr y tambièn sabemos que el valor de r es 0.

Esto nos lleva a que en M(q r) el valor de r tambièn es 0, y dado que el valor de q en mui es 1 como ya vimos, esto nos lleva a que el valor de (q r) en mui es igual a 0.

Entonces nos queda ahora el siguiente diagrama:

```
              *                          *          *      *
mui           L (p  M(q  r))             M(q  (     Lp     Mr))

              1  11 1 1 00         0     0 10       11 0 00
                    *
```

Si observamos el diagrama vemos que los asteriscos encima de los operadores modales indican una exigencia para <u>todo</u> mundo accesible a mui, en cambio el asterisco debajo, en este caso de M(q r), indica una exigencia para <u>algûn</u> mundo accesible a mui, incluído el mismo mui.

Ahora bien, la exigencia de M(q r) dado que tiene valor 1, es que para algùn mundo accesible a mui, el valor de (q r) sea 1. Esta exigencia , evidentemente , no se cumple en el mismo mui. De modo que la suposiciòn inicial, que es falsa, implica que necesariamente hay un mundo (muj), que es accesible a mui, en el cual el valor de (q r) es 1.

Podemos representar este otro mundo muj, exigido por la suposiciòn inicial de la falsedad de en mui, por un rectàngulo similar al usado para representar mui y colocando en èl a (q r) con el valor 1. Pero no debemos olvidar que los asteriscos sobre la fòrmula significan que (p M(q r)) y p tienen el valor 1 en todo otro mundo accesible a mui y que r tiene el valor 0 en todo otro mundo accesible a mui, de modo que es necesario agregar esta fòrmula en muj con los valores exigidos por mui.

Esto nos quedarìa asì

```
                     *                  *      *     *
mui                  L (p M(q r)        M  (q (Lp    Mr))
                     1  111 100    0    0   10 11   0 00
                          *


muj          (q   r)     (p  M(q r)          q  (Lp  Mr)   p    r

                1          1                    0           1    0
```

Ahora bien, mui exige que el valor de (q r) en muj sea 1, esto significa que no puede darse el caso que en muj q tenga el valor 1 y r tenga el valor 0. Sin embargo, mui tambièn exige que r tenga valor 0 en muj y que q (Lp Mr) temga tambièn valor 0 en muj, lo cual solo es posible si q tiene valor 1 en muj.

Evidentemente, no se pueden satisfacer todas estas exigencias o menos que a q o a r se les de tanto el valor 1 como el valor 0, lo cual significaria que en muj una proposiciòn es verdadera y falsa, es decir, nos encontrariamos con una contradicciòn.

Ahora bien, este hecho, el que la suposiciòn de que en un mundo cualquiera es falsa nos conduce irremediablemente a la apariciòn de una contradicciòn en algùn otro mundo del modelo , es el que nos muestra que la falsedad de es imposible, y que por lo tanto una tesis del sistema.

Veamos otro ejemplo

Sea la siguiente fòrmula: L(Mp=Mq) L(p=Lq) y averiguemos por medio de un diagrama-T si es vàlida T. Para ello dibujamos mui y le damos a el valor 0 calculando a partir de esto, los valores correspondientes a sus partes bien formadas del mismo modo que para el caso anterior:

```
            *
mu1         L(Mp = Mq)    L(p=Lq)
            1      1     0    0
                              *
```

Si nos fijamos en primer =, aquì nos encontramos ante dos alternativas posibles bastante diferentes. La exigencia de que el primer = sea verdadero implica que tanto Mp como Mq sea o bien ambos verdaderos o bien ambos falsos. Ahora bien, es necesario construìr diagramas para ambas posibilidades dado que mostrar que es vàlida significa mostrar que su negaciòn nos lleva irremediablemente a una contradicciòn en algùn mundo. De modo que si para alguna de las alternativas es posible construìr un modelo sin llegar a una contradicciòn , este mismo modelo implica que la falsedad de no es imposible.

A una alternativa, en la que Mp y Mq tienen ambas el valor 1, la podemos llamar mu1(i) y a la otra, en la que ambas tienen el valor O, mu1(ii).

Podemos comenzar analizando mu1(ii), en que tanto Mp como Mq son falsas.

```
             *   *     *
mu1(ii)      L ( Mp =  Mq)    L (p = Lq)
             1   OO 1  OO  O  O  O 1 OO
                              *
```

Ahora bien, Mq es falsa en mu1(ii), esto significa que en ningùn mundo accesible a mu1(ii) el valor de q es igual a 1, con lo que ya podemos deducir que Lq tambièn es falsa y que en consecuencia tambièn lo es p. Es necesario colocar asteriscos tanto sobre Mp y Mq, ya que estàs exigen que el valor de p y de q sea O para todo muj accesible a mu1(ii). Tambièn es necesario colocar un asterisco debajo de L(p = Lq) ya que su falsedad exige que para algùn mundo accesible a mu1(ii) el valor de (p = Lq) sea O y esta exigencia no se cumple en Mu1(ii) dado que el valor tanto de p como de Lq es O, lo cual hace a (p = Lq) verdadero. Diagramaremos ahora, el mundo exigido por L(p = Lq) en mu1(ii).

```
                 *   *     *
mu1(ii)          L ( Mp =  Mq)    L (p = Lq)
                 1   OO 1  OO     O  O 1 OO
                                  *

                        mu2    p = Lq     Mp = Mq     p     q
                                 O           1        O     O
```

Es claro que esto nos lleva a una contradicciòn , dado que si en mu2 p debe ser 0 y q tambien debe ser 0, tenemos que Lq tambien es 0. Pero si p y Lq tienen ambos asignado 0, es imposible que p = Lq tenga asignado 0, a no ser que a p y a Lq se le asignen ambos valores, 1 y 0, en mu2.

Con esto queda claro que uno de los diagramas alternativos de mu1, a saber, mu1(ii) implica una contradicciòn en algùn mundo de un modelo cualquiera en el que sea falsa para algùn mundo de ese modelo.

Es claro que con esto no ha quedado demostrado que es vàlida. Hace falta comprobar si la otra alternativa lleva tambièn a una contradicciò n ; si no es asì, significa que no es imposible construìr un modelo-T que verifica a - , y por lo tanto, no es vàlida.

```
                     *
mu1(i)               L(Mp = Mq)       L (p = Lq)
                     1 1  1 1    0    0
                       *    *
```

Aquì tanto Mp como Mq exigen un mundo en el que q sea verdadera y uno en el que p sea verdadera respectivamente. Nada obsta para que demos estos valores a p y q dentro del mismo mu1(i) , pero por razones de claridad se opta por construìrlos aparte. En la misma situaciòn estamos con respecto a L(p = Lq), esto exige construìr un mundo en el que el valor de (p =Lq) sea 0.

```
                  *
mu1(i)            L(Mp=Mq)      L(p=Lq)
                  1 1 11        0
                    *  *        *


mu3    p    Mp=Mq              mu4    q    Mp=Mq         mu5   (p=Lq)   Mp=Mq
       1    11111                     1    1 111                 0        1
                                           *


      mu6      q               mu7    p
               1                      1
```

Tanto en mu3 ,mu4, como en mu5, aparece (Mp = Mq) con el valor 1 segûn lo exige L(Mp = Mq) con valor 1 en mu1(i). Ahora bien, dado que en mu3 p tener el valor 1, Mp debe ser 1 y Mq tambièn, esto exige un mundo (mu6) en el que q sea verdadera.

Un razonamiento anàlogo nos lleva de mu4 a mu7. Con respecto a mu5 nos encontramos nuevamente ante un caso que presenta dos alternativas posibles, ya sea que se les de a p y Lq el valor 1 a ambos, o 0 a ambos.

No continuaremos aquî con el desarrollo del diagrama, pero es claro que para demostrar que es vàlida es necesario mostrar que tanto una como otra alternativa nos conducen a una contradicciòn en algûn mundo.

De hecho, esto no sucede , de modo que la fòrmula inicial, , no es vàlida , ya que es posible construîr un modelo-T en el que - sea verdadera.

Con lo hasta aquì expuesto, màs que dar una descripciòn pormenorizado del mètodo, nos hemos propuesto mostrar como aùn desde un punto de vista estrictamente formal se dice que una fòrmula es vàlida cuando su negaciòn implica una contradicciòn. De modo que no es necesario verificar si en cada uno de los mundos posibles de cada modelo-T posible tal fòrmula es verdadera a fin de establecer si ella es vàlida o no , sino que màs bien ocurre al revès; de mostrar que su negaciòn implica una contradicciòn, es decir , de mostrar que es vàlida, se deduce que no puede ser falsa en ningùn mundo de ningùn modelo-T posible. Esto no ocurre con cualquier fòrmula encabezada por L, por ejemplo L(p x q) v r), dado que no toda fòrmula de la forma L es vàlida, aunque sì sea verdadera en algunos mundo s de algunos modelos-T. Para establecer si aquella fòrmula es verdadera en algùn mundo de un modelo-T, es necesario verificar previamente si ((pxq) v r) es verdadera en cada mundo (muj) accesible a mui.

Es por esto que decìamos que el operador modal L representa una versiòn " empirista" de la necesidad y no la concepciòn leibniciana de la misma.

Con respecto a los sistemas S4 y S5 el mètodo es esencialmente el mismo a excepciòn de las siguientes diferencias: Para S4, dado que la relaciòn de accesibilidad es en este caso transitiva, si en algùn rectàngulo o mundo (mui) aparece una fòrmula de la forma L con valor 1 o una fòrmula de la forma M de valor 0 , esto no significa solamente que debe aparecer con valor 1 y con el valor 0 en todos los rectàngulos (mundos) inmediatamente subordinados a mui sino tambièn en cualquier otro rectàngulo que sea un subordinado de un subordinado...de un subordinado de mui, dado que todos estos, por caracter transitivo de "R" en S4, son tambièn accesibles a mui. Lògicamente esto hace que el nro. de posibilidades para que se dè una contradicciòn en algùn mundo aumente considerablemente y de donde se deduce nuevamente que el nùmero de fòrmulas vàlidas en S4 es mayor que en T.

Para S5, dado que "R" no es solo reflexiva y transitiva sino tambièn simètrica, tenemos que todo los mundos de un modelo dado son accesibles a cada uno de los mundos del modelo; es decir, que para cualquier mui   MU de un modelo cualquiera, y para todo otro mundo muj MU, muiRmuj. Esto hace necesario que si en mui aparece una fòrmula L con valor 1 o M con valor 0, deberà aparecer con valor 1 en todo otro mundo o rectàngulo que pertenezca al diagrama, y lo mismo para con valor 0.
Nuevamente tenemos que aquì el nùmero de posibilidades de encontrar una contradicciòn en algùn mundo o rectàngulo del diagrama aumenta con respecto a S4, lo cual nos manifiesta que el nùmero de fòrmulas vàlidas en S5 es mayor que en S4.
Se ha sostenido *(14) que, dado el caracter transitivo y reflexivo de "R" en un modelo S5, es decir, dado el hecho de que todo mundo es accesible para todo mundo en un modelo S5, el operador modal de necesidad (L) refleja en S5 la autèntica necesidad lògica. Ahora bien, creemos que esto serìa realmente asì si todo modelo-S5 incluyera entre los mundos pertenecientes a MU un ejemplar para cada uno de los 2 mundos posibles dada una serie determinada de variables proposicionales y con la condiciòn de que ninguna fòr-

mula contuviese otras variables proposicionales no incluidas en la serie. En efecto, en ese caso, si una fòrmula , es verdadera para algùn mundo mui perteneciente a un modelo-S5 <MU,R,V>, significa que es verdadera en todo mundo perteneciente a MU, y dado que en MU aparece al menos un ejemplar de cada una de las 2 combinaciones de valor posibles para las variables de , podemos afirmar que no es logicamente posible que sea falsa. Aquì si tendrìamos una coincidencia entre L y la necesidad lògica. Pero dado que para MU no se exige en S5 aquella condiciòn, podemos construìr modelos S5 <MU,R,V> en los cuales no figuren todas las 2 combinaciones de valores posibles para las variables de una fòrmula, , dada, sino justamente aquellas de las 2 combinaciones que hacen a verdadera, en donde tendrìamos que L es verdadera para cada uno de los mundos posibles del modelo.

En ese caso L , a pesar de ser verdadera en tal modelo, no reflejarìa la necesidad lògica, puesto que nada impide que construyamos otro modelo-S5 <MU,R,V> en el que incluyamos entre los mundos pertenecientes a MU alguno con una de las 2 combinaciones que falsifican a , es decir, un modelo en el que L sea falsa para todo mundo perteneciente a MU. De modo que no necesariamente la verdad de L en un mundo de un modelo S5 implica que - implica una contradicciòn. Esto nos lleva a que tampoco en S5 el operador modal (L) corresponde a la nociòn leibniciana de necesidad.

b) Hemos mostrado como la validez en un sistema concide con la nociòn leibniciana de "necesidad". Ahora bien, què significa posibilidad en este mismo sentido?.

Posible, dijimos, significa para Leibniz toda proposiciòn que no implica ella misma una contradicciòn , es decir, que no es imposible. De modo que entre los posibles tenemos los posibles necesarios y los posibles contingentes (aquellos que ellos mismos no implican una contradicciòn ni tampoco una negaciòn). Es decir que "posible" no se diferencia de necesario en el sentido de que su negaciòn no implica contradicciòn; de hecho, la negaciòn no implica contradicciòn , de hecho, la negaciòn de un imposible no implica contradicciòn y no por eso es un posible".De modo que no podemos decir de una fòrmula cuyo diagrama de decisiòn no nos conduce a una contradicciòn que, por ello, es un posible. Posible es aquel que èl mismo no implica una contradicciòn , independientemente de que su negaciòn la implique o no. Si su negaciòn la implica, se trata de un posible necesario, si no, de un posible contingente.

Ahora bien, una prueba Henkin de completitud para un sistema dado, (CP,T,S4,S5,CLP,CLP modal) consiste basicamente en la siguiente*(15):

Demostrar que para cada fòrmula consistente con el sistema (no necesariamente "en" el sistema) es posible construìr un modelo del sistema que la verifique , es decir, que "es posible" construìr para ella un modelo sin incurrir en ninguna contradicciòn en ningùn mundo del modelo. Dicho de otra manera, que ella no es "imposible" en el sentido leibniciano.

Decimos que una fòrmula bien formada, , es consistente con un sistema, S, , cuando su negaciòn, − , no es una tesis de S. Es una consecuencia de esta definiciòn que las ùnicas fòrmulas inconsistentes son aquellas que son una negaciòn de alguna tesis de S, esto significa , segùn el mètodo de los diagramas, que las ùnicas fòrmulas inconsistentes con un sistema son aquellas que implican una contradicciòn, es decir, las que son "imposibles ". Dentro de las fòrmulas consistentes encontramos fundamentalmente dos clases: las tesis del sistema, cuyas negaciones no son tesis del sistema y son imposibles, y aquellas cuya negaciòn no es una tesis del sistema, pero que no por ello es una imposibilidad. Y, por eso mismo, ellas no son tesis de S. De modo que toda tesis es una fòrmula consistente, pero no toda fòrmula consistente es tesis*. Incluso la negaciòn de una fòrmula consistente que no es tesis , tambien ella es una fòrmula consistente, justamente porque su negaciòn no es una tesis.

Lo que una prueba de completitud debe demostrar es que para cualquier f bf de un sistema, S, si ella no es una tesis de S, ella no es vàlida S; es decir que su negaciòn no es imposible. Ahora bien, la negaciòn de una fòrmula que no es una tesis es una fòrmula que es consistente con el sistema segùn la definiciòn anterior. De modo que si se prueba que para toda fòrmula consistente es posible construìr un modelo verificador de dicha fòrmula, este modelo constituye al mismo tiempo un modelo falsificador para su negaciòn.

***Siguiendo con la anlogìa podemos decir que toda verdad necesaria es posible, pero no toda verdad posible es necesaria. Esto es lo que se quiere reflejar en las condiciones para un sistema modal: (Lp P) y (p Mp), pero no (Mp p); ni (p Lp).**

Si la negación de toda fòrmula, , que no es tesis de S es una fòrmula consistente y para cada fòrmula consistente es posible construir un modelo verificador , luego existe un modelo falsificador para cada fòrmula bien formada que no es tesis de S. Con lo cual tenemos que ninguna fòrmula que no es tesis de S es una fòrmula vàlida dado que su negación no es imposible; se puede construir un modelo para esta sin incurrir en contradicción. Esto es lo que una prueba de completitud Henkin establece para cada sistema.

No es nuestro interès describir aquí el desarrollo de una prueba Henkien de completitud, pero su estructura general es como sigue:

a) En primer lugar se demuestra que para cualquier fbf, , consistente con un sistema , S, es posible formar un conjunto , , maximamente consistente con respecto a S, que contenga a .

Un conjunto màximamente consistente es aquel que no es posible agregar nuevos fbf sin que el conjunto se vuelva inconsistente con respecto a S. Se dice que un conjunto de fòrmulas es consistente con respecto a S, cuando para ningùn subconjunto de fòrmulas del mismo (, ,), su negación, -(, ,), pertenece a S.

b) Para el caso de Cp no modal se puede demostrar, basàndose en una serie de propiedades*(16) de los conjuntos màximamente consistentes en general, que una vez construido para una fòrmula consistente dada, , si se otorga el valor 1 a cada variable proposicional que aparezca en alguna fòrmula de y 0 a todas las demàs, entonces esta asignación de valores a las variables constituye un modelo-CP que verifica a todas las fòrmulas bien formadas que pertenecen al conjunto màximamente consistente ; entre ellas, la misma . Los valores para cada una de las fòrmulas se pueden calcular en base a la asignaciòn inicial para cada variable usando las reglas normales para -,v, , etc.

, aquì, debe ser un conjunto maximamente consistente con respecto a un sistema axiomàtico de CP, por ejemplo , PM.

c) Para el caso de los sistemas CP **modales** (T,S4 yS5) en lugar de construir un solo conjunto , , maximamente consistente con respecto a T, S4, o S5 que contenga a (siendo cualquier fòrmula consistente con el sistema correspondiente), es necesario-construir todo un sistema , de conjuntos maximamente consistentes de la siguiente manera:

En primer lugar se construye un conjunto maximamente consistente con respecto a S*, 1, que contenga a del mismo modo que para el caso de CP no modal. Pero para cada fòrmula de la forma M de cualquier conjunto maximamente consistente , n, de , comenzando por 1, se construye otro conjunto màximamente consistente con respecto a S subordinado a n, que contenga a y a toda otra fòrmula "x" para la cual Lx pertenezca a n. Entonces , para cada M , de i existe en un conjunto subordinado, j, que es maximamente consistente con respecto a S (siendo S en este caso T, S4 o S5) y que contiene a y a toda fbf, tal que L pertenece a j.

***Siendo S: T, S4 o S5, segûn el caso**

Se puede demostrar que el subconjunto formado por y todas la s.tales que L pertenece a i, es èl mismo tambièn un conjunto consistente con respecto a S*(17). De modo que no hay inconveniente en construir para èl, del mismo modo que 1 para ,un conjunto maximamente consistente que lo contenga.

Una vez que se ha construido un sistema de conjuntos maximamente consistentes, , para una fòrmula consistente dada, , se puede asociar con cada n de , es decir, con cada conjunto maximamente consistente de , un mundo de un modelo-T. Ademàs podemos establecer que si j es un subordinado de i, el mundo asociado a j (muj) es accesible desde el mundo asociado a i (mui) , es decir, Mui R muj. Si ademàs asociamos para cada variable proposicional un valor (1 o 0) en cada mundo (mui) segùn que esa variable aparezca o no en el conjunto i asociado a ese mundo , con esto ya tenemos un modelo-T. En efecto, un modelo-T consiste en un triple ordenado <MU,R,V> en donde cada mundo (mui) de MU es ahora un mundo asociado a cada conjunto maximamente consistente (i) de . La relaciòn mui R muj para cada par de elementos de MU se establece ahora de la siguiente manera: decimos que un mundo (muj) es accesible desde otro (mui) , muiRmuj , cuando el conjunto (j) correspondiente a muj es un conjunto inmediatamente subordinado al conjunto correspondiente a mui (i). Se dice que j es un conjunto inmediatamente subordinado a i cuando j es producto directo de la apariciòn en i de una fòrmula para la cual ha sido necesario construir un conjunto j que contenga a , segùn la regla general de construcciòn de conjuntos de expuesta màs arriba. En este sentido, si para una fòrmula de j es necesario construir otro conjunto , k, èste es ahora un subordinado inmediato de j, pero no de *. A su vez , si hacemos que la asignaciòn de valor V otorgue el valor 1 o 0 a cada variable proposicional en cada mundo asociado a un conjunto i (V(p,mui)=1 o 0) segùn que esa variable aparezca o no aparezca en dicho conjunto de fòrmulas, i, tenemos un modelo -T completo.El valor de cada fòrmula compleja formada con los operadores (-,v,L,M) se puede calcualr teniendo en cuenta la asignaciòn inicial para cada variable proposicional en cada mundo y las reglas comunes para una asignaciòn de valor a v,-,L,M, en un modelo T. Se puede demostrar*(18) que este modelo-T <MU,R,V> verifica cada una de las fòrmulas bien formadas que aparecen en cualquier conjunto maximamente consistente i, de , con respecto al mundo asociado a Mi, es decir mui.

Dicho en otras palabras, cualquier fòrmula bien formada de i, tiene el valor 1 en mui, para cualquier conjunto maximamente consistente de y su mundo asociado.

Formalmente, si es una fbf de i y mui su mundo asociado , V(,mui)=1.

Como la fòrmula consistente inicial , , para la cual se construyò 1, està incluìda en el mismo 1, esta fòrmula tiene el valor 1 en mu1; de modo que aquì tenemos un modelo T verificador para . Y como es posible construir un sistema de conjuntos màximamente consistentes para cada fòrmula consistente dada, para cada fòrmula

*Evidentemente se trata de un subordinado de i, pero no un subordinado INMEDIATO.

consistente hay al menos un modelo verificador. Y con esto se ha probado que su negación no es válida, dado que hay un modelo falsificador para ella.

En un modelo T <MU,R,V> tal como el descripto la relación entre los operadores modales L y M y sus asignaciones de valor aparece clara.

Como para cada fórmula M de i hay que construir un conjunto subordinado j, que contiene a , tiene el valor 1 en el mundo , muj, asociado a . Y dado que R establece que si j es un subordinado inmediato de i, entonces muiRmuj, hay para todo mundo mui asociado a un conjunto, i, de , en el que aparece una fórmula de la forma M ,un mundo muj MU tal que muiRmuj y el valor de en muj es 1, luego el valor de M en mui también es 1.

A su vez , dado que , por construcción de , en cada j subordinado inmediato a i aparecen todas las fórmulas " " tales que L aparece en i, el valor de es 1 en cada mundo , muj, asociado a un conjunto , j, subordinado inmediato de i.

Ahora bien, dado que según R, para dos mundos cualesquiera se establece la relación mui R muj sólo si el conjunto asociado a muj, j, es un subordinado inmediato del conjunto , asociado a mui, i, podemos afirmar que cuando en i aparece una fórmula de la forma Lj , en todo otro mundo , muj, tal que muiRmuj, el valor de es 1. También se puede probar*(19) que si L pertenece a un conjunto maximamente consistente, en este caso i, también pertenece al mismo, de modo que también en mui el valor de es 1. Tenemos así que el valor de es 1 para todo muj tal que mui R muj, incluído el propio mui, de modo que el valor de L en mui también es 1.

Si en lugar de un modelo T se quiere construir un modelo S4, las diferencias son las siguientes. En primer lugar cada conjunto de debe ser ahora maximamente consistente no con respecto a T sino con respecto a S4. Con respecto al triple ordenado <MU.R,V> la ûnica diferencia que hay con T se halla en que R además de ser reflexiva es ahora transitiva. De modo que ahora no decimos simplemente que mui R muj si el conjunto asociado a muj, j, es un subordinado inmediato del conjunto asociado a mui, i. Ahora , todo mundo asociado a un conjunto subordinado inmediato o no, de i es un mundo accesible desde mui. Dicho más simplemente, para garantizar la transitividad de R, ahora todo mundo muj asociado a un conjunto i subordinado de un subordinado..de i, en cualquier grado, es un mundo tal que muiRmuj. Se puede probar*(20) que si L pertenece a i, " " también pertenece a todo conjunto subordinado de un subordinado...de i, con lo cual también en S4, para todo muj tal que mui R muj, el valor de es 1, y por lo tanto "L " en mui tiene también el valor 1.

Con respecto a un modelo S5, todo permanece igual , excepto en que R es ahora además simétrica. Esto significa que si muj es un mundo asociado a un conjunto, j, subordinado a i, no solo se da que mui R muj sino también que mujRmui. Aquí también se puede demostrar*(21) que si " " no pertenece a i, L no podría pertenecer a j. De modo que también para un modelo-S5 si L pertenece a un conjunto (i) tiene el valor 1 para todo muj tal que muiRmuj.

Hasta aquí simplemente hemos querido exponer el esqueleto o estructura general de una prueba Henkin. Estas pruebas constituyen pruebas forma les de que toda fòrmula consistente con un sitema dado no es una fòrmula imposible; es decir, es posible construir un modelo para ella sin caer en contradicciòn. Se puede decir, entonces, que , en un sistema completo, la consistnecia de una fòrmula coincide con la posibilidad de esa fòrmula, ya que las ùnicas fòrmulas inconsistentes son las imposibles, es decir, las que son la negaciòn de una tesis. Estamos hablando aquì de posibilidad e imposibilidad en un sentido leibniciano, es decir, en relaciòn al principio de no contradicciòn

Por ùltimo queremos insistir en que, desde este punto de vista el operador modal M no refleja la posibilidad lògica en sentido leibniciano.

Es claro que el hecho de que una fòrmula de la forma M sea falsa en algùn mundo de algùn modelo de un sistema modal, no significa que sea imposible, en el sentido de que implique una contradicciòn.

Si esto fuera asì, la misma M serìa inconsistente, ya que si no es posible construìr un mundo en el que sea verdadera sin caer en contradicciòn, tampoco es posible crear un mundo accesible en otro en el que sea verdadera.

Sin embargo, cualquier fòrmula de la forma M que no sea ni una tesis de S, ni una fòrmula inconsistente con respecto a S (por ejemplo M[(pvq)x r]) constituye una prueba en contrario.

En efecto, si no es una tesis significa que su negaciòn no es imposible, es decir, que es posible un modelo que la falsifique. Y si no es la negaciòn de una tesis esto hace de ella una fòrmula consistente, lo cual significa que es posible construir un modelo que la verifique.

Lo mismo creemos poder decir con respecto al operador modal L.

Si este reflejara el concepto leibniciano de necesidad, esto significaría que si en un mundo de algûn modelo una fòrmula de la forma L es verdadera, entonces la negaciòn de implica una contradicciòn.

Esto haría de una fòrmula vàlida del sistema, de modo que no solo sería una tesis sino tambien L , ya que si en ningûn mundo es posible que sea falsa, tampoco es posible desde algûn mundo sea accesible uno en el que sea falsa (esto se ve reflejado en la regla de la necesariedad: --> L).

Nuevamente aquí, cualquier fòrmula consistente respecto a un sistema modal pero que tampoco sea tesis del mismo, de la forma L , (por ej. L[(pvq)x r] es una prueba en contrario; dado que, por ser consistente, es posible un modelo que la verifique, pero tambièn es posible alguno que la falsifique, de lo contrario sería una tesis del sistema.

Entonces, como conclusiòn general de este capítulo afirmamos los conceptos leibnicianos de necesidad y posibilidad lògica no quedan traducidos por los operadores L y M de los sistemas modales analizados (T,S4 y S5) sino por las nociones de "validez" y "consistencia" de una fòrmula, respectivamente.

NOTAS CAP.5

El principio de no contradicciòn y la lògica modal

1) Para una caracterizaciòn de los operadores modales Cfr. G.E. Hughes y M.J. Cresswell, "Introducciòn a la lògica Modal". Ed. Tecnos, Madrid ,1973, pg. 31-32.

2) Para una demostraciòn de estos teoremas , Cfr. G.E. Hughes y M.J. Cresswell, op. cit, pag 32-35.

3) Cfr. G.E. Hughes y M.J. Cresswell, op. cit., pg. 50-52.

4) Cfr. G.E. Hughes y M.J. Cresswell, op. cit., pg. 50-52.

5) Cfr. G.E. Hughes y M.J. Cresswell, op. cit., pg. 51.

6) Cfr. G.E. Hughes y M.J. Cresswell, op. cit. pg. 75 y tambièn Jaime Nubiola, "El compromiso esencialista de la lògica modal, Estudio de Quine y Kripke", EUNSA, PAMPLONA, 1984, pg. 157.

7) G.W. Leibniz, "Verdades Necesarias y Contingentes" , en "G.W. Leibniz, Escritos Filosòficos Editados por Ezequiel de Olaso", Ed Charcas, Bs. As. 1982, pg. 328.

8) G.W. Leibniz, op. cit., pg. 329.

9) G.W. Leibniz , op. cit. ,pg, 330.

10) G.W. Leibniz, op. cit., pag.332.

11) Cfr. G.W. Leibniz, "Vindicaciòn de la causa de Dios" en "G.W.Leibniz, Escritos Filosòficos editados por Ezequiel de Olaso", paràgrafo 17, pg. 534.

12) G.W. Leibniz, Ibid, paràgrafo 15, pg. 534.

13) Una exposiciòn completa del mètodo para los sistemas T, S4, y S5 proposicionales modales se encuentra en G.E. Hughes y J.M. Cresswell, op. cit. , pag. 78-89, 96-101 y 104-105 respectivamente.

14) Cfr. G.E. Hughes y Cresswell, op. cit., pg. 75-76.

15) Para un desarrollo formal completo de una prueba Henkien para cada sistema Cfr. G.E. Hughes y Cresswell, op. cit., cap. IX.

16) Los lemas 1,2 y 3 de las pgs. 133-134, en Introducciòn a la Lògica Modal , de G.E. Hughes y Cresswell, ed. cit.

17) Cfr. Lema 4 de G.E. Hughes y J.M.Cresswell, op. cit., pg. 136.

18) Cfr. G.E. Hughes y J.M. Cresswell, op. cit. , pg. 137 y ss.

19) Cfr. Lema 3 en G.E. Hughes y J.M. Cresswell, op. cit., pg. 134.

20) Cfr. G.E. Hughes y J.M. Cresswell, op. cit. pg. 138.

21) Cfr. G.E. Hughes y J.M. Cresswell, op. cit., pg. 138.

CONTRADICCION Y LOGICA DE PREDICADOS MODAL

Con respecto a la lògica modal cuantificada es Quine quien ha formulado las màs severas criticas . Trataremos de de resumir aquí su postura y la respuesta que le dà Kripke , pero solo a título informativo dado que esta cuestiòn no se relaciona directamente con el tema central de nuestra tesis.*.

Se puede decir que la objeciòn central de Quine a los operadores modales "necesariamente" y "posiblemente" es que los contextos en que èstos aparecen son contextos referencialmente opacos con lo cual quedaria anulado el principio de sustitutividad de los idènticos.

Se dice que el contexto de la ocurrencia de un nombre es referencialmente opaco y no puramente referencial cuando un nombre no se refiere , o no designa a un objeto sin màs, sino que se refiere a èl bajo alguna determinaciòn.

* Para una exposiciòn detallada tanto de las objeciones de Quine como de las respuestas de Kripke ver la tesis doctoral de Jaime Nubiola "el compromiso esencialista de la lògica modal. Estudio de Quine y Kripke", publicado por UNSA, PAMPLONA, 1984.

Una ocorrencia puramente referencial de un nombre serìa aquella en que el nombre se refiere a un objeto independientemente de cualquiera de sus determinaciones. Para Quine los contextos modales no serìan los u 'nicos referencialmente opacos, sino que podemos encontrar varios tipos de contextos no modales que tambièn son referencialmente opacos. Veamos por ejemplo, el caso de los contextos de actitudes proposicionales del tipo "cree en...", "no sabe que ...", "dice que ...", etc. *(1).

Si tenemos las siguientes proposiciones verdaderas:

(1) Felipe no sabe que Tulio denuncia a Catilino.

(2) Felipe cree que Tegucigalpa està en Nicaragua.

y sustituìmos en ellas en base a (Ciceròn=Tulio) y (Tegucigalpa=-capital de Honduras), obtenemos los siguientes enunciados falsos.

(3) Felipe no sabe que Ciceròn denunciò a Catalina.

(4) Felipe cree que la capital de Honduras està en Nicaragua.

Estos ejemplos muestran segùn Quine que las ocurrencias de los nombres Tulio y Tegucigalpa en 1, y 2 no son simplemente referenciales, ya que su sustituciòn por un nombre que se refiere al mismo objeto produce una falsedad, lo cual viola el principio de sustitutividad.

"El fallo de la sustitutividad-explica Quine,- revela meramente que la ocurrencia que deberìa sustituirse no es puramente referencial, esto es , que el enunciado depende no solo del objeto sino tambièn de la forma del nombre. Pues està claro que todo lo que pueda afirmarse acerca del objeto seguirà siendo verdadero cuando nos refiramos al objeto mediante cualquier otro nombre"*(2).

Lo que el principio de sustitutividad pretende reflejar de modo formal es el principio leibniciano de la indicernibilidad de los idênticos. Podemos decir entonces que los contextos en los que encontramos contraejemplos al principio de sustitutividad constituyen contextos en los que los nombres ocurren de un modo no puramente extencional y, por lo tanto , no asimilables por una lògica puramente extencional.

Un caso tìpico de este tipo de contextos lo constituyen segûn Quine los operadores modales.

Veamos los siguientes ejemplos:

(a) 9 es necesariamente mayor que 7.

(b) Necesariamente si hay vida en la Estrella Vespertina, entonces hay vida en la Estrella vespertina.

(c) el nûmero de los planetas es posiblemente menor que 7.

Si sustituìmos en (a), (b) y (c) en base a las siguientes indentidades (e l nûmero de los planetas = 9) y (La Estrella Vispertina =la Estrella Matutina).

Obtenemos las siguientes falsedades:

(d) El nûmero de los planetas es necesariamente mayor que 7.

(e) Necesariamente si hay vida en la Estrella Vespertina hay vida en la Estrella Matutina.

(f) 9 es posiblemente menor que 7.

Estos ejemplos muestran claramente que la ocurrencia de los nombres "9" , "la Estrella Vespertina" y "el nûmero de los planetas" en (a) (b) (c) no es puramente referencial , dado que su sustituciòn por nombres que se refieren al mismo objeto en cada caso , altera el valor de verdad del enunciado. Esto sucede asì aún en el caso que se interpreta los operadores modales como simples enunciados de analiticidad, es decir como una necesidad de dicto y no de re. En este caso "necesariamente" significarìa "es analìtico que..." y un enunciado regido por "posiblemente" solo serìa falso en el caso de que la negaciòn del componente fuese analìtico.

Los ejemplos expuestos muestran claramente que los contextos referencialmente opacos u oblicuos ~~no~~ carecen de la suficiente pureza referencial como para garantizar los principios de sustitutividad de idènticos y de funcionalidad veritativa, propios de la lògica no modal.

Queremos llamar aquì la atenciòn sobre el hecho de que el valor de verdad del enunciado , una vez producida la sustituciòn, cambia.

Esto refleja , nos parece, la vinculaciòn del principio de indiscernibilidad de los idènticos con el de no contradicciòn. En efecto, còmo puede ser que un mismo enunciado respecto de un mismo objeto, cuando nos referimos a èl por medio de un nombre es verdadero y cuando lo hacemos por otro es falso?.

Este es de alguna manera, creemos , el centro del problema.

A su vez, los contextos referencialmente opacos hacen imposible, según Quine, la cuantificaciòn .

Quine muestra esto con varios ejemplos de contextos referencialmente opacos en los que aplicando la operaciòn de generalizaciòn existencial se llega a contradicciones.*(2).

Tenemos:

(a) Felipe no sabe que Tulion denunciò a Catalina.

de (a) por G.E.:

(b) (x) (Felipe no sabe que x denunciò a Catilina.)

o sea

(c) Hay algo tal que Felipe no sabe que ese algo denunciò a Catalina.

Pero (c) entra en conflicto con la falsedad del siguiente enunciado:

(d) Felipe no sabe que Ciceròn denunciò a Catalina.

Del mismo modo, si aplicamos la generalizaciòn existencial a:

(1) 9 es necesariamente mayor que 7.

(2) Necesariamente si hay vida en la Estrella Vespertina, entonces hay vida en la Estrella Vespertina.

Obtenemos:

(3) (x) (x es neciaramente mayor que 7).

(4) (x) (necesariamente si hay vida en la Estrella Vespertina entonces hay vida en x).

Ahora bien, esto nos lleva a contradicciones, dado que la x de (3) no es otro objeto que el nro. de los planetas, es decir 9, y por lo tanto (3) entra en conflicto con la siguiente falsedad obvia:

(5) El nûmero de los planetas es necesariamente mayor que 7.

A su vez , la x de (4), segûn (2), no es otro objeto que la Estrella Matutina, pero esto pone en conflicto a (4) con la siguiente falsedad:

(6) Necesariamente si hay vida en la Estrella Vespertina, entonces hay vida en la Estrella Matutina.

La conclusiòn general , es que no se puede cuantificar elementos internos de contextos referencialmente opacos ya que esto nos conduce a sinsentidos o contradicciones. "The answer is now apparent: if to a referentially opaque context of a variable we apply a quantifier, with the intention that it governs that variable from outside the referentially opaque context, then what we commonly end up is unintended sense or nosense of the type (26)-(31). In a word, we cannot ingeneral properly quantify into referentially opaque contexts".*(3).

La razòn fundamental por la que no es posible la cuantificaciòn de los contextos modales, segùn Quine, es que "el ser necesaria o posiblemente de tal o cual manera no es en general una propiedad del objeto correspondiente sino que depende del modo de referirse a ese objeto".*(4).

Lo que Quine plantea, entonces, es que la necesidad o posibilidad con que atribuimos una determinada propiedad o un objeto, no depende del objeto mismo sino del modo en que nos refiramos a ese objeto, de modo que una misma propiedad se la podemos atribuir al mismo objeto de un modo necesario en un caso y de un modo posible, pero no necesario, en otro.

Es decir, lo que Quine quiere rechazar es la " necesitas de re", quedandose ùnicamente con una necesidad de dicto, ya que no tiene inconveniente en aceptar que hay enunciados analiticos.

Quine ilustra esto con un ejemplo.*(5). Para determinar unìvocamente un nùmero x, el nueve por ejemplo, se puede apelar a diversas condiciones que solamente èl cumple; por ejemplo:

(a) $x = x + x + x \neq$

o

(b) H ay exactamente x planetas.

Pero mientras que de (a) se sigue que x es necesariamente mayor que 7, est o no es así a partir de (b).

En este ejemplo se ve que la necesidad de ser mayor que 7 no es algo que pertenezca a x por sí mismo sino que depende del modo en que nos refiramos a x. Incluso no se trata de un problema vinculado a los nombres singulares de un objeto x ya que el mismo problema se sucita con respecto a descripciones definidas diferentes para el mismo objeto , como en el reciente caso.

Ahora bien, para seguir con el ejemplo , toda esta argumentaciòn descansa en el supuesto de que la afirmaciòn: "el nùmero de los planetas es necesariamente mayor que 7" es falsa.

En efecto, decíamos, que "(x) (x es necesariamente mayor que 7)" carecía de sentido porque si reemplazabamos x por "el nùmero de los planetas" nos daba una falsedad. Esto, sin embargo , es confundir la necesidad de re, con la necesidad de dicto. En efecto , que una proposiciòn no constituya ella misma una necesidad de de dicto no implica que la necesidad de re por ella afirmada sea falsa.

En efecto, una cosa es sostener que el nùmero de los planetas necesariamente mayor que 7 y otra cosa es afirmar "el nùmero de los planetas es mayor a 7" es necesario.

La necesidad de re afirmada por la primera proposiciòn no tiene porquè implicar la necesidad de dicto afirmada por la segunda. Pero este tipo de soluciòn , que es el propuesto por Kripke y que veremos enseguida, es rechazado de plano por Quine por conducir a lo que èl denomina el "esencialismo aristotelico", inaceptable e irracional (irreasonable)*(6) para èl desde todo punto de vista. En efecto, el esencialismo aristotèlico consistirìa en pensar que hay propiedades que pertenecen necesariamente a un objeto independientemente del modo en que nos refiramos a èl, y otras que no. Este esencialismo implica adoptar una posiciòn injustamente preferencial , dirà Quine*(7), hacia unos modos de determinar a un objeto con respecto a otros, como mejores develadores de la esencia del objeto.

Desde la perspectiva de Quine caracterizar a un individuo como "hombre" implica que la racionalidad le es necesaria y el tener dos piernas accidental, mientras que si lo caracterizamos como bìpedo tiene necesariamente 2 piernas y es accidentalmente racional.

Como se ve, si las modalidades necesario y accidental fuesen propiedades del individuo caerìamos en una <u>explìcita contradicciòn</u>. La ùnica soluciòn posible a esta paradoga es sostener que a ese individuo , aùn cuando lo caracterizamos simplemente como bìpedo, la racionalidad le es necesaria, aunque esta propiedad no se derive analìticamente de su caracterizaciòn como bìpedo. Dicho màs formalmente, la cuantificaciòn supone el principio de sustitutividad, y este implica que si F es verdadero de a y a=b, F tambièn debe ser verdadero de b, independientemente del modo en que caractericemos a b. Esto es, el esencialismo aristotèlico que, segùn Quine , implica una actitud arbitraria o desigual con respecto a los diversos modos de caracterizar un mismo objeto.

Trataremos ahora de esbozar esquemàticamente la respuesta de Kripke a las objeciones de Quine, y con ello acercarnos un poco màs a la nociòn semàntica de mundos posibles.

Si se mira bien la cuestiòn nos damos cuenta que el problema radica fundamentalmente en dos cosas:

a) la supuesta equivalencia o sinoninimia de los tèrminos "necesario" y "analitico" o "apriori".

b) La contingencia de la identidad entre una descripciòn definida y el objeto que cumple las condiciones de dicha descripciòn.

En efecto, si tomamos el ejemplo predilecto de Quine:

(1) El nùmero 9 es necesariamente mayor que 7.

(2) El nùmero de los planetas es 9.

(c) Luego el nùmero de los planetas es necesariamente mayor que 7.

Podemos decir que (3) es falsa por dos razones;

a) "Ser mayor que 7" no es una propiedad que se desprenda lògicamente de "ser el nùmero de los planetas" , es decir, "el nùmero de los planetas es mayor que 7" no es una proposiciòn necesaria o apriori.

b) Que el nueve sea el nùmero de los planetas es algo contingente; es decir, podemos suponer un mundo posible en el que el nùmero de los planetas no sea el nueve. Dicho en otras palabras , la identidad entre el objeto que corresponde a "nueve" y el que corresponde a la descripciòn definida "el nùmero de los planetas" es una identidad contingente; podria haber sido el 3, que no es mayor que 7.

Kripke rechaza la objeciòn de Quine a la lògica modal negàndose a aceptar que una conclusiòn como (3), por ejemplo, es falsa. Para Kripke (3) es verdadera. Considerar a (3) falsa, como hace Quine, solo es posible , segùn Kripke, desde un conjunto de presupuestos de caracter lògico-metafìsico, que se encuentran implìcitos en las razones a) y b).

Veremos a continuaciòn como Kripke resuelve las objeciones a) y b) con una radical distinciòn entre el plano epistemològico y el plano metafìsico por una parte y con la distinciòn entre designadores rìgidos y no rìgidos por otra, respectivamente.

Necesidad y aprorisidad: En "Identity and Necesity" Kripke señala que en el origen de las objeciones a la lògica modal se encuentra una vieja confusiòn entre "analìtico" , "necesario" y "apriori", es decir, se los usa como si fuesen sinònimos. "Very often <dice Kripke, these are held to be synonyms (Many philosophers probably should not be described as holding them to be synonyms; they simply use them interchangeably"*(8).

En "Uber Sinn und Bedentung" Frege plantea el clàsico problema que surge a partir de la diferencia entre los enunciados de identidad verdaderos del tipo a=a y los del tipo a=b. En efecto, en el primer caso, los enunciados de la forma a=a, como por ejemplo "La Estrella Matutina=La Estrella Matutina" son enunciados verdaderos que no tienen valor ognitivo, es decir, no aumentan nuestro conocimiento. En cambio los enunciados de identidad del tipo a=b, como "la Estrella Matutina es la Estrella Vespertina" tienen un alto valor cognitivo. Descubrir que la Estrella Matutina es la misma que la Estrella Vespertina es un descubrimiento astronòmico importantísimo.

Ahora bien, normalmente se considera a "La Estrella Matutina es la Estrella Matutina" como un enunciado verdadero apriori o necesario dado que su verdad se descubre independientemente de la experiencia , en cambio a un enunciado como "La Estrella Matutina es la Estrella Vespertina" se la considera como verdadero a posteriori o contingente.

Còmo es posible que un enunciado de identidad que se refiere a un mismo objeto sea contingente o aposteriori?

La reapuesta clàsica de Frege consiste en la distinciòn entre referencia y sentido de un tèrmino. Estrella Vespertina y Estrella Matutina tienen la misma referencia pero distinto sentido, es decir, se refieren al mismo objeto, pero a travès de modos distintos de darse el mismo objeto; de ahì su valor cognitivo.

Kripke acepta que "La Estrella Vespertina es La Estrella Matutina" sea un enunciado a posteriori cuya verdad solo se descubre a travès de la esperiencia, pero se niega rotundamente a identificar "aposteriori" con "contingente". Un enunciado puede ser necesario y aposteriori y tambièn es posible un enunciado contingente apriori. Los binomios "necesario-contingente" y "apriori-aposteriori" corresponden a disciplinas filosòficas diferentes: a la metafìsica por una parte y a la epistemologìa por otra.

Decir de un enunciado que es verdadero a priori es simplemente decir que su verdad es conocida independientemente de la experiencia, es decir, se trata de un criterio epistemològico. En cambio decir que un enunciado es necesario significa afirmar que ese enunciado es verdadero y además que no podría haber sido de otra manera. Cuando decimos que algo es contingentemente verdadero estamos afirmando que podría haberse dado el caso que no lo sea. Este binomio "necesario-contingente" lejos de pertenecer al dominio de la epistemología como el de "apriori- a posteriori" pertenece al dominio de la metafísica "en algún sentido , confío - dice Kripke- no peyorativo del tèrmino."*(9).

La confusiòn entre "analítico o apriori" y "necesario" por una parte, y entre "sintètico o aposteriori" y "contingente" por otra tiene , para Kripke, su origen en Kant. En efecto, en la "Crítica de la Razòn Pura" afirma Kant: "Cierto es que la experiencia nos enseña que algo està constituido de este u otro modo, pero no que ello no pueda ser de otra manera. Así, pues,primero: si se encuentra una proposiciòn que sea pensada al mismo tiempo con su necesidad, es entonces un juicio apriori:(...) Necesidad y universalidad estrictas son, pues señales seguras de un conocimiento apriori y estàn inseparablemente unidas".*(10).

Kripke acepta que el enunciado "la Estrella Vespertina es la Estrella Matutina" en un enunciado apoteriori en el setido Kantiano del tèrmino , pero es al mismo tiempo necesario, en el sentido de que el hecho expresado por ella es un hecho necesario, ya que no podría darse el caso que un objeto no fuese idèntico consigo mismo. Este sería un ejemplo de un enunciado aposteriori y necesario. Como ejemplo típico de enunciado a priori y contingente Kripke señala el siguiente:" La barra S tiene un metro de largo", en donde la barra S es la barra de platino que se encuentra en París y que es la utilizada para definir "metro".

Resumiendo entonces, podemos decir que Kripke advierte que la distinciòn entre enunciados apriori analiticos y aposteriori o sintèticos obedece a un criterio totalmente diferente a aquel por el que distinguimos entre enunciados necesarios y contingentes. Mientras que en el primer caso la distinciòn entre apriori y aposteriori corresponde a un critèrio epistemologico, es decir, a un criterio basado en el modo en que conocemos la verdad del enunciado, en el segundo caso el criterio de distinciòn està basado en el fundamento real que permite afirmar de un hecho que es necesario o no.

Què significa que un hecho es necesario?. Para Kripke decir que una cosa es necesaria es decir que existiria en todo mundo posible , decir de una propiedad que es necesaria de un objeto es decir que le pertenece en todo mundo posible; del mismo modo un enunciado es necesario cuando es verdadero en todo mundo posible. Dicho en otras palabras, un hecho es necesario cuando por lo que respecto a ese hecho concreto, el mundo no podria haber sido de otra manera. Esto es muy distinto que decir que el conocimiento de su verdad es independiente de toda experiencia. Kripke, entonces, no tiene ningùn inconveniente en aceptar que el enunciado "el nùmero de los planetas es mayor que siete" puede ser un enunciado a posteriori y necesario al mismo tiempo, con lo cual queda resuelta la objeciòn a).

Designadores rigidos y no rigidos

Sin empargo, sigue siendo cierto que el "nùmero de los planetas" podria no haber sido el nueve. A este problema Kripke va a responder con una distinciòn, central en su concepciòn, entre designadores rìgidos y designadores no rìgidos.

Algo es un designador rìgido si en cualquier mundo posible designa el mismo objeto; si èste no es el caso, se trata de un designador no rìgido o accidental.*.

Un designador no rìgido serìa, entonces, aquel que puede convenir a diferentes individuos en distintos mundos posibles.

La razòn por la que Quine rechaza la lògica modal es que las proposiciones que atribuimos a un objeto le son necesarias o contingentes segùn el modo en que nos refiramos a dicho objeto, violàndose de esta manera el principio de sustitutividad que exige que el reemplazo de un tèrmino por otro que designa el mismo objeto no altere el valor de verdad del enunciado.

Ahora bien, Kripke, con la introducciòn de la nociòn de designador rìgido, logra referirse a un objeto independientemente de todo modo de darse el mismo, es decir, independientemente del sentido por medio del cual se refiere a dicho objeto. Esto, evidentemente, hecha por tierra el tratamiento descripcionalista que hace Russell de los nombres propios , para volver a la concepciòn de Mill.

*"Let's call something a rigid designator if in any possible world it designates the some object, an non rigid or accidental designator if that is not the case". S. Kripke, "Naming and Necessity", ed. cit., pg. 270, citado por J. Nubiola, op. cit., pg. 184

Podemos ilustrar la diferencia entre designador rìgido y no rìgido con el siguiente ejemplo del mismo Kripke:"Supòngase- dice- que alguien dijera señalando a Nixon, "Este es el tipo que podrìa haber perdido". Algùn otro dice "Oh, no! si le describes como "Nixon", entonces podrìa haber perdido; pero , en cambio, si lo describes como el vencedor, entonces no es verdad que podrìa haber perdido" (...) el primero dirìa con gran convicciòn: "Bien, de acuerdo, el vencedor de la elecciòn podrìa haber sido otro"*.(11). Un poco màs adelante Kripke dice: "Por eso, tèrminos como "el vencedor" y "el perdedor" no designan los mismos objetos en todos los mundos posibles. En cambio , el tèrmino "Nixon" es justo el nombre de este hombre".*(11).

Kripke no elabora una teorìa de los designadores rìgidos, simplemente constata su existencia en el lenguaje comùn y rechaza su tratamiento como una descripciòn definida dado que toda descripciòn definida, a diferencia de los nombres propios, es un designador no rìgido.

Sin embargo, todavìa sigue presente que la identidad "9 = el nùmero de los planetas" parece una identidad contingente, dado que si bien podemos tomar a "nueve" como un designador rìgido, "el nùmero de los planetas" es claramente una descripciòn definida que puede referirse a distintos objetos en distintos mundos posibles.

Para esto conviene tal vez, rememorar una cèlebre discusiòn mantenida entre R. Barcan, W. Quine y S. Kripke en febrero de 1962, en el Boston (Colloquim for the Philosophy of science.

Ruth Barcan sostuvo en aquella ocasiòn que muy a menudo sucede que en un lenguaje en evoluciòn , lo que al principio era una descripciòn definida comienza luego a ser usado como un nombre propio de un objeto determinado ; asì, el caso de "Estrella Vespertina" o "Estrella Matutina" cuya identidad no serìa ya entre dos descripciones sino entre dos nombres propios que se refieren al mismo objeto, y por lo tanto necesaria.

Quine , en aquella ocasiòn, respondiò que aùn cuando "Estrella Vespertina" y "Estrella Matutina" se tomen como nombres propios y no como descripciones , el descubrimiento de que el objeto que hemos etiquetado con el nombre "Estrella Vespertina" y el objeto que hemos etiquetado como "Estrella Matutina" son el mismo objeto, es un descubrimiento empìrico.

Kripke, por su parte, va a estar de acuerdo con Barca en que el enunciado de identidad entre dos nombres que se refieren al mismo objeto es un enunciado necesario, ya que si los dos nombres se refieren al mismo objeto, es imposible que en algùn mundo posible ese objeto , al que se refieren los nombres, no sea idèntico a sì mismo. Pero tambièn estarà de acuerdo con Quine en que el descubrimiento de la identidad puede ser un descubrimiento empìrico, solo que, como vimos, el hecho de que ese descubrimiento sea empìrico , no implica que el enunciado sea contingente. Se trata del descubrimiento empìrico de una identidad necesaria. Sin embargo, el caracter necesario del enunciado se deriva de su tratamiento de los nombres propios como designadores rìgidos. Para ello Kripke va a diferenciar entre "dar el significado" de un designador y "fijar la referencia" del mismo, que es lo que fundamenta la diferencia entre designadores no rigidos y designadores rigidos. Esto es lo que se conoce como "teoria causal del significado".

Segùn Mill, los nombres propios se diferencian de los nombres comunes, en que se refieren a un objeto sin indicar ningùn atributo del mismo. Es decir, la ligazòn entre un nombre propio y su objeto correspondiente no depende de la permanencia o no de algùn atributo en ese objeto; ya que el nombre propio a diferencia de una descripciòn definida, no describe a su objeto como portador de alguna propiedad especial. Entonces, mientras que conocer el nombre propio de un objeto no implica conocer ninguna propiedad o hecho acerca del mismo, una descripciòn definida solo conviene a un objeto en cuanto describe una propiedad o un conjunto de hechos que efectivamente le pertenecen o convienen al objeto. Kripke va a defender esta postura con respecto a los nombres propios oponièndose de esta manera a la tradiciòn de Frege y Russell que ve en los nombres propios una descripciòn definida abreviada o disfrazada.

La teoria descripcionista de los nombres propios trata a estos como una descripciòn definida tal, que hay un solo objeto que la cumple, el cual constituye su referente. Por ejemplo, podemos caracterizar a "Aristòteles" como "el maestro de Alejandro Magno". Sin embargo, esta teoria presenta varios problemas. En primer lugar que en ese caso "Aristòteles fue el maestro de Alejandro Magno" se transformaria en una tautologia. Para resolver este tipo de inconveniente se ha postulado , dentro del descripcionalismo (Wittgeinstein), la teoria del racimo de propiedades, en el sentido de que a un nombre propio no estaria asociada solamente una descripciòn concreta sino un conjunto màs o menos elàstico de propiedades que convendrian a un mismo objeto, de tal modo que fuese posible descubrir que una u otra de tales descripciones no convienen realmente al objeto especificado por el conjunto general. Sin embargo, sigue siendo necesario que para que podamos atribuir a un objeto un nombre, "Aristòteles" por ejemplo, ese objeto deba reunir una mayoria de aquellos predicados que asociamos a tal nombre, como "el ùltimo gran filòsofo de la antiguedad", "autor de la Etica a Nicòmaco", etc.

Sin embargo, para Kripke esto no es asì, el lenguaje natural se comporta de tal manera que el nombre "Aristòteles" seguiria designando exactamente el mismo objeto aunque ese individuo , que llamamos Aristòteles, no hubiese hecho nada de lo que normalmente le atribuimos. Es decir , el nombre Aristòteles serviria para nombrar el mismo individuo en toda situaciòn contrafàctica (es decir, en todo mundo posible) en que en ese individuo no le conviniera alguna o algunas de las propiedades que estamos acostumbrados a asociarle.

Esta tesis es para nosotros de mucha importancia , ya que con el tratamiento de los nombres propios como designadores rìgidos se resuelve en gran parte el problema de la transidentificaciòn del mismo objeto en los distintos mundos posibles. Ya que no es necesario postular una propiedad del objeto por la cual podamos reconocerlo en los distintos mundos posibles como si èstos fueran distintos continentes o galaxias, sino que los diferentes mundos posibles son distintas situaciones contrafàcticas que podrìan haberle ocurrido a ese objeto que de hecho es nombrado rìgidamente, en todas ellas, por medio de un nombre propio.

Veamos el siguiente ejemplo:

(1) Aristòteles fue aficionado a los perros.

Si interpretamos "Aristòteles" descripcionalìsticamente como "el ùltimo gran filòsofo de la antiguedad", en una situaciòn contrafàctica en la que el individuo que de hecho ha sido el ùltimo gran filòsofo de la antiguedad no lo hubiese sido, averiguar si (1) es verdadera implicarìa averiguar si aquel individuo que en esa situaciòn hubiese sido el ùltimo gran filòsofo de la antiguedad es o no realmente aficionado a los perros.

En cambio, si Aristòteles es un designador rìgido que se refiere al mismo individuo independientemente de lo que prediquemos de èl, es claro que en tal situaciòn contrafàctica (o mundo posible) averiguar si (1) es verdadero es averiguar si el individuo Aristòteles , independientemente de que sea o no filòsofo , es aficionado a los perros.

La distinciòn que va a establecer es, entonces, que las descripciones se pueden usar tanto para dar el significado de un nombre como para fijar rìgidamente su referencia . Ambos usos fueron confundidos en la teorìa del racimo.

Cuando se define "metro", por ejemplo, como la longitud de la barra S en t0, metro seguirìa designando exactamente la misma longitud aunque, la barra S variara su longitud. Esto es asì, porque no se establece que metro es sinònimo de "longitud de la barra S", sino que esto es una propiedad accidental de la barra S por medio de la cual se ha fijado rigidamente el referente de "metro".

Es decir, una propiedad accidental o contingente puede ser usada para fijar la referencia de un nombre sin que por ello el nombre sea sinónimo de esa propiedad. De tal manera que aunque el objeto en cuestión pierda tal propiedad, el nombre seguiria refiriendose al mismo objeto. Entonces, el hecho de que los nombres lleven asociados consigo alguno o algun as propiedades del objeto, esto no implica que tales nombres signifiquen "el objeto que posee tal y tal propiedad" sino que esas propiedades han sido usadas para fijar rigidamente el referente del nombre, el cual seguirá refiriendose al mismo objeto , aunque èste pierda aquellas propiedades.

Si yo defino "Aristóteles" como "el màs importante discípulo de Platón", el descubrimiento contrafáctico de que el màs importante discípulo de Platón no ha sido el individuo que comunmente se cree, sino otro, "Aristóteles" designaría en esa situación a este otro individuo.

Acà lo que se està haciendo es dar el significado del nombre Aristóteles . Pero si en cambio la descripción "haber sido el màs importante discípulo de Platón" no es considerada como sinónimo de "Aristóteles" sino como una descripción por medio de la cual estamos fijando rígidamente el referente de "Aristóteles" , este nombre sigue designando al mismo individuo, aùn en toda situación contrafàctica en la que no haya sido el màs importante discípulo de Platón. Como se ve, se trata de dos usos bien diferentes de las descripciones. Normalmente, dice Kripke, no hemos sido nosotros los que hemos fijado rigidamente el referente de un nombre, sino que esta referencia nos viene transmitida por la comunidad lingüistica de la que formamos parte, de eslabòn a eslabòn, desde el que fijò la referencia hasta nosotros . No es que nosotros decimos que vamos a denominar "Godel" a aquel individuo que demostrò la incompletitud de la aritmètica, quien quiera que sea, sino que el referente del nombre Godel nos viene transmitido desde los que le impusieron el nombre hasta nosotros por una cadena ininterrumpida de intermediarios.

Si esto no fuera asi, pensar que "Aristoteles" podria no haber sido discipulo de Platòn, o que Godel podria no haber demostrado la incompletitud de la aritmètica <u>seria pensar una contradicciòn</u>, lo cual es evidentemente falso.

Dado que los nombres propios pueden ser fijados rigidamente a sus referentes por medio de propiedades contingentes de un objeto es necesario distinguir en cada caso que tipo de ocurrencia (rigida o no rigida) tiene una descripciòn en un contexto determinado. Cuando decimos, por ejemplo, que " el autor de Hamlet podria no haber sido del autor de Hamlet, si queremos evitar la contradicciòn es necesario que la primera ocurrencia de "el autor de Hamlet" sea una ocurrencia referencial por la que nos referimos rigidamente a un individuo por medio de una propiedad accidental del mismo, mientras que la segunda ocurrencia es si una ocurrencia no rigida que puede referirse a diferentes individuos en distintos mundos posibles. En este sentido, si Estrella Matutina y Estrella Vespertina son dos nombres que se refieren rigidamente al mismo objeto, aunque lo hagan a travès de propiedades accidentales del mismo, es necesario que La Estrella Vespertina sea idèntica a La Estrella Matutina, dado que la identidad de un objeto consigo mismo es una propiedad necesaria. El ûnico caso de enunciados de identidad contingente que admite Kripke es el caso en que las descripciones se usan como designadores no rîgidos , que sî pueden referirse a diversos individuos en diferentes mundos posibles. Volviendo al ejemplo del nro. de los planetas, podemos decir que si "el nro. de los planetas" ocurre como una descripciòn definida, puede en distintos mundos posibles, referirse a distintos nros. Pero si lo usamos para referirnos rîgidamente al nro. que de hecho , en el mundo efectivo, tiene la propiedad contingente de ser el nro. de los planetas, por medio de esta descripciòn nos estamos refiriendo al nûmero 9, en todo mundo posible , màs allà de que contrafàcticamente este nûmero pueda perder tal propiedad. En este sentido la identidad entre el objeto 9 y el objeto al que nos referimos por medio de la descripciòn "el nro. de los planetas" al ser el mismo objeto, es una identidad necesaria. Con esto quedarîa resuelto la objeciòn b).*

*Kripke tambièn muestra como no solo los nombres propios funcionan como designadores rîgidos cuya referencia se fija por medio de alguna propiedad contingente de un objeto, sino que incluso los nombres de especies naturales, como tigre , o de maza, como plomo, oro, etc., son designadores rîgidos. En efecto, un tigre que perdiera, por algûn accidente sus rayas negras, no dejarîa de ser un animal de la especie "tigre".

En este sentido es paradògico observar que mientras el descripcionalismo no estaría de acuerdo con Mill por no haber tratado a los nombres propios como descripciones, es decir, como èl lo hacía con los nombres comunes; Kripke en cambio no concordarà con Mill en su tratamiento de los nombres comunes como puras descripciones, ya que segùn èl, muchos nombres comunes funcionan como los nombres propios, es decir, son designadores rígidos.*. No nos detendremos en este problema.

Antes de pasar al pròximo capítulo (y como introducciòn al mismo) creemos interesante referirnos a la nociòn de "mundos posibles" de Kripke que de alguna manera aparece implícito en todo lo que venimos diciendo. Nos interesa sobre todo la relaciòn de los distintos mundos posibles con el mundo efectivo, dado que, en los modelo semànticos para los distintos sistemas modales (T, S4 y S5) que vimos anteriormente siempre se hablò de conjuntos distintos de mundos posibles y sus relaciones entre sí, pero en ningùn momento se mencionò què relaciòn hay entre los distintos mundos posibles y

*"My own view, on the other hand, regards Mill al more or less right about "singular" names, but wrong about "general" names. Perhaps some "general" names (foolish, fat, yellow) express properties . Is a significant sens such general names al "cow" and "tiger" do not, unless being a cow counts trivially as a property. Certainly "cow" and "tiger" are not short for the conjunction of properties a dictionary would take to define them, as Mill thought". S. Kripke: N&N, ed. cit., pg. 322, citado por Nubiola, pg. 302, en donde hay un tratamiento màs extenso del tema.

y el que, de entre todos ellos, es el efectivamente real. Parecería como que el real es un mundo posible màs sin mayor diferencia con los demàs , dentro del modelo.

Es interesante notar como la interpretaciòn de la nociòn de "mundos posibles" difiere bastante aùn entre los defensores de la lògica modal.*(12). Lewis, por ejemplo, (a quien se deben los sistemas S4 y S5) que describimos anteriormente) entiende por "mundos posibles" algo bastante diferente a como lo hace Kripke. Lewis tiene una visiòn extremadamente realista de los mundos posibles, segùn èl, los mundos posibles no son nada "extraño" , sino que se trata objetos del mismo tipo que el mundo efectivo , sòlo que en ellos ocurren cosas diferentes. En este sentido , hablar del mundo efectivo no implica aludir a ninguna diferencia especial entre este mundo y los demàs mundos posibles, sino que simplemente alude al hecho de que este es aquel de los mundos posibles en el que de hecho nos ha tocado vivir. Esto se refleja , como deciamos mas arriba, en que en un modelo semàntico <MU,R,V> para un sistema modal, el conjunto de mundos mui MU es un conjunto de objetos indiferenciados, es decir, ninguno de ellos tiene un status privilegiado con respecto a los demàs. El problema que se plantea inmediatmanete es de la transidentificaciòn de un mismo objeto en los distintos mundos posibles.

Parecería que para poder hacerlo sería necesario "separar" un grupo de propiedades del objeto, como identificatorias del mismo, y otras que pueden no pertenecerle en los distintos mundos posibles, como a Nixon podría no pertenecerle el haber ganado las elecciones.

Gran parte de las criticas a la semántica de la lógica de mundos posibles se orienta a las dificultades que implicaria este criterio de transidentificación. La respuesta de Lewis es que los distintos mundos posibles son tan independientes unos de otro, que no podemos decir que un mismo objeto pueda encontrarse en más de un mundo posible. Lo que existiria en los demás mundos posibles seria sencillamente réplicas u objetos con un conjunto similar de propiedades, pero no el mismo objeto en varios mundos.

Para Kripke, en cambio, la visión "realista" de los mundos posibles de Lewis no es correcta. En primer lugar no se trata de otros mundos aislados con respecto a éste, sino que se trata simplemente de otros cursos de acción que efectivamente podrian haberse dado en este mundo en lugar de los que realmente se dieron. Por ejemplo, podemos pensar que si "Nixon hubiera ofrecido tal cosa al senador x hubiese ganado las elecciones en California". Es decir, se trata simplemente de situaciones contrafácticas que no se dieron pero podrian haberse dado. Sin embargo, es claro que entre el mundo efectvivo y las situaciones contrafácticas que no se dieron pero pudieron haberse dado existe una diferencia radical: los hechos del mundo efectivo se dieron, mientras que las situaciones contrafácticas no. Entre posibilidad y realidad hay una diferencia radical.

Kripke le critica a Lewis el pensar en los demás mundos posibles como si fueran otros continentes u otros planetas en los que se desarrollarian acontecimientos que que debemos observar desde el nuestro. Si en lugar de pensar en los mundos posibles como cosas extrañas al nuestro, los consideramos como situaciones contrafácticas del mundo efectivo, los problemas de transidentificaciòn se disipan.

En efecto dado que los designadores rìgidos nos permiten referirnos fijamente a un objeto independientemente de su descripciòn, podemos preguntarnos acerca de Nixon por ejemplo, què le hubiese sucedido en la situaciòn contrafàctica en que no haya ganado las elecciones presidenciales. Aunque a Nixon se lo conozca como "el presidente norteamericano entre los años tal y tal", dado que esta descripciòn simplemente nos sirve para fijar rìgidamente el nombre "Nixon", podemos pensar una situaciòn contrafàctica en la que ese individuo no tenga tal propiedad.

Los problemas de la transidentificaciòn , entonces , solo surgen cuando se piensa en los mundos posibles como cerrados e independientes del nuestro y cuando se piensa en los objetos como en un haz de descripciones. Esta concepciòn de los mundos posibles como "situaciones contrafàcticas" del mundo efectivo se refleja formalmente en el modo que Kripke presenta los modelos semànticos de un sistema modal. Mientras que en el capìtulo decìamos que un modelo estaba constituìdo por el triple ordenado <MU,R,V>, Kripke define*(13) una estructura modelo normal como un triple ordenado (G,K,R) en donde K es el conjunto de mundos posibles (MU en el modelo anterior), R es la misma R que antes, pero G es un miembro de K, es decir uno de los miembros del conjunto de mundos posibles, el mundo efectivo.

Ahora bien, para cada variable proposicional podemos asociar a la estructura modelo, un modelo constituìdo por una funciòn (P,H) en donde es nuestra V de antes, es decir, cuyos valores son V o F, P varìa sobre todas las variables proposicionales o fòrmulas atòmicas, y H varìa sobre todos los miembros de K. De modo que para cada variable proposicional otorga un valor (V o F) en cada miembro de K(H). A partir de estas asignaciones iniciales se puede calcular el valor de las fòrmulas moleculares y modales en cada miembro de H.*.

Se dice que una fòrmula es verdadera en G de una estructura modelo (G,K,R) cuando (,G)=V y falsa cuando (,G)=F.

Se dice que una fòrmula es vàlida cuando es verdadera en todo modelo (,H) de toda estructura modelo (G,K,R). Las estructuras modelos de Kripke hacen vàlidas exactamente las mismas fòrmulas que los modelos (MU,R,V) vistos anteriormente.

Sin embargo, en ellos, los miembros de K no tienen todos el mismo status: G representa el mundo efectivo y los demàs miembros de K (H') los mundos posibles o situaciones contrafàcticas relativas a èl.

Kripke*(14), para mostrar como en el lenguaje ordinario està implìcita su nociòn de mundos posibles en el sentido de situaciòn contrafàctica con respecto al mundo efectivo proporciona un sencillo ejemplo escalar. Cuando a un chico se le pide en el colegio

*Si es una fòrmula atòmica, (,H) ya està definida. Si (,H)= (C,H)=V entonces (B x C,H)=V. En caso contrario (B x C,H)=F. Si (B,H)=F, entonces (-B,H)=F; de lo contrario (-B,H)=V. Si (B,H')=V para todo H' tal que HRH', entonces (L,H)=V; de lo contrario (L ,H)=F.

que calcule la probabilidad que hay de que el resultado del lanzamiento de dos dados sume tres, (2 sobre 36), se lo està introduciendo ya en un problema que se relaciona con los distintos estados de cosas posibles entre los cuales solo uno serà el efectivo. Una vez lanzados los dados, es claro que el resultado efectivo es solo uno de las 36 posibles, y que en vez de el realmente efectivo podria haberse actualizado cualquiera de las otras posibilidades. Tambien es claro que los distintos estados posibles que podrian haber resultado son estados posibles de esos mismos dados. A ningûn estudiante se le ocurriria preguntar como hace para saber si los dos dados de cada uno de los resultados posibles que no han salido son los mismos que los del resultado efectivo.*

Nos ha llamado la atenciòn el advertir que el ejemplo de Kripke es extraordinariamente similar al sugerido por A. Kenny en su obra "Wittgenstein", para describir el mundo tal como se concibe en el Tractatus: "Imagînese que los objetos del mundo son las piezas del ajedrez y los casilleros del tablero. Entonces los estados de cosas seràn las relaciones entre las piezas y las casillas. Que una cierta pieza estê o no en una determinada casilla serà un hecho positivo o negativo. El mundo, todo lo que es el caso, serà la posiciòn sobre el tablero en cualquier tiempo dado (...) . El espacio lògico serà el espacio del ajedrez, es decir, el conjunto de posibilidades permitidas por las reglas del ajedrez". A. Kenny, op. cit. Rev. de Occidente, Madrid, 1974, pg.74.

NOTAS CAPITULO VI

Contradicción y lògica de predicados modal

1) Jaime Nubiola, "El compromiso esencialista de la lògica modal . Estudio de Quine y Kripke". EUNSA, PAMPLONA, 1984, pg. 89.

2) Cfr. W. V. Quine, "From a logical point of view", Harper & Row, New York, 1963, pg. 147,148, citado por J. Nubiola en op. cit.,pg. 158.

3) W. V. Quine, op. cit. , pg. 148.

4) V. W. Quine, op. cit. ,pg. 148, citado por J. Nubiola, op. cit., pg 98.

5) Cfr. W.V. Quine, op. cit., pg 149, citado por J. Nubiola, op. cit. pag. 103.

6) Cfr. W.V. Quine, "The way of paradox and other essays", Harvard University Press, Camdbridge, Mass 1976, y Jaime Nubiola, op. cit, pg. 118.

7) Cfr. W.V. Quine, "From a logical point of view", ed. cit. ,pg. 155, citado por J. Nubiola en op. cit., pg. 118.

8) S. Kripke, "Identity and necessity", en M.K. Munitz (ed): Identity and individuation. New York University Press. New York, 1971, pp. 135-64, pg. 150.

9) S. Kripke, "Naming and Necessity";, en D. Davidson-G. Harman (eds.): Semantics of natural languaje, Reidel, Dortrecht, Holland, 1972, pg. 261, citado por J. Nubiola, op. cit., pg. 211.

10) I. Kant, KdrV. B 3-4, citado por J. Nubiola, op. cit. , pg 215.

11) S. Kripke, "Naming and Necessity", ed. cit., pg. 265, citado por J. Nubiola, op. cit., pg. 223.

12) Para una comparaciòn entre los distintos conceptos de "mundos posibles" ver: Jaime Nubiola, op. cit., pg. 166 y ss.

13) Cfr. G.E. Hughes y J. M. Crewsell, op. cit., Apèndice V, pg. 268.

14) Cfr. J. Nubiola, op. cit., pg. 178 y ss.

VII

El principio de no contradicción y la independencia de los estados de cosas sucesivos en en el tiempo.

Es tal vez necesario hacer aquí una suerte de enumeración de las conclusiones hasta aquí adquiridas a fin de poder avanzar con nuestro último capítulo.

En la introducción histórica hemos presentado algunos problemas que surgen tanto con respecto al tema del tiempo como con respecto a las diversas interpretaciones de la relación tiempo - causalidad. En resumen, hemos dicho que si en cada instante es válido el principio de no contradicción, en cada instante no hay cambio; a su vez, que si el tiempo es lineal, es decir, si solo existe un instante por vez, en lo que existe , en cada caso, no hay cambio.

Luego hemos visto que el problema del tiempo puede ser tratado desde dos àngulos completamente diferentes, uno màs bien relacionado con la ciencia natural, que consiste en el tiempo considerado como medida de movimiento, y otro, relacionado màs con la metafísica , ya que tiene que ver con la existencia de los objetos y los hechos, se refiere a la diferencia entre los hechos presentes, y los que son pasados o futuros,o , dicho de otra manera, la diferencia entre la "presentidad" de un hecho y el ser pasado o ser futuro del mismo.

A continuación vimos que en la tradición que va de Avicena a Wolff aparece un sentido de causalidad como aquello que da la existencia a un posible , y que esto se relaciona con las diferentes dimensiones del tiempo,"pasado - presente - futuro", en que el instante presente es aquel conjunto de hechos que además de ser posibles , existen.

Luego vimos que a partir de Hume y Kant, sobre todo, surge una concepción de la causalidad como sucesión regular de hechos, de tal modo que puesto un mismo antecedente podemos esperar el mismo efecto o consecuente, según leyes uniformes de la natureleza . Hemos dicho que esta concepción de la causalidad como relación constante y uniforme entre distintos tipos de hechos es lo que de alguna manera subyace en el origen de la ciencia moderna, ya que ésta explica los fenómenos deduciendolos a partir de leyes generales aplicadas a casos particulares.

Hasta aquí fué la introducción histórica. Es en este capítulo , sin embargo, donde plantearemos y trataremos de dar una respuesta a una pregunta que se nos plantea comparando ambas tradiciones acerca de la causalidad y su relación con el tiempo: Puede la realidad de un hecho presente tener por causa a un hecho ocurrido en un instante anterior en el tiempo? (Este será el tema de éste capítulo).

En los dos capítulo de la segunda parte de nuestro trabajo, referidos fundamentalmente a las implicaciones del principio de tercero excluído en el tema del cambio, llegabamos a la conclusión de que , si el principio de tercero excluído es válido, todo cambio es necesariamente disconti 'nuo desde un punto de vista lógico. Esto significaba que en el pasaje de a - o de - a , en sucesivos instantes, no puede encontrarse ningún instante intermedio en el que no sea verdadera a una o la otra proposición o fòrmula. Es decir que, en consecuencia, el cambio no serìa màs que una sucesiòn discontìnua de estados de cosas diferentes. Esto es una conclusiòn que estarà siendo utilizada en forma implìcita en este capìtulo.

En los dos capìtulos anteriores de la tercera parte de nuestro trabajo analizamos fundamentalmente problemas vinculados a la lògica modal y al principio de no contradicciòn.

En primer lugar vimos que el operador modal (L) de necesidad no refleja , segùn nuestro criterio, el concepto de necesidad lògica, al menos en los sistemas tradicionales T de Feys, y S4, S5 de Lewis. Este hecho es algo que se va a reflejar en la lògica temporal que analizaremos a continuaciòn. Luego hemos analizado la crìtica de Quine a la Lògica modal, esbozando la respuesta de Kripke a esas crìticas.

Como ùltima observaciòn importante, nos hemos referido a la concepciòn Kripkeana de los "mundos posibles". Esta concepciòn de una multiplicidad de mundos posibles como situaciones contrafàcticas del mundo efectivo que podrìan haber sido el caso- (aunque de hecho no lo sean)- si determinados hechos hubieren ocurrido de otro modo, es una nociòn muy importante para el capìtulo que nos toca comenzar. En efecto, esta nociòn introduce una distinciòn fundamental entre el mundo efectivo y los demàs mundos posibles que no aparecìa ni en los sistemas modales en sì mismos considerados, ni en la "teorìa" de los mundos posibles de Lewis.

En efecto ,para este autor el mundo efectivo se diferencia de los demàs mundos posibles simplemente en que es'<u>este</u> mundo posible, es decir, aquel en el cual estamos. Esta caracterización del mundo efectivo nos resulta semejante a la caracterización de Russel del tiempo o instante presente: "an assertion that N is present means no more than that it is simultaneous with that assertion, an assertion that it is past or future means that it is earlier or later than that assertion...*(1).

En efecto, lo primero que se nos ocurre al leer esta caracterización del presente es que cuando el hecho presente N sea pasado, seguirà siendo simultàneo con la afirmación que decía "N es presente"; del mismo modo que este mundo efectivo seguiría siendo exactamente este mismo mundo posible aunque de hecho no sea el efectivo.

Esto nos recuerda el argumento de Kant para sostener que la existencia no puede ser un predicado conceptual de los objetos. En efecto, si entre los 100 tàleros meramente pensados y los 100 tàleros existentes en mi bolsillo hubiera alguna diferencia conceptual , no podría afirmar que se trata del mismo objeto, en un caso meramente posible y en el otro existente. Transcribimos aquí el texto de Kant:

> "Porque , como los tàleros posibles expresan el concepto y los tàleros reales el objeto y su posición, en el caso de que esto contuviera màs que aquello, mi concepto no expresaría al objeto completo y, por consecuencia, no sería el concepto adecuado a ello. Pero yo soy màs rico con cien tàleros que con un simple concepto (es decir, que con su posibilidad).

... Cuando yo concibo , en consecuencia, una cosa, cualquiera que sea, y por numerosos que sean los predicados por los cuales yo la pienso (aún en la determinación completa) nada añado absolutamente a esta cosa por el hecho de que le añada : esta cosa es. Porque de otra manera, lo que existiría no seria exactamente lo que habia concebido en mi concepto, sino màs bien alguna otra cosa, y no podria decir que existe precisamente el objeto de mi concepto." *(2)

Del mismo modo creemos que entre la mera posibilidad del mundo efectivo y su efectividad no puede haber una diferencia de orden descriptivo, ya que si en el mundo efectivo hay alguna afirmación verdadera , que no lo es en su misma posibilidad, ya no se trataría del mismo mundo, en un caso meramente posible y en el otro efectivamente real. Anàlogamente entre un mismo hecho siendo en un caso presente y en otro caso ya pasado (o futuro) no puede haber una diferencia de orden conceptual, ya que en ese caso no se trataria del mismo hecho, sino de hechos diferentes.
Lo que queremos decir es que para diferenciar al mundo efectivo de los demàs mundos posibles o al instante presente de los demàs instantes que no lo son, podemos, si queremos, diferenciarlo por alguna nota de tipo descriptiva; sin embargo, esta nota descriptiva no es algo que constituya al mundo efectivo en efectivo, ni al instante presente en presente, ya que aún cuando este mundo posible dejara de ser efectivo o este instante de ser presente , poseería a todas sus notas descriptivas actuales. Cuando preguntamos por la diferencia entre el mundo efectivo y los demàs mundos

posibles o por la diferencia entre el instante presente y los demàs instantes, estamos preguntando, justamente, por aquel factor que lo constituye en "efectivo" y en "presente" en cada caso; independientemente de que sea este o aquel mundo posible el mundo efectivo, o de que sea este o aquel el instante presente.

Antes de abordar este tema de la relaciòn entre lo posible y lo actual y su vinculaciòn con el tema central de este capìtulo, enunciado màs arriba, queremos describir esquemàticamente en que consiste la lògica temporal y algunos de sus sistemas; particularmente los correspondientes temporales a los sistemas S4, S5 y T modales al los que nos referimos en un capìtulo anterior*(3).

Creemos que el mejor modo de introducirnos en el tema de la lògica temporal es citar aquì el siguiente pàrrafo de Prior , tomado de su obra "Time and Modality":

> "En la lògica temporal, las variables proposicionales comunes p,q,r,etc.. son usadas para representar proposiciones en lo que no~~s~~ es actualmente el sentido ordinario del tèrmino "proposiciòn" , aunque fue el sentido ordinario en la lògica antigua y medieval. Son usadas para representar "afirmaciones" en el sentido en que el valor de verdad de una proposiciòn puede ser diferente en diferentes tiempos- en el sentido en que, por ejemplo, "Es verano en Inglaterra" contarìa como una proposicion y en el que serìa dicho que esta proposiciòn es ahora falsa pero va a ser verdadera en pocos meses".*(4).

Es fàcil de ver que una lògica de este tipo es polivadente ya que a cada proposiciòn se le asigna un valor de verdad (verdadero o falso) para cada instante del tiempo.

Esto, lògicamente, no solo ocurre con las variables proposicionales simples, sino tambièn con cualquier fòrmula compleja que sea veritativo-funcional con respecto a ellas, Asî , por ejemplo, la negaciòn de una variable tendrà el valor verdadero en todos aquellos instantes en que la variable negada sea falsa y serà falsa en todos aquellos instantes en que la variable negada lo sea.

La conjunciòn de dos fòrmulas serà verdadera en todos aquellos instantes en que ambos conjuntivos sean verdaderos, falsa en los demàs, y asî sucesivamente, con el resto de los operadores. Sin embargo, es interesante notar aquî que la implicaciòn material serà verdadera en aquellos instantes en que no se de el caso que el antecedente es verdadero y el consecuente falso; de modo que la implicaciòn parece ser solo posible entre dos fòrmulas que corresponden a un mismo instante.

Junto a los operadores clàsicos, Prior agrega en "Time and modelity" dos nuevos: P y F. P significa: "ha sido el caso que.." y F "Va a ser el caso que...". En ambos casos, se forma una nueva fòrmula bien formada, a partir de otra fòrmula bien formada. Pp, es verdadera en todos aquellos casos o instantes en que la simple p ha sido verdadera, y Fp lo serà en todos los casos en que p serà verdadera; asî una fòrmula como (Fp x Pp) serà verdadera solo si p serà verdadera y q ha sido verdadera.

Ahora bien, combinando estos operadores con el operador de negaciòn , podemos ver que estos operadores tienen un comportamiento similar a los cuantificadores . En efecto: -Fp no dice lo mismo que F-p; -Fp afirma màs que F-p dado que si durante algûn perîodo de tiempo futuro p es verdadero, pero durante el resto del tiempo futuro es falsa, entonces -Fp es falsa y F-p verdadera. En realidad, F-p significa que en algûn tiempo futuro p serà falsa; pero -Fp significa que lo serà en todo tiempo futuro.

Del mismo modo, -F-p no es lo mismo que F--p, lo cual daria la equivalencia -F-p = Fp. En realidad -F-p afirma mucho màs que simplemente Fp.

En "Time and Modality", Prior, para expresar este comportamiento de los operadores P y F recurrirà al siguiente simbolismo: "Fnp" significarà "dentro de n unidades de tiempo, p serà verdadero" y "Pnp" significarà "hace n unidades de tiempo, p fue verdadera".

De este modo, podemos tener : (n) Fnp que significa"para algûn n, dentro de n unidades de tiempo "p" serà verdadera " y (n) Fnp "Para todo n, dentro de n unidades de tiempo, p serà verdadera"; anàlogamente, para el operador de tiempo pasado, P, podemos tener (n) Pnp o (n) Pnp.

En "Past, Present and Future" , en cambio para, "va a ser el caso que p" tenemos "Fp", para " va a ser siempre el caso que p" tenemos "Gp" y sus correspondientes al pasado serân "Pp" para "ha sido el caso alguna vez que p" y Hp para "ha sido siempre el caso que P.*(5).

Con cualquiera de ambas simbolizaciones, la teoria de la cuantificaciòn justifica las siguientes equivalencias: (n) Fnp = -(n) -Fnp o Fp = -G-p y (n) Fnp = -(n)-Fnp o Gp = -F-p con sus respectivas imàgines espejo (mirror-image) correspondientes al pasado substituyendo sistemàticamente P por F y H por G.*.

Con estos operadores temporales es posible formar una serie de fòrmulas como por ejemplo:

a) G(p q) (Gp Gq) "Si siempre serà el caso que p entonces q, enton ces si siempre serà el caso que p, siempre serà el caso que q".

b) Gp Fq Si siempre serà el caso que p, entonces en algùn tiempo futuro serà el caso que p.

c) FFp Fp Si en algùn tiempo futuro serà el caso que en algùn tiempo futuro serà el caso que p, entonces en algùn tiempo futuro serà el caso que p.

d) Fp FFp Si algùn tiempo futuro serà el caso que p, entonces en algùn tiempo futuro serà el caso que en algùn tiempo futuro serà el caso que p.

e) p GPp Si es el caso que p, entonces siempre serà el caso que en un tiempo pasado fuè el caso que p.

*Cfr. La regla que Hamblin denomina "mirror-image rule", que permite obtener una nueva fòrmula vàlida substituyendo sistemàticamente los sìmbolos temporal-futuros G y F por los correspondientes pasados (H y P respectivamente) y viceversa. En P.P. and F., pg. 35.

f) (-p x -Fp) -HFp Si no es ni serà el caso que p, entonces no ha sido siempre el caso que en un tiempo futuro serà el caso que p.

Con fòrmulas como èstas tomadas como axiomas, añadidas al càlculo proposicional clàsico junto con diversas reglas para inferir nuevas fòrmulas, se pueden obtener distintos sistemas de lògica temporal.

En "Past , Present and Future" por ejemplo*(6), a partir de a,b,c,d, y e tomados como axiomas, junto con el càlculo proposicional màs la regla "RG" para inferir G a partir de , la regla imagen-espejo y la definiciòn de F como -G- y de P como -H-, Prior demuestra 26 teoremas diferentes.

Entre ellos cabe destacar el siguiente: (Gp x Fq) F(p x q) "Si "p" serà siempre verdadera, y como "q" serà en algùn tiempo verdadera, entonces (p x q) serà verdadera en algùn tiempo ". Por la regla "imàgen-espejo" se obtiene tambièn: (Hp x Pq) P (p x q). Este teorema es la versiòn temporal de una afirmaciòn modal de Aristòteles que dice que si p es necesariamente verdadera y q puede serlo, la conjunciòn de p y q tambièn puede serlo.*

Muchas de estas fòrmulas implican determinadas propiedades en el tiempo real que incluso puede ser imcompatibles con las implicadas por otras .

* El mismo Prior aclara que la versiòn aristotèlica es la siguiente: "Si p es necesariamente falsa y q puede ser verdadera, la conjunciòn (px-q) puede ser verdadera". (Aristòteles, An. Pr. 34 en 10-11).

Asì , por ejemplo, d) Fp FFp, implica que el tiempo es continuo ya que si la serie de los instantes fuese discreta, bien se podrìa pensar una situaciòn en la que p fuese verdadera en el instante siguiente , pero no en el subsiguiente; en ese caso Fp FFp serìa falsa.

Para que Fp FFp sea una ley es necesario que entre un instante y otro siguiente a èl cualquiera, siempre se puede encontrar un tercer instante intermedio por màs cercanos que se encuentren uno de otro. Si usamos la notaciòn "Lxz" para expresar la relaciòn "el instante x es posterior al instante z" (later than), aquella condiciòn puede expresarse asì: Lxz (y) (Lxy x Lyz).

La fòrmula (b), Gp Fp, parece estar comprometida con la infinitud del tiempo hacia adelante (z) (x) lxz. En efecto, si hubiera un instante ùltimo, en ese instante Gp Fp serìa falsa. Esto es asì dado que "Gp" se define como "-F-p" con lo cual en el ùltimo instante Gp es verdadera por simple vacuidad*(7) (no hay instante futuro en el que -p sea el caso), pero Fp es falsa.

El ùltimo instante de un tiempo finito es un caso en el que se ve claramente que -Fp no es lo mismo que F-p, ya que mientras el primero es verdadero en èl, el segundo falso; es cierto que en ningùn momento futuro p serà verdadero, ya que no hay momento futuro, pero es falso que en algùn momento futuro p serà falsa.

La regla imàgen-espejo nos permite pasar de (b) a su correspondiente pasado Hp Fp, lo cual supone un tiempo infinito tambièn hacia el pasado, con lo cual , si quisièramos construir un sistema para un tiempo finito hacia el pasado pero infinito hacia el futuro, tendrìamos que desechar la regla imàgen-espejo.

"f", (-p x -Fp) -HFp, es otra fòrmula interesante que, a diferencia de "d", parece implicar un tiempo discreto . En efecto, parece evidente que si p no es verdadera ni lo serà de aquì en màs, no ha sido siempre verdadero que en un futuro p serà verdadera, al menos en el instante inmediatamente anterior.
Pero el problema se plantea cuando se piensa en la condiciòn que enunciàbamos anteriormente: lxz (y) (lxy x lyz). En ese caso entre dos instantes cualesquiera siempre es posible encontrar un instante intermedio, con lo cual tenemos que no existe tal instante inmediatemante anterior. Esta ausencia de un instante inmediatamente anterior tira por la borda la plausibilidad de (-p x -Fp) -HFp, ya que èsta descansaba , segùn dijimos , en que al menos en el instante inmediatamente anterior Fp es falsa.

Curiosamente , Hamblin ha construìdo un sistema sintàcticamente consistente que contiene tanto a Fp FFp como a (-p x -Fp) -HFp*; es decir, un sistema que sin ser sintàcticamente contradictorio , sì lo es intuitivamente, en el sentido de que sus fòrmulas exigen que el tiempo sea ta nto contìnuo como discreto.
Como ùltimo ejemplo de las distintas caracterìsticas del tiempo que pueden estar implicadas en los diversos sistemas de lògica temporal, podemos mencionar lo que Prior denominò "Strict Dedkindian continity". Este tipo de continuidad se encuentra entre un tiempo meramente continuo y el tiempo discreto.
Mientras que una serie contìnua, dos segmentos adyacentes en ella carecen tanto de un ùltimo elemento como de un primer elemento respectivamente, y en una serie discreta nos encontramos con que

sì tienen un primer y un ùltimo elemento respectivamente , en este tipo de continuidad -Dedekindian continuity- uno de los dos segmentos tiene primer elemento y el otro no tiene ùltimo, o, viceversa, si uno tiene ùltimo elemento entonces el otro carece de primer elemento.*

Cocchiarella, por ejemplo, ha descubierto que la fòrmula :
Gp [HG (Gp x PGp) HGp], no serìa vàlida en un tiempo meramente contìnuo ni en uno discreto, aunque si lo serìa en un tiempo con las caracterìsticas recièn mencionadas.*(8).

Un ejemplo clàsico, que da Prior, es el siguiente: Mientras que la raìz cuadrada de dos divide a los nùmeros racionales en menores y mayores que ella, siempre es posible encontrar entre los menores, uno mayor todavìa y entre los mayores uno menor todavìa, pero no asì en el caso de la serie de los nùmeros reales donde la raìz cuadrada de dos pertenece a la serie , y en consecuencia ella debe pertenecer a alguno de los dos segmentos adyacentes siendo o el ùltimo o el primero de alguno de los segmentos, careciendo el otro segmento de primer o ùltimo elemento segùn el caso.

Esto s solo han sido algunos ejemplo de los distintos tipos de tiempo que pueden estar implicados a los diversos sistemas de lògica temporal. Sin embargo, creemos interesante citar aquì el siguiente pàrrafo de Prior:

> "The logician must be rather like a lawyer...in the sense that he is there to give the methaphysician , perhaps even the physicist , the tense -logic that he wants, provided that it be consistent. He must tell his client what the consequences of a given choice will be, and what alternatives are open to him; but I doubt whether he can, qua logician, do more . We must develop, in fact, alternative tense-logics, rather like alternative geometries..."

Ahora bien, queremos ahora analizar un poco màs de cerca que vinculaciòn hay entre la lògica temporal y la lògica modal.

Decìamos en el capìtulo 5, que un modelo de un sistema T, S4 o S5 de Lewis consistìa en un triple ordenado <MU,R,V> en donde MU era un conjunto de mundos , R una relaciòn de accesibilidad para cada par definido de mundos pertenecientes a MU con diferentes condiciones para los distintos sistemas, y V una asignaciòn con los siguientes requisitos:

a) Asigna a cada variable proposicional el valor (1-0) en cada mundo perteneciente a MU.

b) Dentro de cada mundo perteneciente a MU, los valores para las conectivas extensionales se calculan del mismo modo que en CP.

c) Para cualquier fòrmula L (dentro de un mundo perteneciente a MU), su valor es 1 si y sòlo si tiene el valor 1 en todo mundo accesible desde ese mundo, y M tiene valor 1 si y solo si tiene tal valor 1 en al menos uno de los mundos accesibles desde aquel. Ahora bien, si queremos construir un anàlogo temporal de T, S4 o S5 , podemos reinterpretar estas definiciones del siguiente modo: En lugar de considerar a cada mui MU como un mundo posible aparte, se lo puede considerar como el conjunto de la totalidad de hechos en un instante dado.

De modo que ahora cada elemento del conjunto MU no representa màs que un instante diferente del tiempo en cada uno de los cuales se dan diferentes hechos. A su vez, la relaciòn R de accesisbilidad, la podemos reinterpretar ahora como una relaciòn de sucesiòn entre dos instantes, de modo que aRb signifique que el instante a es sucedido inmediatamente por el instante b.

"It was suggested by Geach- dice Prior en el capitulo III de "Past, Present and Future"*(9)- that we might take a,b,c,etc, to name worlds, and Uab to mean that world b is "accesible" from world a:..." y en el capitulo siguiente titulado "The logic of sucesive world states" encontramos: " The "worlds" or instantaneous total states of the world of the present chapter, are clearly the same as the "worlds" for which a,b,c,etc, may stand in the U-calculi sketched in Chapter III".*(10).

La U de estos pàrrafos, es evidentemente nuestra relaciòn "R".

El siguiente texto es definitivamente aclarador: "In Diodorean modal logic, the "worlds" are clearly instantaneous states of the world, and Uab means that b is either identical with a or one of its temporal sucesors,...".*(11).

Los sistemas T,S4 y S5 se diferenciaban fundamentalmente por las condiciones para R (en este caso U). Deciamos que en T, R es simplemente reflexiva, mientra que en S4 R además de ser reflexiva debe ser transitiva, y en S5 además de reflexiva y transitiva , simètrica.

En la lògica, temporal dado que los mundos posibles en realidad son diferentes instantes, la relaciòn que podemos encontrar entre ellos es fundamentalmente una relaciòn de sucesiòn entre sì.

Asì, si queremos construir el anàlogo temporal de T podemos definir a R diciendo que aRb si solo si el instante b sucede inmediatamente al instante a , o es el mismo instante "a". Esto supone , por supuesto, que el tiempo es discreto. En este caso tenemos a R definida para cada par de instantes del tiempo.

Tambièn serà necesario cambiar la interpretaciòn de los operadores modelo M y L.

Ahora M ya no se interpretarà como " es verdadera en algún mundo posible accesible desde mui", sino como " es verdadera en el instante x (en el que la fòrmula M en custiòn se encuentra) o en el siguiente a x"; recuerdese que R es reflexiva. L , a su vez, ya no se leera " es verdadera en todo mundo posible accesible desde mui" sino como " es verdadera en el instante en que L se encuentra y en el siguiente".

Si consideramos los axiomas caracterìsticos del sistema T de Feys vemos que ambos quedan intuitivamente satisfechos por esta interpretaciòn:

5) Lp p: Si p es verdadera en el instante x y en el siguiente , entonces lo es en el instante x.

6) L(p q) (Lp Lq): si en el instante x y en el siguiente es verdadero que (p q), entonces si en el instante x y en el siguiente es verdadero p, entonces tambièn es en ambos verdadero q.

Tambièn queda satisfecha la equivalencia de M y NLN dado que si es el caso que en alguno de dos instantes sucesivos es verdadera " ", entonces tambièn es cierto no se da el caso que en ambos instantes no se de el caso que " ", y viceversa.

Similarmente se puede ver como tambièn quedan satisfechas las demàs condiciones de Lukasiewicz, para un sistema modal: (p Mp) pero no (Mp p) ni (p Lp).

Tambièn es fàcil de ver como este modelo satisface la regla de necesariedad (necessitation rule) que permite obtener L de .

En efecto , si es vàlida , significa que es verdadera en cualquiera de los mundos posibles de cualquier modelo-T. De modo que en este caso, por hipòtesis, es verdadera en cualquier instante de cualquier modelo o matriz de instantes sucesivos que se construya . Ahora bien, si este es el caso , para cualquier par de instantes sucesivos que se elija, dadas las condiciones de verdad para L descriptas arriba, L serà verdadera.

Lo ùnico que nos quedarìa por agregar para completar esta interpretaciòn temporal de un modelo <MU,R,V> modal , es que V asigna para cada variable un valor (V o F) en cada instante del modelo y que el valor de l as conectivas extensionales se calcula normalmente dentro de cada instante; de modo que , por ejemplo, (p x q) es verdadera en el instante a si y solo si p es verdadera en a y q tambièn lo es en a.

Ahora bien, lo ùnico que ha variado hasta aquì, con respecto al sistema modal T de Feys es la interpretaciòn semàntica de un modelo del sistema con lo cual queda claro que ambas interpretaciones semànticas, modal y temporal, corresponden , a exactamente un mismo sistema desde el punto de vista sintàctico.

Sin embargo, en cuanto a la definiciòn de validez de una fòrmula , sì podemos encontrar una diferencia entre el modo en que la definimos en el capìtulo cinco para el sistema T-modal y el modo en que lo hace Prior para el sistema T-temporal. Decìamos antes que una fòrmula bien formada es vàlida-T si solo si es verdadera en todo mundo posible de todo modelo T.

Prior, por el contrario, en lugar de hablar de cualquier instante de cualquier modelo T temporal , prefiere referirse a un modelo en particular, pero que conste de infinitos instantes. Es decir, un modelo <MU,R,V> en el que MU sea un conjunto de infinitos elementos. Se dirà, entonces, que una fòrmula es vàlida si es verdadera en todos los instantes de ese modelo para todos los posibles valores de sus variables.

Ahora bien, la relaciòn "R", "ser el instante inmediatamente posterior a.." , no es una relaciòn transitiva , como tampoco lo es "R" en el sistema modal-T. De ahì que sea posible pensar contraejemplos al axioma caracterìstico de S4 (Lp LLp). Por ejemplo, si tomamos dos instantes sucesivos "a" y "b" y p es verdadera en ambos , pero no en un instante sucesivo a "b" llamado "c", tenemos Lp en "a", pero no LLp ya que en "b" Lp no es cierto , y por lo tanto LLp en "a" tampoco.

La diferencia entre un modelo <MU,R,V> para T y uno para S4 es que la relaciòn "R" en S4 es ademàs de reflexiva, transitiva .

Esto lo expresàbamos diciendo que " si un mundo muj es accesible desde un mundo mui y un tercer mundo muk es accesible desde muj, entonces tambièn lo es desde mui". En la simbologìa de Geach esta condiciòn para "R" (ahora U) se representarìa asì:Uab (Ubc Uac). Reemplazando ahora "mundo" por "instante" y "accesible desde.." por "posterior a.." tenemos: Si el instante b es posterior al instante a , entonces, si el instante c es posterior al instante b, entonces el instante c es posterior al instante a.

La transitividad de "R" nos exige reinterpretar nuevamente los operadores M y L; L ya no se puede leer simplemente como " es verdadera ahora y en el instante siguiente" sino como "es verda- dera ahora y en todo instante futuro", y M ya no es màs " es verdadera ahora o en el instante siguiente" sino " es verdadera ahora o en algùn instante futuro". Esta interpretaciòn se hace necesaria porque para cualquier instante futuro , ese instante es el sucesor inmediato del sucesor inmediato...del sucesor inmediato del instante presente.

La simbologìa de Prior para esta interpretaciòn de M y L varìa. En "Time and Modality" en primer lugar *(12), incluye dentro del operador futuro "F" el presente como un caso particular de Fn (donde n representa un intervalo de n unidades tiempo), de modo que decir que ahora se da el caso que "p" se simboliza asì: Fop (dentro de o unidades de tiempo es el caso que p).

Luego se define a L y M del siguiente modo:

Lp=(n) Fnp: Para todo n, dentro de n unidades de tiempo serà el caso que P.

Mp=(n) Fnp: Existe al menos un n tal que dentro de n unidades de tiempo serà el caso que p.

La equivalencia M = -L- en esta interpretaciòn queda asegurada por la teorìa de la cuantificaciòn.

En "Past, Present and Future"*(13), la simbologìa se simplifica al introducir el operador de futuro G ("serà siempre el caso que..") que se define como -F- del mismo modo a como L se define como -M-. Sin embargo aquì F ya no incluye el presente como un caso particular , de modo que M ("es o serà el caso que ") debe representarse asì (v F). Esto no obsta para la condiciòn modal p Mp ya que por simple càlculo proposicional obtenemos p (p v Mp). Las demàs condiciones de Lukasiewicz para un sistema modal (Lp p) , -(p Lp) y -(Mp p) es fàcil de observar que se cumplen en esta interpretaciòn.

Con esta nueva interpretaciòn de los operadores M y L exigida por la transitividad de la relaciòn "R", "identico a o sucesos temporal de..", entre instantes de un modelo temporal <MU,R,V> no solo quedan satisfechos los axiomas tìpicos de T que se refieren exclusivamente al suceso inmediato, sino tambièn la fòrmula caracterìstica de S4 (Lp LLp), que supone la transividad de la relaciòn de "sucesor". En efecto, si "p es verdadera ahora y en todo instante futuro" (Lp), tambièn serà cierto que "ahora y en todo instante futuro p se da en ese instante y en todos sus sucesores"(LLp).

Estas definiciones de "Necesario" como lo que es y siempre serà el caso, y de "Posible" como lo que o es o serà alguna vez el caso, son las definiciones de posible y necesario que da Diodoro.

De ahì que Prior afirme en "Time and Modality"*(14) que el sistema modal S4 refleja adecuadamente los conceptos Diodoreanos de posibilidad y necesidad, es decir , sus tesis son todas y solamente aquellas fòrmulas que serìan verificadas por esta interpretaciòn dioderana de la necesidad y la posibilidad.

Es en "Past, Present and Future" una obra diez años posterior donde Prior se retracta de esta afirmaciòn*(15), en el sentido de que si bien la interpretaciòn diodoreana de los conceptos de posible y necesario verifica todas las fòrmulas del sistema modal S4, hay fòrmulas que ser serìan verificadas por la interpretaciòn dioderana pero que no pueden ser fòrmulas de S4, como por ejemplo, MLp LMp.

No vamos a exponer aquì las razones por las que esta fòrmula no puede encontrarse en S4*(16), pero es claro que su interpretaciòn dioderana es siempre vàlida: Si ahora o en algùn tiempo futuro es y serà siempre el caso que p, entonces es y serà siempre el caso que es o en algùn tiempo futuro serà el caso que p. Evidentemente el sistema modal dioderano y el S4 no coinciden completamente.

Creemos que la razòn de este hecho se encuentra en lo siguiente:

Si se parte de la definiciòn de validez de una fòrmula en un sistema modal, se dice que ella es vàlida si solo si ella es verdadera en todo mundo posible de cualquier modelo correspondiente al sistema.

Ahora bien, dado que los sistemas T, S4 y S5 son completos , toda fòrmula vàlida pertenece a los mismos, es decir, es derivable como tesis.

Sin embargo, el modo de caracterizar a las fòrmulas temporales vàlidas S4 en "Time and Modality", es un tanto diferente. En lugar de caracterizarlas como aquellas que son verdaderas en todo instante de cualquier modelo <MU,R,V> perteneciente a S4, afirma que son, como lo vimos para el caso del sistema T, aquellas fòrmulas que para todos los valores posibles de sus variables proposicionales, son verdaderas en todo instante de un modelo <MU.R,V> que conste de infinitos instantes.

Un modelo <MU,R,V> , dice Prior en "Time and Modality"*(17), que conste de un nùmero finito de mundos, no solo verificarà todas las fòrmulas vàlidas del sistema, sino tambièn una serie de otras fòrmulas que reflejan la funciòn de que el tiempo posee solo esa cantidad determinada de instantes. Es decir, se trata de fòrmulas que son vàlidas en ese modelo pero no en otros. Por ejemplo, para todo modelo <MU,R,V> que conste de solo dos instantes, la siguiente fòrmula [M(p x q) x M(p x -q)] Lp es vàlida , ya que si solo hay dos instantes, y alguna vez p es verdadera en conjunciòn con "q" y en otra ocasiòn en conjunciòn con "no q", dado que" q" y" no q" es imposible que se den en un mismo instante, p debe ser verdadera en ambos instantes; es decir, en todo instante , por lo tanto , Lp es verdadera.

Si tomàramos un modelo de 3 instantes esta fòrmula no serìa vàlida , pero aparecerìan otras que reflejen la ficciòn de que solo hay 3 instantes , y asì sucesivamente.

"Solamente eso(un modelo que conste de infinitos instantes)- dice Prior- va a excluir todas estas fòrmulas extrañas, y dejarnos solamente con las fòrmulas de S4".*.

Sin embargo, si bien un modelo <MU,R,V> temporal de infinitos instantes deja caer todas aquellas fòrmulas que reflejaría la presencia de un nro. determinado de instantes, este modelo no deja de tener características temporales propias que no tienen porque encontrarse en un modelo <MU,R,V> simplemente modal. La primera de todas ellas es la LINEALIDAD del tiempo; es decir, que para dos elementos cualesquiera pertenecientes al conjunto MU de un modelo <MU,R,V> se cumple la siguiente ley:

Iab v Uab v Uba*(18), donde "U" representa la relaciòn de antero-posterioridad e "I" la identidad .

Esta condiciòn no se encuentra necesariamente en un modelo <MU,R,V> modal, y es por ello que una fòrmula como MLp LMp es vàlida en un modelo S4 temporal pero no en uno simplemente modal.

*"It is the matrix with an infinity of values towards this series of finite matrices is tending wich we really require. That alone will exclude all these odd formulae, and leave us only with the formulae of S4.", A. N. Prior, "Time and Modality", OXFORD, 1957, pg. 16.

Veàmoslo graficamente. Si la secuencia de valores (1 o 0 para verdadera y falsa respectivamente) para p en los sucesivos instantes es la siguiente:

Obtenemos las siguientes secuencias para las siguientes fòrmulas:

las:

Ahora bien, esta fòrmula :MLp LMp, no es solo vàlida en una secuencia de infinitos instantes, sino tambien en cualquier otra de un nùmero finito de instantes, ya que si MLp es verdadera en algùn instante ,a, eso significa que p es verdadera al menos en el ùltimo instante , y en ese caso, en todo instante serà verdadero Mp, y por lo tanto , tambièn LMp serà verdadera en a.

Sin embargo, a pesar de ser verdadera en todo modelo S4 temporal, sabemos que ella no es vàlida en el sistema S4-simplemente-modal. Esto significa que en el sistema S4-modal hay màs modelos <MU,R,V> posibles que en el sistema S4-temporal, de lo contrario tambièn serìa vàlida en èl. Cuàles son esos modelo en los que la fòrmula MLp LMp no es vàlida en el sistema S4-modal?.

Son todos aquellos modelos en que a partir de un mundo posible del conjunto MU, son accesibles inmediatmamente (no mediatamente) màs de un mundo posible. Es decir, cada mundo posible puede tener varios sucesores inmediatos, no como en el caso de la sucesiòn de instantes en el tiempo en que a cada instante solo le corresponde un ûnico sucesor inmediato; o, si se prefiere, entre dos sucesores cualesquiera, b y c, de un instante ,a, necesariamente b sucede a c, o c sucede a b. Pero en el caso de los mundos posibles esto no es necesariamente asi, puede ser que aûn siendo "R" transitiva, ni b sea accesible desde c ni c desde b. Esto es lo que permite que aunque ML p sea verdadera para toda una cadena de sucesores de un mundo ,a, y aûn en a mismo, como de a pueden partir varias cadenas independientemente de sucesores, es pensable que en alguna de ellas p sea falsa para todo sucesor de a perteneciente a esa cadena, con lo cual tenemos que Mp tambièn es falsa en todos ellos , y por lo tanto LMp falsa en a.

Graficamente:

Como se ve, esta es una situaciòn perfectamente posible en un modelo S4-simplemente modal, pero no es un modelo S4-temporal, desde que la sucesiòn de instantes en el tiempo es lineal y no es pensable que se ramifique.

La linealidad de la relaciòn "R" entonces, impone una limitaciòn al campo de modelos <MU,R,V> simplemente modales que pueden servir a una interpretaciòn temporal de los mismos. De modo que el conjunto de los modelos S4 temporales constituye un subconjunto de los modelos S4 simplemente modales, y es lògico que, en consecuencia , el nro. de fòrmulas que sean vàlidas en ese subconjunto sea mayor que el nro. de fòrmulas vàlidas para un conjunto mayor de modelos posibles. La diferencia estarìa dada por todas aquellas fòrmulas que, siendo verdaderas en todo mundo posible de todo modelo del subconjunto temporal, tendrìan un modelo falsificador en el resto de los modelos S4-simplemente modales.

Con esto simplemente hemos querido presentar una razòn semàntica para las diferencias que se encuentran a nivel sintàctico, es decir, una razòn semàntica de porque determinadas fòrmulas son vàlidas S4-temporal y no S4-modal. Creemos que estas razones subsisten para el caso del anàlogo temporal del sistema T de Feys, que ya vimos, y para el anàlogo temporal de S5 de Lewis, que veremos inmediatamente, con lo cual creemos haber demostrado que estos sistemas , T, S4 y S5 temporales, son incompletos, dados que habrìa una serie de fòrmulas vàlidas no derivables como tesis a partir de las bases axiomàticas correspondientes, de lo contrario tambièn pertenecerìan a T,S4 y S5 modales.

Para concluir esta breve descripciòn de la relaciòn entre lògica modal y lògica temporal nos ocuparemos ahora sucintamente del anàlogo temporal del sistema modal S5 de Lewis , que tambièn describimos en el capitulo V.

La diferencia entre un modelo <MU,R,V> S4 y uno S5 es que "R" en S5 ademàs de ser reflexiva y transitiva, es simètrica. Expresado en la simbologìa de Geach, esto serìa Uab Uba, si "b" es accesible desde "a", entonces "a" es accesible desde "b".

El axioma caracterìstico de S5, Mp LMp, no resulta vàlido en un sistema que carezca de esta propiedad. Si tomamos un ejemplo del sistema S4 temporal , podemos pensar un caso en que p sea verdadera en un futuro, pero por un tiempo limitado, y luego siempre falsa. En ese caso Mp(p v Fp) es verdadero ahora, pero LMp no, dado que a partir del momento en que p sea falsa para siempre, Mp tambièn lo serà, con lo cual no se da el caso que (Mp x GMp).

Ahora bien, el problema se plantea en lo siguiente: mientras que entre mundos posibles no parece haber dificultad en pensar la posibilidad de que si uno es accesible desde otro, èste ùltimo tambièn lo sea desde el primero, es decir, que la relaciòn "R" interpretada como "accesibilidad entre mundos" sea simètrica, cuando "R" es interpretada como la relaciòn de "antero-posterioridad" entre instantes o estados gnerales del mundo a cada instante*, tal cosa no es posible: No estamos dispuestos a aceptar que un mismo instante que posterior a otro, pueda ser tambièn anterior al mismo.

*INSTANTANEOUS TOTAL STATES OF THE WORLD, A.N. Prior, "Past, Present and Future", Oxford, 1967, pg.88.

Esto nos obliga a cambiar nuevamente la interpretaciòn de "R" y de los operadores modales "M" y"L".

Uab ya no significarà que el instante"b" sucede al instante "a", lo cual no es reflexivo, sino simplemente que "a"y "b" pertenecen a la serie de los instantes. En un modelo S5 modal ,al ser "R" simètrica, todos los mundos del modelo son accesibles desde todos los demàs mundos del modelo*(19), de modo que la accesibilidad està dada por la pertenencia o no de un mundo al modelo en cuestiòn; del mismo modo aquì, "a" y "b" estàn en la relaciòn "R" si pertenecen al modelo, es decir, si forman parte de la serie de instantes en consideraciòn.

Esto significa que "M " ya no se referirà exclusivamente al futuro, en el sentido de "es o serà alguna vez el caso que ", sino que incorporarà tambièn el pasado a su semàntica ;M se leerà ahora como "es, o serà, o ha sido el caso que ". Esto es asì dado que si la relaciòn "R" es ahora la simple pertenencia al modelo , es necesario tener en consideraciòn todos los instantes , pasados, presente y futuros, ya que con todos ellos cualquier instante està en la relaciòn "R".

A su vez, L se interpretarà ahora como "es , serà siempre y ha sido siempre el caso que ", por la misma razòn. Es aquì donde se hace necesario introducir los operadores de pasado P(ha sido alguna vez el caso que..) y H(ha sido siempre el caso que...) que vimos màs arriba. Simbòlicamente Mp=df (p v Pp v Fp) y Lp=df(p x Hp x Gp).

Esta interpretación semántica de los operadores M y L verifica el axioma característico de S5: Mp LMp; en efecto, si es o alguna vez ha sido o será el caso que p, entonces, es y siempre ha sido y será , que es o ha sido o será el caso que p.

En esta interpretación , las fórmulas encabezadas por los operadores "M" y "L" parecen perder todo matiz temporal, ya que las que son verdaderas y las que son falsas son los mismos en todo instante debido al hecho de que todo instante es "accesible"desde todo instante. Se podría decir que son intemporalmente verdaderos o falsas. Es lo que ocurre con las proposiciones fechadas, que no solo describen un determinado estado de casos, sino que además lo ubican en uno de los mundos o instantes del modelo. Este tipo de enunciados son necesariamente compuestos, dado que la fecha viene a funcionar como un operador formador de proposiciones a partir de propoiciones, del mismo modo que "es posible que..." y " es necesario que..". Esta intemporalidad no afecta , por supuesto, a las fórmulas no encabezadas por ese tipo de operadores que siguen siendo capaces de recibir diferentes valores en los diferentes instantes o mundos del modelo.

Si consederamos los conceptos de posibilidad y necesidad en los sistemas T, S4 y S5 temporales sucesivamente, tenemos:

a) Es necesario lo que es verdadero ahora y en el instante siguiente, y posible lo que lo es ahora o en el instante siguiente.

b) Es necesario lo que es verdadero ahora y siempre en en el futuro, y es posible lo que es verdadero ahora o alguna vez en el futuro.

c) Es necesario lo que es, fuè simpre y serà siempre verdadero , y posible lo que es o alguna vez fue o alguna vez serà verdadero.

De a) hacia c) tenemos que cada vez se exige màs para que algo sea necesario y menos para la posibilidad. De todas maneras, por lo que respecta al valor de verdad de fòrmulas del càlculo proposicional exclusivamente, los tres sistemas son equivalentes entre si, dado que el valor de cada funciòn veritativa se calcula dentro de cada mundo o instante independientemente de lo que sucede en los demàs. Las diferencias entre estos sistemas aparecen vinculadas a fòrmulas afectadas por los operadores M y L, ya que el valor de verdad de ellas en un mundo dado , si depende del valor de verdad de las mismas en otros mundos vinculados al primero por la relaciòn "R", que es diferente para cada sistema.

Hasta aqui hemos querido mostrar que relaciòn hay entre los sistemas modales descriptos en forma esquemàtica anteriormente y sus anàlogos temporales.

Queremos ahora ,del mismo modo que lo hicimos en el capitulo V, referirnos brevemente a la relaciòn de estos con los conceptos leibnicianos de "necesidad" y "posibilidad" lògica.

Repitiendo lo que decìamos en ese capìtulo, Leibniz define como "necesario" aquello cuya negaciòn implica una contradicciòn , es decir, que no es pensable ningùn mundo en que sea falso, y como "posible" aquello que en sì mismo no implica contradicciòn, distinguiendo dentro del campo de lo posible, lo posible necesario y lo posible contingente. Lo posible contingente es aquello cuya negaciòn tampoco implica contradicciòn , de modo que son pensables mundos en que sea verdadero y mundos en sea falso. A su vez, dentro del campo de lo posible contingente Leibniz distingue un subconjunto de hechos que ademàs de ser meramenteposibles desde un punto de vista lògico, son reales o existentes, es decir, el conjunto de hechos que constituyen el mundo efectivo *.

*Pero de esto no se desprende que todos los posibles existan, ello se desprenderìa, claro està, si todos los posibles fuesen composibles. Pero porque unos son incompatibles con otros, se sigue que algunos posibles no llegan a existir, y son incompatibles unos con otros no solo con respecto a un mismo tiempo sino absolutamente pues en los los hechos presentes estàn involucrados los futuros. G. W. LEIBNIZ, "Resumen de Metafìsica" (1703) paràgrafos 7 y 8, en op. cit., pg. 502.

Sin embargo, Leibniz incluye dentro del mundo efectivo, no sòlo todos los hechos actualmente existentes, sino tambièn todos los que han existido y existiràn *, de cualquier tipo que sean, de modo que tampoco puede pensarse que existe o es real màs de uno de los infinitos mundos posibles.

Con respecto a las nociones de necesidad y posibilidad vinculadas a los operadores L y M en los sistemas T, S4 y S5 temporales explicitadas en los puntos a),b) y c) creemos que es suficientemente claro que ninguna de ellas refleja las definiciones leibnicianas. En efecto si nos limitamos a S5 temporal, cuya interpretaciòn de necesidad y posibilidad (verdadera siempre y verdadera alguna vez) es la màs cercana de las tres a la definiciòn leibniciana, nos encontramos con que si bien es imposible que una verdad necesaria (en sentido leibiniano) sea falsa en algùn instante , nada impide pensar en un hecho que sea verdadero en todo instante, aunque estos sean infinitos, y que sin embargo sea contingente desde el punto de vista leibniciano.

*Los posibles contingentes pueden ser considerados tanto por separado como coordinados en una infinidad de mundos completos posibles, cualquiera de los cuales es perfectamente conocido por Dios aunque solo uno de ellos ha sido conducido a la existencia. Y no viene al caso imaginar muchos mundos actuales puesto que uno solo abarca para nosotros toda la universalidad de las cosas creadas en todo tiempo y lugar y este es el sentido que aquí damos al tèrmino "mundo". G. W. LEIBNIZ, "Vindicaciòn de la causa de Dios", parg. 15, Escritos filosòficos editados por Ezequiel de Olaso, Charcas, Bs. As., 1982, pg. 554.

Del mismo modo, si bien es cierto que todo lo que alguna vez es verdadero debe ser posible desde el punto de vista leibniciano, aquì tampoco nada impide pensar en un hecho contingente desde el punto de vista leibniciano y que no sea ni haya sido ni serà nunca verdadero, incluso aunque el tiempo sea infinito. Podemos, entonces, decir que, continuando con la gradaciòn que va de T, pasando por S4, a S5, las definiciones leibnicianas de necesidad y posibilidad exigen todavìa màs que S5 para la necesidad (abarca un campo de hechos menor) y todavìa menos que S5 para la posibilidad (abarca un campo mayor).
De todas maneras, la diferencia no es solo de grado, ya que ni la "necesidad" en T,S4 y S5 es verdadera necesidad "lògica", ni la posibilidad verdadera posibilidad "lògica", son en todo caso distintos tipos de necesidad o posibilidad fàctica.

Ahora bien, si bien es cierto que los sistemas temporales no reflejan la necesidad lògica creemos que su tratamiento de los estados de cosas reales a cada instante como constituyendo mundos diferentes que se suceden en el tiempo en combinaciòn con la definiciòn leibniciana de la necesidad lògica, junto con su concepciòn del mundo efectivo como uno de los infinitos mundos logicamente posibles pero que ademàs de ser posible existe, puede servirnos para extraer una serie de conclusiones acerca de la realidad representada por dichos sistemas. Dicha realidad no es otra que la sucesiòn en el tiempo de los distintos estados de cosas totales del mundo.

En primer lugar queremos introducir aquí algunas de las conclusiones alcanzadas en los capítulos anteriores.

Decíamos en el primer capítulo que en un mismo instante no puede haber cambio, ya que esto supondría una violación del principio de no contradicción. Es decir, es lógicamente necesario(en sentido leibiniano) que en cada uno de los mundos pertenecientes a cada instante o en estados de cosas totales del mundo, que se suceden en el tiempo, no haya cambio. Creemos que esto queda de alguna manera corroborado por la definición que da Russell del cambio: "the difference ,in respect truth or falsity, between a proposition concerning an entity and the time T, and a proposition concerning the same entity an the time T', provided that these propositions differ only in the fact that T occurs in the one where T' occurs in the other".*(20).

Mc Taggart*(21) da el siguiente ejemplo: "at the time T my pocker is hot",que puede diferir en cuanto a su verdad o falsedad de "At the time T' my pocker is hot", y si lo hace podemos decir que hay cambio. Parafraseando la definición de Russell, podemos decir que hay cambio cuando una misma proposición varía su valor de verdad , es decir, pasa de verdadero a falso o de falso a verdadero. Ahora bien, esto no puede ocurrir en un mismo instante, ya que de los contrario nos encontraríamos con una proposición verdadera y falsa al mismo tiempo. Generalizando del conjunto, finito o infinito, de proposiciones verdaderas que describen el estado de cosas total del mundo en el instante presente, ninguna puede dejar de serlo en el mismo instante presente.

La segunda conclusiòn que queremos traer aquì es lo que se refiere a la discontinuidad del cambio desarrollado en la segunda parte de la tesis.

Decìamos allì que entre la realidad y la irealidad de un hecho, es decir , entre la verdad y la falsedad de una misma proposiciòn , no puede haber instante intermedio, lo cual supondrìa la violaciòn del principio de tercero excluìdo.

Esto significa que, teniendo en cuenta la definiciòn Russelliana del cambio, èste es necesariamente inmediato y discontinuo.

Ahora bien, esta conclusiòn que allì aplicàbamos a hechos y cambios particulares podemos aplicarla ahora refirièndonos a los "estados de cosas totales del mundo a cada instante". En efecto, dado que aquello por lo que se diferencia un "estado de cosas total del mundo" de otro no es sino porque algunas proposiciones verdaderas en el primero son falsas en el segundo y algunos que son falsas en el primero son verdaderos en el segundo, por la misma razòn que antes, entre un "estado de cosas total del mundo en un instante dado" y el estado de cosas total del mundo que le sigue no puede haber un instante intermedio en el que no sea ni uno ni otro. Esto es asì por el principio tercero excluìdo.

Ahora bien, por el principio de no contradicciòn tampoco pueden pertenecer dos "estados de cosas totales del mundo" diferentes al mismo instante, ya que , en ese caso , si son realmente diferentes, tendrìamos una o varias proposiciones verdaderas y falsas al mismo tiempo. Esto significa que en el instante presente solo puede darse uno y sòlo uno de los "estados de cosas totales del mundo" que podrìan darse en diferentes instantes, de modo que en el instante presente , mientras se da uno de ellos, los demàs son necesariamente (en sentido leibniciano) irreales, por incompatibles con el estado de cosas presente.

Hablando en lenguaje de Wittgeinstein , podemos decir que de las 2 descripciones de estado o mundos posibles diferentes que constituyen el espacio lògico de las n proposiciones que describen completamente el mundo (positiva o negativamente)*, solo uno de ellos puede ser real en el instante presente, por ser necesariamente (en sentido leibniciano) incompatibles entre sì.

*"La menciòn de todas las proposiciones elementales verdaderas describe el mundo completamente. El mundo està completamente descrito por la menciòn de todas las proposiciones elementales màs la menciòn de cuàles son verdaderas y cuàles son falsas. Wittgeinstein, "TRACTATUS LOGICO-PHILOSOTHICUS", proposiciòn 4-26.

Ahora bien, si la sucesiòn de los distintos estados de cosas en el tiempo es discontinua y a cada instante , es decir, en el instante presente, necesariamente solo es real uno de los finitos o infinitos estados de cosas posibles, quedando todos los demàs en la mera posibilidad , podemos preguntarnos si es posible algûn tipo de relaciòn causal entre un estado de cosas anterior y otro posterior en el tiempo. Para ello recuriremos a algunas precisiones. Evidentemente los estados de cosas reales se diferenciaràn de aquellos que no son reales, es decir, de aquellos que solo son posibles, por algûn factor diferenciador: Por ejemplo, si una ventana està de hecho abierta con un àngulo de treinta grados, ese es un estado de cosas posible, que se diferenciarà de todos los demàs estados de cosas posibles (el que estè cerrada, o abierta en cada uno de los demàs àngulos de abertura), en que es ademàs de posible, real. Esta doble estructura de los hechos positivos que constituyen el mundo lo podemos encontrar reflejado en la estructura de las proposiciones que describen los hechos. En efecto, en toda proposiciòn podemos distinguir su significado de su valor de verdad. Podemos ver que ambos elementos, sentido y valor de verdad, son distintos, en que relacionan la proposiciòn con distintas cosas: Por un lado, el sentido ubica la proposiciòn dentro del espacio lògico asignàndole un lugar lògico. En cambio, el valor de verdad , el cual supone ya el sentido de la proposiciòn, relaciona la proposiciòn no con el espacio lògico , sino con la realidad, es decir, con aquel subconjunto de estados de cosas que, ademàs de ser posibles , se les añade la realidad.

En el "Tractatus Logico-Philosophicus" de Wittgenstein podemos encontrar la siguientes afirmaciones:

"La pintura presenta una posible situaciòn en el espacio lògico" (2.202).

"La pintura contiene la posibilidad de la situaciòn que representa".

"La pintura representa lo que representa independientemente de su verdad o falsedad..."(2021).

"Lo que la pintura representa es su sentido" (2.221).

"En el acuerdo o desacuerdo de su sentido con la realidad , consiste su verdad o falsedad".(2.222).

"El pensamiento contiene la posibilidad de la situaciòn que piensa. Lo que es pensable es tambièn posible".(3.02)

"La proposiciòn determina un lugar en el espacio lògico" (3.4).

"Si la proposiciòn elemental es verdadera , el hecho atòmico <u>existe</u>, si es falsa , el hecho atòmico <u>no existe</u>"(4.25) Subrayado nuestro.

"La menciòn de todas las proposiciones elementales verdaderas describe el mundo completamente".(4.26).

Como se ve, aquí Wittgeinstein es muy leibniciano. En efecto, toda proposición pinta un hecho posible tanto las verdaderas como las falsas, pero las verdaderas son las que pintan los hechos posibles que además de ser posibles , existen. Del mismo modo , para Leibniz las verdades de hecho son las que se refieren a posibles contingentes pero que, además de ser posibles, existen; de lo contrario no serían verdades.

Ahora bien, si el cambio quedaba definido por la variación del valor de verdad de una misma proposición en diferentes tiempos, podemos decir que el cambio consiste en la adquisición o en la pérdida de la existencia por parte de un mismo hecho posible. Si se trata de adquisición de realidad, la variación va de falsa en un instante a verdadera en el siguiente, si se trata de la pérdida de la existencia, es decir, de ser posible y real un hecho pasa a ser meramente posible, entonces la variación es de verdadera en un instante a falsa en el siguiente.

Con estos datos creemos que podemos ya plantearnos la pregunta que nos hacíamos al comienzo de este capítulo: Puede el conjunto de estados de cosas reales o existentes en el momento presente deber su realidad a algún conjunto de estados de cosas anteriores en el tiempo? o, Puede el "estado de cosas total del mundo en el instante presente" deber su realidad a lagún otro "estado de cosas total del mundo" anterior en el tiempo?.

Para plantear mejor el problema y nuestra respuesta al mismo preferimos referirnos a un ejemplo concreto. Imaginemos la trayectoria de una bola de billar sobre una mesa , siendo desviada de su dirección inicial por un golpe de taco aplicado a la misma a mitad de camino:

y elijamos cinco instantes diferentes representados por los puntos 1,2,3,4 y 5.

En cada uno de esos instantes la bola de billar se encuentra en un punto diferente de su trayectoria y damos por aceptado que un cuerpo no se puede encontrar en dos lugares diferentes al mismo tiempo, de modo que "estar en el punto 2" implica no estar ni en 1, ni en 3, ni en 4 ,ni en 5.*.Ahora bien, no solo podemos hablar de cinco instantes con sus correspondientes cinco puntos de la trayectoria , sino tambièn de cinco proposiciones diferentes que describen los cinco diferentes "estados de cosas posibles".

*Cfr. las siguientes afirmaciones de Wittgeinstein en el Tractatus:

6.375 Asì como solo hay necesidad lògica, asì tambien solo hay una imposibilidad lògica.

6.3751 Que dos colores, por ejemplo, se encuentren simultaneamente en un punto del campo visual, es imposible, lògicamente, porque lo excluye la estructura lògica del color.

Pensemos còmo se presenta esta contradicciòn en fìsica. Màs o menos como sigue: Una partìcula no puede tener dos velocidades al mismo tiempo ; es decir , que no puede al mismo tiempo estar en dos lugares ; es decir, que particùlas en diferentes lugares y al mismo tiempo no pueden ser idènticas.

a) la bola de billar se encuentra en el punto 1.

b) la bola de billar se encuentra en el punto 2.

c) la bola de billar recibe un golpe de taco en punto 3.

d) la bola de billar se encuentra en el punto 4.

e) la bola de billar se encuentra en el punto 5.

Ahora bien, en el instante 1 la proposiciòn "a" es verdadera y las demàs son falsas.

Esto significa que, en lenguaje de Wittgestein, en el instante 1 la proposiciòn "a" pinta un hecho posible y real, mientras que las demàs proposiciones, al ser falsas, pintan hechos meramente posibles. Podrìamos afirmar ademàs que si verdaderamente "estar en 1" implica "no estar en 2", "no estar en 3", etc., -dado que en ese caso considerarìamos que se trata de dos bolas de billar diferentes-, entonces es leibnicianamente necesario que mientras la proposiciòn "a" es verdadera, las demàs proposiciones sean falsas.

En el instante 2, en cambio, la proposiciòn "a" es falsa y es "b" la proposiciòn verdadera, siendo todas las demàs tambièn falsas. Y asì sucesivamente hasta el instante cinco.

Esto significa que el cambio fìsico en que consiste el recorrido de su trayectoria por parte de la bola de billar queda reflejado en la variaciòn sucesiva del valor de verdad de las distintas proposiciones que describen cada uno de los diferentes estados de cosas que se suceden en el tiempo. Si ningùn valor de verdad variara en los sucesivos instantes, podrìamos decir que no se ha producido ningùn cambio.

Ahora bien, si afirmamos con Wittgeinstein que una proposiciòn es verdadera cuando representa un hecho posible existente y falsa cuando el hecho posible representado por ella no existe, podemos concluir que aquella variaciòn de los valores de verdad de los diferentes proposiciones correspondientes a un espacio lògico determinado, no hace màs que reflejar la sucesiva adquisiciòn y pèrdida de la existencia por parte de los diferentes hechos o estados de cosas posibles que ellas representan.
Es en esta adquisiciòn y pèrdida de realidad (sucesiva y discontinua por principio de no contradicciòn y de 3ro. excluìdo respectivamente) por parte de diferentes hechos o estados de cosas posibles , en lo que consiste el recorrido de su trayectoria por parte de la bola de billar. Se puede decir, entonces, que la variaciòn està dada porque a cada instante presente le corresponden diferentes proposiciones verdaderas.

Sin embargo, nosotros comenzamos nuestro trabajo hablando de la causalidad. Nuestra investigaciòn vuelve nuevamente sobre el gràfico de la bola de billar pero teniendo en cuenta ahora la desviaciòn de la trayectoria provocada por el golpe del taco. Mirando el gràfico vemos que el golpe se produce en el punto 3 (o, si se prefiere , entre 2 y 4), y, como consecuencia del mismo, la bola en vez de seguir por 4' y 5', sigue por 4 y 5. Ahora bien normalmente atribuirìamos esta desviaciòn por 4 y 5 al golpe de taco que recibiò en el punto 3, siguiendo el esquema de causa-efecto como sucesiòn temporal regular. Sin embargo, en el instante 5, cuando la bola de billar se encuentra en el punto 5, la proposiciòn "c":

"la bola recibe un golpe de taco en el punto 3", es falsa, ya que para estar en 5 es necesario no estar en 3. De tal manera que mientras la proposiciòn "la bola de billar se encuentra en el punto cinco" pinta un hecho posible y real (y por eso mismo es verdadera), necesariamente la proposiciòn "la bola de billar recibe un golpe de taco en el punto 3" es falsa. Esto significa que esta ùltima proposiciòn determina un hecho en el espacio lògico , pero no en el real , es decir, pinta un hecho meramente posible. Esto significa que mientras el hecho pintado por la primera proposiciòn es ademàs de posible, real o existente, el hecho pintado por la segunda no.

Ahora bien, es posible que lo que en el instante cinco da realidad al hecho posible representado por la proposiciòn "e" sea el hecho representado por la proposiciòn "c": "la bola de billar recibe un golpe de taco en el punto 3"?. La respuesta creemos que no puede ser màs que negativa.

En efecto, si en el instante cinco la proposiciòn "c" es falsa, esto significa que el hecho representado por ella es inexistente, y no vemos de que' modo algo inexistente pueda estar dando , en el instante 5, la existencia al hecho posible representado por la proposiciòn "e".

Dado que todas las proposiciones falsas en el instante presente corresponden a hechos que en el momento presente son meramente posibles o irreales, no es posible atribuir a estos la acciòn de otorgar realidad actual a los hechos posibles que efectivamente existen en el el instante presente. De lo contrario, la realidad

actual de los hechos posibles que existen estarìa siendo producida por algo inexistente*.
Esto significa que como conclusiòn tenemos que un hecho que se encuentre en el origen de un proceso de cambio nunca puede ser invocado como causa de la realidad o existencia del estado final del proceso, o de lo que conmumente llamarìamos su consecuencia o efecto.

No creemos que se pueda plantear aquì seriamente la objeciòn de que los hechos pasados dieron, en su momento, la realidad a los hechos actuales, ya que , en ese caso, lo que hay que explicar es porquè estos la conservan en el instante presente. Creemos que las respuestas posibles son solo 3: o que los mismos hechos presentes conservan su realidad por su propia fuerzas (lo cual serìa un cìrculo vicioso), o que "nada" les confiere su realidad actual(lo cual parece absurdo porque de "nada" no se puede predicar acciòn alguna), o que hay una Causa "simultànea" con ellos que les conserva o confiere su realidad.

Si generalizamos esta conclusiòn, podemos decir que la realidad actual de ningùn conjunto de hechos posibles existentes puede quedar explicada por ningùn otro conjunto de estados de cosas del mundo anteriores en el tiempo, o, mejor dicho, inexistentes. En este sentido podrìamos decir que hay una independencia causal entre los distintos "estados de cosas totales del mundo" que se suceden en el tiempo, y ademàs que esta independencia de unos con respecto a otros es leibnicianamente necesaria, ya que como vimos, implicarìa una contradicciòn que en un mismo instante presente existieran diferentes "estados de cosas totales del mundo", de modo que necesariamente mientras uno de ellos es real, los demàs son inexistentes o meramente posibles.

En este sentido , la sucesiòn temporal no serìa otra cosa que la sucesiòn discontinua (por principio de 3ro. excluìdo) de una serie de mundos (sin cambio en ellos) y sin relaciòn de dependencia entre si.

> "La existencia y no-existencia de hechos atòmicos es la realidad".
> "Los hechos atòmicos son independientes unos de otros".
> "De la existencia y no existencia de un hecho atòmico , no se puede inferir la existencia o no-existencia de otro."
>
> Wittgeinstein (Tract., 2.06 - 2.062)

> " De ningùn modo se puede inferir desde la existencia de una situaciòn, la existencia de otra situaciòn ente-

ramente diferente de aquella"

"No existe nexo causal que justifique tal inferencia".

"No podemos inferir los acontecimientos futuros, desde los presentes."

"La creencia en el nexo causal es superstición"

Witt. Tract. s 134-36.

NOTAS AL CAPITULO VII

El principio de no contradicciòn y la independencia de los estados de cosas sucesivas en el tiempo

1) Citado por Prior, "Past, Present and Future", Osford, at the Clarendom Press, 1967, pg. 3.

2) I. Kant, "Crîtica de la razòn pura", A 598, B 626.

3) Cf. cap 5, de este trabajo.

4) A. N. Prior, "Time and Modality", Oxford, at the Clarendon Press, 1957, pg. 8.

5) A. N. Prior, "Past, Present and Future", Oxford, at the Clarendon Press, 1967, pg.32.

6) A. N. Prior, "Past, Present and Future", op. cit., pg. 36 y ss.

7) Cfr. A. N. Prior, "Ibid", pg. 40.

8) Cfr. A. N. Prior, "Ibid", pg. 72.

9) Cfr. A. N. Prior, "Ibid", pg. 42.

10) Cfr. A. N. Prior, "Ibid", pg. 88.

11) Cfr. A. N. Prior, "Ibid", pg. 44.

12) Cfr. A.N. Prior, "Time and Modality", ed. cit. , pg. 12.

13) Cfr. A. N. Prior, "Past, Present and Future", ed. cit. ,pgs. 20-21.

14) Cfr. A. N. Prior, "Time and Modality", ed. cit., Pg. 16, y no pg. 23 como se cita a si mismo Prior en "Past, Present and Future", al retractarse.

15) Cfr. A. N. Prior, "Past, Present and Future", pg. 23.

16) Cfr. A. N. Prior, "Ibid", pg. 24.

17) Cfr. A. N. Prior, "Time and Modality", ed. cit. ,pg. 16.

18) Cfr. A. N. Prior, "Past, Present and Future" ,ed. cit. , pg. 56.

19) Cfr. G.E. Hughes y M. J. Creswell, "Introducciòn a la lògica Modal", Tecnos, Madrid, 1973.

20) Citado por A. N. Prior, en "Past, Present and future", ed. cit. ,pg. 3.

21) Mc. Taggart, "The Nature of Existence", cap XXXIII, parag. 305, referido por Prior en "Past ,Present and Future", ed. cit. , pg. 3.

COROLARIO

La conclusiòn general de nuestro ùltimo capitulo es que la realidad actual de ningùn conjunto de hechos del espacio lògico puede estar dependiendo de hechos inexistentes, entre ellos los pasados. Si esto es cierto, el conjunto de todos los estados de cosas reales en el instante presente no puede ser explicado en base a ningùn conjunto de estados de cosas anterior a èl.

Esto es una imagen de la realidad que parece estar en las antipodas de la concepciòn laplaceana*, segùn la cual "debemos considerar el presente estado del universo como un efecto de su estado anterior y como la causa del siguiente estado".*(1).

*Es de interès citar aquì la cèlebre afirmaciòn de Laplace: "Une intelligence qui, pour un instant donnè, connaitrait toutes les forces dont la nature est animèe, et la situation respective des etres qui la composent, si d'ailleurs elle ètait assy vaste pour soumettre ces donneès à l'analyse, embrassererait dans la meme formule les nouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus lèger atome; rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir comme le passè serait prèsent a ses yeux. "Theorie Analytique des Probabilitès", Introduction. Ouvres Complets. Paris 1847, VII, pg. VI."

La objeciòn principal a nuestra conclusiòn parece ser obvia: De hecho es posible predecir què proposiciones seràn verdaderas en un tiempo futuro a partir del conocimiento de cuales proposiciones son verdaderas ahora.
Es decir, del conocimiento de las condiciones de un sistema es posible predecir el estado del mismo en los distintos instantes posteriores.
Ahora bien, esta predicciòn solo es posible por el conocimiento de las leyes que gobiernan el comportamiento de los objetos.
En efecto , podemos decir que una ley cientìfica es un enunciado universal en el que se expresa una relaciòn constante o invariante entre distintos tipos de hechos. En Hempel, por ejemplo, podemos leer lo siguiente: "Hablando en sentido amplio, un enunciado de este tipo (una ley cientìfica) afirma la existencia de una conexiòn uniforme entre diferentes fenòmenos empìricos o entre aspectos diferentes de un fenòmeno empìrico. Es un enunciado que dice que cuandoquiera y dondequiera que se dan unas condiciones de un tipo especìfico F, entonces se daràn tambièn siempre y sin excepciòn, ciertas condiciones de otro tipo G" (a excepciòn de las leyes probalìsticas).*(2).
Y Nagel, refirièndose a las leyes universales como elemento explicativo , afirma que estas son "un enunciado de forma universal que afirma una conexiòn invariable entre ciertas porpiedades".*(3).
Segùn Nagel, es el descubrimiento de estas leyes o regularidades de la naturaleza el fin primordial de la ciencia, dado que esta explica los hechos deducièndolos a partir de leyes universales aplicadas a condiciones particulares.

"El fin distintivo de la ciencia es, por tanto, el descubrimiento y la formulaciòn en tèrminos generales de las condiciones bajo las cuales ocurren hechos de distintas clases, de modo que los enunciados generalizados de tales condiciones determinantes sirvan como explicaciones de los sucesos correspondientes".

"Sus productos (de la ciencia) son estimados como conclusiones autorizadas acerca de ciertas condiciones uniformes y estensivas, bajo las cuales tienen lugar diversas clases de hechos". ..el fin de la ciencia es "salvar los fenòmenos", es decir, mostrar hechos y procesos como casos de leyes generales y teorìas que exponen modelos invariantes de relaciones".*(4).

Idênticas afirmaciones de Klimosvsky citàbamos en el capîtulo 2d. de nuestra tesis, cuando dejàbamos planteado el problema de la relaciòn entre una concepciòn de la causalidad como sucesiòn temporal regular y la concepciòn Aviceniano-Wolffiana de la misma. Es ese tema el que en realidad se està tratando aquî.

Con respecto a la nociòn de causa como el antecedente a partir del cual podemos inferir la presencia del efecto por medio de una ley universal que los conecta, el siguiente pàrrafo de Hempel resulta de gran interès:

"Las leyes generales correspondientes estàn siempre presupuestas por un enunciado explicativo , segùn el cual un evento concreto de un determinado tipo G (por ejemplo, la expansiòn de un gas o presiòn; el flujo de una corriente de una espira de alambre) tenìa como causa* un evento de otro tipo F (por ejemplo, el calentamien-

* Subrayado de Hempel.

to del gas, el movimiento de la espira a travès de un campo magnètico). Para llegar a ver esto no necesitamos entrar en las complejas ramificaciones de la nociòn de causa, basta con señalar que la màxima "la misma causa, el mismo efecto", cuando se aplica a esos enunciados explicativos, implica una pretensiòn :"la de que cuando se produce un evento de tipo F, èste viene acompañado de un evento de tipo G".*(5).

Contra esto se ha sostenido que las leyes cientìficas no expresan autènticas relaciones de causalidad debido a que en realidad se trata de funciones en las que tanto el antecedente como el consecuente corresponden al mismo instante. En efecto, las leyes de la ciencia moderna, no establecerìan relaciones de sucesiòn temporal entre distintos fenòmenos, sino "relaciones de interdependencia funcional entre magnitudes que varìan en forma concomitante".*(6). En este sentido , la sucesiòn constante F - G no obedece ni a la naturaleza de F ni a la de G, sino que incluso podrìa pensarse que no fuese asì, ya que la contradicciòn solo puede afectar a dos hechos que correspondan a un mismo instante.

A este propòsito es interesante la definiciòn de ley cientìfica que da Max Plands: "Una ley fìsica es una proposiciòn que establece un vìnculo permanente e irrompible entre magnitudes fìsicas mensurables de tal suerte que se pueda calcular una de esas magnitudes cuando se han medido las otras".*(7).

Estas leyes no afirmarìan que la variaciòn de la magnitud x presuponga la variaciòn previa de la magnitud y, ni que dependa de ella; simplemente indicarìan que cada vez que varìa "x", varìa "y" y viceversa. O mejor dicho, que a cada medida de x le corresponde tal medida de "y" y viceversa, pero con la particularidad de que estas medidas se corresponden y varìan simultaneamente.

Ejemplos de este tipo de leyes serìan , la ley de Mariotte acerca de que a temperatura y masa constante la presiòn de un gas es inversamente proporcional a su volumen, la ley de Hook acerca de la extensiòn de un hilo por un peso o cualquier otra fuerza, o la relaciòn entre la temperatura y la dilataciòn de un cuerpo.

Paradojicamente, por las razones que ya expusimos en el capìtulo anterior, nosotros negamos que pueda haber una dependencia causal cuando los hechos relacionados en una ley cientìfica corresponden a diferentes instantes. Sin embargo, negar la dependencia real de un estado de cosas con respecto a estados de cosas anteriores en el tiempo no significa negar las leyes o regularidades de la naturaleza. La ùnica consecuencia que nosotros extraemos es que las leyes o regularidades de la naturaleza que involucran hechos correspondientes a diferentes instantes no expresan màs que eso: meras regularidades en que se suceden los hechos, extrinsecas a ellos mismos. Dicho en otros tèrminos, si tengo una ley que afirma que "siempre que se dè un evento de tipo F aparecerà posteriormente un evento de tipo G", este enunciado no expresa màs que el simple hecho de que cada vez que F es real en un instante dado, el "hecho posible" G adquirirà realidad posteriormente, pero no que la realidad actual de G se origine o "derive del hecho F

En este sentido, la sucesiòn F-G no obedecerà a la naturaleza de F ni a la de G, sino que incluso podrìa pensarse que no fuese asì, ya que la contradicciòn solo puede afectar a hechos que corresponden a un mismo instante.*

Para concluir , creemos que una confirmaciòn empìrica de esta hipòtesis acerca de que las leyes naturales expresan meras regularidades y no una dependencia real entre hechos que se suceden en el tiempo , està dado por la mecànica cuàntica.
En efecto, lo filosòficamente interesante de esta teorìa es que ella nos muestra como ante exactamente las mismas condiciones iniciales es posible encontrar en diferentes expriencias, diferentes estados terminales; sin que sea posible encontrar , por razones que se derivan de la misma teorìa cuàntica*(7), ulteriores leyes universales que expliquen estas diferencias.
*De aui que toda ley cientìfica que relacione hechos correspondientes o diferentes instantes es necesariamente contingente, de donde se sigue que el orden de sucesiòn de los distintos "estados de cosas totales del mundo a cada instante" tambièn es leibnicianamente contingente. Que al estado de cosas total del mundo en un instante dado, "a", le haya seguido el estado de cosas "b", es algo cuya negaciòn no puede implicar contradicciòn, y sigue siendo posible, entonces, que fuese seguido por otro estado, digamos "c", en vez de "b".

Evidentemente, la realidad de estos estados terminales diferentes no queda explicada por el estado inicial del proceso.

> "No existe la obligación de que una cosa deba acontecer porque otra haya acontecido. Hay solo una necesidad lógica."
>
> "Toda la moderna concepción del mundo se fundamenta en la ilusión de que las llamadas leyes naturales sean la explicación de los fenómenos naturales."
>
> Wittgenstein, Trac., 6.37 y 6.371.

NOTAS AL COLORARIO

1) H. Butterfield, "The origins of Modern Science", New York, pg. 178.

2) C. Hempel, "La filosofia de la ciencia natural", Madrid, Alianza, 1973, pg. 85.

3) E. Nagel, "La estructura de la ciencia", Bs. As. ,Paidos, 1978, pg. 40.

4) E. Nagel, "The Nature and Aim of science", en Phylosofhy of Science today, New York, 1967. Traducciòn de Margarita Costa, publicada por FUBA , Bs. As. 1987, pg. 2 y 8.

5) C. Hempel, op. cit. ,pg. 84.

6) Para este tema Cfr. R. Torreti, "Kant", Charcas, Bs. As. 1980, pg. 455; R.B. Lindslay y H. Margenau, "Foundations of Physics", Nex York, Roves, pp. 14-20; E. Simard ,"Naturaleza y alcance del mètodo cièntifico ", Gredos, Madrid, 1961, pg. 131-134.

7) Max Planck, "Initiations a la Phisique", pg. 144; citamos segùn E. Simard, "Naturaleza y Alcance del mètodo cièntifico:, Gredos, Madrid, 1961, pg. 128.

8) Cfr. R. G. Swinburne, "Phisical Determinism", Londres.