Universidad de Chile

Facultad de Filosofía y Humanidades

Departamento de Filosofía

Lógica Universal y Metafísica Analítica:

Ejercicios para una nueva cartografía ontológica

Tesina para optar al grado de Licenciado en Filosofía

Miguel Agustín Álvarez Lisboa

Profesor Guía: Manuel Rodríguez Tudor

Santiago de Chile, Chile

2014

Los dragones más allá del horizonte

(Detalle del libro "Sea monsters on Medieval and Renaissance Maps", de Chet Van Duzer. Obtenido a través de Internet)

a mis papás por la oportunidad,
a Teresita por el ánimo
y a Aristóteles por el tema

我们相信，经过若干年后，这一科学发现将会成为普通人的科学常识。

何华灿 2014-9-12

"creemos que después de varios años los descubrimientos de esta investigación serán de sentido común para la gente ordinaria"

Huacan He, 12 de septiembre de 2014

Índice

Resumen

El objetivo de este trabajo es hacer una aproximación al problema de la relación entre las llamadas “leyes lógicas” y la metafísica analítica, desde la perspectiva novedosa de los adelantos en Lógica Universal. Se espera ilustrar en qué forma la consideración de enfoques no axiomáticos de la lógica permitirían enriquecer nuestra visión metafísica del mundo, por cuanto facilitarían la eliminación de las constricciones que, en el espacio lógico, se corresponden con las leyes fundamentales de la lógica clásica (bivalencia, no-contradicción, exclusión de tercero y el mundo cerrado). En el desarrollo del argumento cada uno de estos elementos será expuesto y desarrollado, a saber: la visión no axiomática de la Lógica Universal (basada principalmente en los trabajos de Jean-Yves Béziau), la relación entre lógica clásica y metafísica (con apoyo en algunos textos de reconocida influencia), y la proyección desde sistemas lógicos de mayor flexibilidad hacia posibles ontologías estructuradas de acuerdo a ellos (utilizando de modelo el sistema universal de Huacan He). Para finalizar se hará una breve defensa filosófica de la relevancia de esta propuesta, con algunos ejemplos de interés.

Palabras clave: Filosofía de la Lógica, Lógica Universal, Metafísica analítica, Dialecismo.

Prefacio

En el verano antes de entrar a estudiar filosofía, hace cinco años, comencé a leer (sin terminar) un libro de Jorge Millas llamado *Idea de la filosofía*. Esperaba hallar allí una primera indicación acerca de lo que *fuera* eso que había entrado a estudiar, porque, si he de ser sincero, no tenía en mi haber más que alguna que otra lectura adolescente de Nietzsche y un frustrado debate escolar en el que defendí a Aristóteles contra Platón sin nunca haber leído directamente a ninguno de los dos.

Mentiría si dijera que la lectura del profesor Millas me fue estimulante, pero al menos me dejó (apenas) un par de ideas en la cabeza que cada cierto tiempo vuelven a hacerme sentido. Una de ellas es la imagen de la filosofía como "ejercicio del pensamiento en el límite". Dudo mucho que en ese entonces haya comprendido a qué se refería, pero hoy creo estar un poco más seguro y un poco más de acuerdo con él.

Afortunadamente el camino resultó inesperadamente enriquecedor y aquello que había entrado a estudiar consiguió encantarme lo suficiente como para tenerme hoy, entusiasta, prologando mi tesina y haciendo planes para mi carrera futura. Digo "inesperadamente", porque sin ninguna previsión (ni siquiera el profesor Millas hubiera podido anticiparlo, y de haberlo hecho, probablemente no lo hubiera deseado) me topé con dos mundos absolutamente desconocidos para mí, pero que rápidamente conquistaron toda mi atención: la Lógica y la Filosofía Analítica.

De esa idea y de ese doble encuentro tan afortunado surgió la motivación para sacar adelante este proyecto. Precisamente, este es un trabajo de filosofía analítica; es un ensayo acerca de la lógica, pero también es un ensayo sobre los *límites* y sobre la natural disposición a ir más allá de ellos. La lógica, por no hablar acerca de nada, debería ser capaz de hablar acerca de todo; y el filósofo, viajero y explorador de los mundos posibles, guarda siempre para sí la misión de decirnos *qué* es ese todo. La primera debe, por tanto, servirle de guía pero nunca de obstáculo para completar su misión a este último.

Esta es la idea que timonea mi investigación, el norte de su brújula. Es una preocupación que echa raíces en el área menos atractiva pero más fascinante, a mi parecer, de toda la filosofía de la lógica: su relación con la metafísica. Estoy contento de haber podido integrar muchos de los temas y autores que me han llamado la atención a lo largo de estos cinco años, desde Aristóteles hasta la filosofía de las ciencias sociales. Hacer este trabajo fue sumamente grato para mí y espero que todo ese entusiasmo haya quedado reflejado en el texto.

Agradecimientos

Por supuesto, no todo el mérito por este ensayo es exclusivamente mío. Quiero agradecer en primerísimo lugar al profesor Manuel Rodríguez por haberme dado la oportunidad de desarrollar este proyecto dentro de su Seminario de Grado, y por haber creído, en definitiva, en que lograría finalizarlo con éxito. Sin su tutoría de seguro esto no hubiera sido posible.

Tengo que agradecer también al profesor Andrés Bobenrieth, quien aun no siendo profesor de mi facultad y sin conocerme más que por conversaciones pasajeras, mostró entusiasmo en mi propuesta y estuvo dispuesto a brindarme su consejo y enriquecedora conversación. También al profesor Guido Vallejos, quien por sobre todas las cosas supo alentarme a dar siempre un poco más de lo que se esperaba de mí en todas las áreas de la disciplina.

Al Grupo de Estudios de Filosofía Analítica de la Universidad de Chile, GEFAUCh, con quienes hemos ido construyendo un espacio amigable para exponer y discutir de éstos y otros temas de la no siempre bien ponderada filosofía “anglosajona”. Partimos como unos pocos, ¡pero cada año somos más!

Debo hacer también aquí una mención especial al profesor Huacan He de la Universidad de Xi'an, quien amistosamente respondió a mis correos, atendió a mis dudas, e incluso tuvo la magnánima amabilidad de enviarme una copia de su monografía, libro fundamental para el desarrollo de este trabajo, y accedió a escribirme, de su puño y letra, el epígrafe que con orgullo abre este ensayo. Espero haberle hecho justicia a su excelentísimo trabajo, y que si este texto llega algún día a sus manos, pueda sentirse bien recompensado por su generosidad.

Agradezco también a todas las demás personas que me colaboraron con textos específicos en áreas que no dominaba bien, sobre todo en el capítulo V, pero con especial reconocimiento a mi compañero de generación, Claudio Guerrero, que me facilitó los textos sobre ciencia cognitiva, y al profesor José Tomás Alvarado, que me envió algunos libros sobre Teoría de Fundamentos.

A todos los profesores que de alguna u otra manera orientaron mi camino, pero con especial mención a Fernando Riveros, que aunque le pese es responsable de que haya entrado a estudiar filosofía; a Sebastián Castillo, quien más allá de su estricta labor de docente fue responsable de hacer madurar mi amor por la lógica, y al profesor Rodrigo González por incentivarme siempre a defender mi punto de vista y a escribir sobre mis ideas.

Y en último lugar aunque no menos importante, agradezco a todas las personas que en un sentido mucho más profundo e íntimo me han acompañado en este camino y que espero que nunca dejen de hacerlo. Quiero hacer mención especial de dos personas: Teresita, la mejor amiga y más tierna amante que hubiera podido desear, y Pablo S. McEvoy, un intelectual de descollante genialidad, una persona maravillosa y sobre todo un excelentísimo amigo.

Miguel Alvarez Lisboa
15 de Diciembre de 2014

Introducción

La Lógica ha sido una de las áreas que más profusa literatura y acaloradas discusiones ha suscitado en los últimos ciento cincuenta años. Desde sus dos enfoques principales, el matemático y el filosófico, han surgido numerosas interrogantes, no todas con una sola posible solución; y las diferencias no se han hecho sentir sólo hacia el interior, sino que entre ambas han habido numerosos puntos de acuerdo y disensión, y han contribuido a fabricar el complicado panorama actual de problemas de lo que con mayor o menor soltura se conoce como Filosofía de la Lógica.

Este trabajo pretende, precisamente, acercar dos problemas para hacerlos confluir en una preocupación común: por una parte, la pregunta matemática por el estatus de las "leyes lógicas" y su rol en la definición de lo que *es* una estructura lógica, y por otra, el papel que estas mismas "leyes" juegan en las concepciones metafísicas de la filosofía analítica tradicional. Uno de los principales problemas de la Filosofía de la Lógica se convierte entonces en nuestro tema central: ¿cuál es la lógica que subyace a la estructura y configuración formal de la realidad? ¿Existe este sistema en un sentido *objetivo*? Y si existe, ¿es él la lógica clásica?

Basándome en autores influyentes de la metafísica analítica (principalmente en el Wittgenstein del *Tractatus*, pero teniendo en mente que sus ideas de base pueden ser rastreadas también en Kripke (Kripke, 2005) y en varios otros especialistas en el área durante al menos las primeras ocho décadas del siglo XX *(*cf. Kim & Sosa, 2001)), mostraré que la respuesta tradicional a esta pregunta es asumir que dicha lógica existe, pero además que *debe ser* (Tahko, 2009) la lógica clásica aristotélico-fregueana. Desde este punto de partida elaboraré una crítica a esta creencia, sosteniéndome por una parte en la deflación del concepto de "ley lógica" que la Lógica Universal (en tanto Teoría General de la(s) Lógica(s)) de Jean-Yves Béziau favorece, y por otra en las diferentes interpretaciones del realismo metafísico que no dependen estructuralmente de los presupuestos fundacionales del sistema clásico, a saber: la bivalencia, la no-contradicción, la exclusión de tercero y la monotonía. Esta crítica tendrá, finalmente, por objetivo abrir la posibilidad de nuevas vertientes del realismo metafísico que no asuman estas constricciones "lógicas" (en un sentido sutilmente distinto al que se entiende tradicionalmente, pero que será clarificado en su momento) y que, en definitiva, enriquezcan nuestra imagen de la realidad.

Plan de toda la obra

El ensayo se divide en cinco capítulos. Los cuatro primeros pueden ser considerados como el desarrollo concreto del argumento, mientras que el último es una defensa filosófica de la necesidad y el sentido que tiene la investigación anteriormente realizada.

En el capítulo I presentaremos una breve historia de la lógica, que nos permitirá ilustrar el origen de las constricciones lógicas y la forma en que se dio históricamente la deformación de sus sentidos, desde la lógica misma hacia otros ámbitos como la psicología o la metafísica.

En el capítulo II haremos una breve exposición de la Lógica Universal de Jean-Yves Béziau y defenderemos su atingencia como marco teórico para la investigación por venir.

El capítulo III, que es el más extenso de todos, constituye una revisión crítica del rol que las constricciones lógicas juegan en la metafísica realista tradicional. Hago notar de inmediato que no me concentraré demasiado en ningún autor particular, sin embargo, para algunas doctrinas duras asumiré (y esto, por supuesto, es cuestionable) que el *Tractatus* de Wittgenstein sigue siendo un referente relativamente universal en la expresión de nuestras intuiciones metafísicas más básicas. Considero que esto, sin embargo, no es flanco débil para mi propuesta, y que es en principio posible reformular todo el argumento de este capítulo prescindiendo de las referencias a dicho texto y basándose exclusivamente en conceptos metafísicos primitivos, si bien esto haría necesario un tratamiento mucho más extenso de los conceptos, algo que escapa de las imposiciones de extensión y profundidad del presente trabajo.

El capítulo IV, finalmente, presenta un sistema lógico libre de las constricciones lógicas del sistema clásico y sugiere una proyección hacia la metafísica que él podría sostener. Este sistema es el *Universal Logics* de Huacan He y sus colaboradores (He, 2005).

Finalmente, como ya se ha dicho, en el capítulo V se hace una defensa filosófica del sentido y la utilidad teórica que toda la anterior investigación reviste.

Convenciones en torno a la notación

El alfabeto griego será transliterado de acuerdo a la convención moderna estándar:

- No se resaltará la diferencia entre vocales largas y cortas.
- Se utilizarán los acentos ´, ` y ^ donde corresponda.
- El espíritu aspirado será transliterado “h” y el mudo se omitirá.
- La letra Θ, θ se transliterará Z, z.
- La letra K, κ se transliterará K, k.
- La letra X, χ se transliterará J, j.
- La letra Y, υ se transliterará U, u.
- Las consonantes dobles serán transliteradas de acuerdo a su sonido aproximado.

La notación lógica será la siguiente:

- Para lógica proposicional las variables proposicionales utilizadas serán las letras minúsculas del alfabeto latino, con excepción de la “v”.
- Conjunción y disyunción: & ; *v.*
  - La conjunción se omitirá siempre que sea inequívoco su uso.
- Condicional y bicondicional: → ; ↔
- Negación clásica: ¬
- Para negaciones no clásicas en general: ~
- Signos de agrupación: (;) ; [;] ; .
  - Se omitirá su uso tanto como sea posible.
- Constante proposicional de verdad: **V**

- Constante proposicional de falsedad: **F**
- Operador modal de necesidad: *N*
- Operador modal de posibilidad: *P*
- Operador doxástico de creencia ("x cree que p"): B_xp
- Siempre que no haya confusión, utilizaré letras latinas mayúsculas para representar meta-variables de fórmulas proposicionales.
- La función de valuación que asigna a una fórmula "x" un valor de verdad "A" será representada así: σ(x) = A
- Para predicados de primer orden utilizaré mayúsculas del alfabeto latino con sus respectivos argumentos escritos sin paréntesis, inmediatamente a continuación. Por ejemplo, "Pab" para "el objeto denotado 'a' está en relación 'P' con el objeto denotado 'b'".
- Para símbolos de objeto utilizaré letras minúsculas latinas de las que están hacia el comienzo del alfabeto.
- Para símbolos de variable de objeto utilizaré letras minúsculas latinas de las que están hacia el final del alfabeto.
- Relación de identidad entre objetos: =
- Cuantificador universal (donde "x" es la variable ligada): (x) .
- Cuantificador existencial (donde "x" es la variable ligada): (Ex) .
- Cuantificador existencial con cláusula de unicidad: (!Ex) .
- Para símbolos de conjunto utilizaré letras mayúsculas del alfabeto latino en **negrita,** menos "V" y "F".
- Para conjuntos denotados extensional o intensionalmente utilizaré:
  - Cuando "a", "b", "c" son los elementos del conjunto: {a , b , c}.
  - Cuando al conjunto pertenecen todos los elementos "x" que cumplen con la propiedad "P": {x : Px}
- Para las operaciones de unión e intersección de conjuntos utilizaré respectivamente: *u* ; *n*
- Para la relación de pertenencia utilizaré el símbolo cursivo: *e*
- Torniquete de implicación semántica: ╞
- Torniquete de deducción formal: ├
- En el caso poco probable que sea necesario echar mano de lenguajes de orden superior o de

lenguajes compuestos, las convenciones se atendrán a las dadas para el lenguaje de primer orden, indicando en cada símbolo de predicado el orden mediante superíndice (y 0 para las variables proposicionales).

- Las meta-variables para lenguajes de orden 1 o superior serán mayúsculas griegas.

Toda vez que dentro del mismo texto sea necesario indicar oraciones en lenguaje formal, usaré los signos de entrecomillado francés (« ») para resaltarlo. Esto porque el entrecomillado latino (“ ”) lo usaré para citar.

Capítulo I

Breve historia de la Lógica

“Il n'y a rien de plus estimable que le bon sens et la justesse de l'esprit dans le discernement du vrai et du faux”

Los señores de Port Royal[1]

La lógica ha significado cosas diferentes a lo largo de su historia, tanto en relación a sus propósitos como a la calidad de sus objetos de estudio o del valor epistémico de sus resultados. Esta evolución ha contribuido positivamente a determinarla como lo que ella es hoy, dado que por su intrínseca naturaleza no constituye un cuerpo de conocimiento objetivo, sino una herramienta convencional que, por la misma razón, acumula sus enfoques sin destruir los anteriores. Es posible distinguir cuatro grandes períodos en el desarrollo de la lógica, de los que pasaremos a hablar a continuación:

1) Lógica griega
2) Lógica medieval
3) Lógica moderna[2]
4) Lógica matemática

1 . 1 La lógica griega[3]

La cultura griega de los siglos clásicos se caracterizó, entre otras muchas cosas, por el rol

1 “*No hay nada más estimable que el buen sentido y la justicia del espíritu en el discernimiento de lo verdadero y de lo falso*” en *La logique ou l'art de penser*.

2 Por “modernidad” entenderé, a todo lo largo de mi trabajo, el período histórico y las corrientes de pensamiento que van desde el renacimiento italiano en el siglo XV hasta la decadencia del romanticismo a fines del siglo XIX, mientras que usaré el a veces incómodo concepto de “época” o “pensamiento contemporáneo” para referirme al los hechos y corrientes de pensamiento del siglo XX hasta nuestros días.

3 El sumario histórico presentado en estas cuatro primeras secciones sigue de cerca el texto Kneale & Kneale, 1972. De allí se han tomado las referencias a nombres, títulos y episodios importantes, salvo en los casos donde expresamente se cite a otras fuentes.

destacado que tenían en su sociedad el discurso y la palabra. Las guerras fueron terminando y las ciudades-estado comenzaron a negociar, a intercambiar mercancías y a tramar alianzas, a firmar tratados y comenzar negocios; y la democracia en Atenas elevó a los grandes oradores y demagogos. Los sabios y maestros de oratoria, conscientes del valor de sus enseñanzas, no desaprovecharon la oportunidad y fueron de isla en isla, de puerto en puerto, enseñando retórica, escribiendo leyes y constituciones, y sobre todo, haciéndose inmensamente ricos.

Este es el caldo de cultivo intelectual en el cual, hace unos dos mil trescientos años, nació la filosofía. Ya en su primera generación de pensadores, Pitágoras y su secta habían inventado y sistematizado una poderosa herramienta, la *reducción al absurdo*, y la habían utilizado para obtener algunos importantes resultados, que hoy se consideran los hitos fundacionales de la matemática (entre ellos la irracionalidad de la diagonal del cuadrado; de lo que se sigue la forma general de teorema que lleva su nombre).

La *reducción al absurdo* es un modelo de razonamiento según el cual, si una suposición nos lleva a aceptar conclusiones absurdas o conocidamente falsas, entonces nos concede que dicha suposición debe ser falsa. La intelectualidad griega reconoció rápidamente el valor del método pitagórico, y éste no tardó en ser asimilado y adaptado para los más variados fines. La primera filosofía se había encargado de buscar explicaciones racionales para la naturaleza, pero en la Atenas de los tiempos de Sócrates esto daría un vuelco sorpresivo.

El "tábano", como le llamaban, buscó y enfrentó a los maestros de oratoria, y les mostró la diferencia entre discursar para convencer al adversario y argumentar para hallar la verdad. Sócrates fue un maestro innato en el arte de *reducir al absurdo,* y con su talento deslumbró a los jóvenes filósofos, avergonzó a los más renombrados sabios de la época... y se ganó una condena de muerte.

Platón aprendió de Sócrates este método de investigación filosófica, la *dialéctica*, y fue el que enseñó y sistematizó (suponemos, porque no nos ha llegado ningún tratado al respecto) en sus lecciones en la Academia.

Pero aunque la *reducción al absurdo* y la *dialéctica socrática* son dos aportes significativos de la filosofía griega a la lógica, el verdadero impulsor de ésta es, por supuesto, el discípulo más eminente de Platón: Aristóteles.

Como corresponde a todo gran aprendiz, Aristóteles fue el más agudo crítico de las enseñanzas de su maestro, y para cuando murió este último las diferencias entre ambos eran insoslayables. Luego de que le negaran el rango como sucesor de Platón, el Estagirita abandona la Academia y se decide a buscar sus propias respuestas.

Platón era una eminente autoridad intelectual en la época, y Aristóteles estaba consciente de que se llevaba la "carga de la prueba". Por lo que, para cuando fundó el Liceo y comenzó a dictar sus propias lecciones, se tomó la libertad de hacer antes un estudio que sería absolutamente revolucionario: sistematizar las reglas que determinan la validez de los argumentos, atendiendo a su forma y no a sus contenidos.

Los seis tratados que escribió Aristóteles al respecto *(Categorías, Sobre la Interpretación, Primeros Analíticos, Segundos Analíticos, Tópicos* y *Refutaciones Sofísticas*) se consideran la piedra fundacional de la lógica. Entre este pequeño corpus (que sus discípulos más tarde compendiaron en el *Organon*, voz griega que quiere decir *Instrumento*) se hace tratamiento de temas diversos: hallamos una doctrina (a medio camino entre psicológica y ontológica) acerca de los conceptos (*Categorías*), un tratado sobre formas del discurso (*Tópicos*), un manual de retórica para identificar falacias (*Refutaciones sofísticas*), un primer tratado de lingüística (*Sobre la Interpretación*), un sistema formal de deducción (*Primeros Analíticos*) y un tratado sobre razonamiento inductivo, que puede considerarse también una metodología científica (*Segundos Analíticos*).

De los anteriores, *Sobre la Interpretación* y *Primeros Analíticos* desarrollan el sistema que con más propiedad es llamado la *Lógica aristotélica*. Aplicando un método de simplificación idealizada que caracterizará luego a la lógica hasta nuestros días, Aristóteles estandarizó todos los posibles juicios y los clasificó de acuerdo a dos criterios: si unían conceptos (afirmaciones) o los separaban (negaciones), y si lo hacían predicándolos de todos los objetos (universales) o sólo de algunos (particulares). Una vez aplicada la norma, los contenidos específicos de cada juicio se hacen irrelevantes, como bien notó el Estagirita, y es posible entonces chequear mecánicamente la validez o invalidez de todos los argumentos (*silogismos*, de la voz griega análoga que quiere decir *cálculo*) que combinen términos (conceptos, en este caso) siguiendo algunas condiciones de formalidad preestablecidas (dos premisas y una conclusión con tres términos en juego y no más de dos en cada juicio, etc).

La lógica para Aristóteles no era objeto de conocimiento filosófico, sino que debía ser aprendida antes que cualquier otro conocimiento: "Es preciso, en efecto, llegar a la investigación sabiendo previamente acerca de [los Analíticos], y no aprenderlos mientras se investiga" (Aristóteles, 1982a p. 165 – 1005b 3). Esto se debe a que, al realizar la abstracción de los contenidos de los juicios, la lógica no habla acerca de algo en particular, sino que muestra la forma de decir todas las cosas. "La "lógica" de Aristóteles es eso precisamente, *logiká:* es un *decir*, que de por sí no tiene más "cuerpo" que el que le da la referencia objetiva de *lo que se dice* (lo cual puede ser, a su vez, cualquier cosa)” (Sanmartín en Aristóteles, 1982b p. 7).

Mientras la lógica de Aristóteles se ocupaba sólo de estos juicios categóricos, los estoicos y otros filósofos de Mégara desarrollaron una lógica que estudiaba los razonamientos basados en proposiciones de la forma «esto o aquello» (disyuntivos) o «si esto entonces aquello» (hipotéticos). Estos estudios fueron recogidos y desarrollados también por la tradición, pero la fama de sus creadores no llegó a competir contra la del “Maestro de los que saben”, y tristemente se los interpretó como ampliaciones o adaptaciones del sistema aristotélico.

Euclides, el gran matemático griego, tal vez no hizo muchos aportes a la lógica, pero sí a la matemática, y ello vendría luego a tener consecuencias cruzadas, cuando ambas disciplinas se encontraran. En *Elementos* desarrolla magistralmente la axiomatización, es decir, la reducción de un cúmulo de verdades (geométricas y aritméticas) por ligazón lógica estricta a un conjunto breve y simple de verdades aceptadas por verdaderas, y un grupo de conceptos definidos en términos oscuros, pero aceptados como primitivos en el ejercicio de demostración.

1 . 2 La lógica latina y medieval

Como la lógica griega del último período estaba relacionada con la argumentación, era de esperarse que despertara el interés antes en los maestros de retórica que en los filósofos metafísicos o en los matemáticos. Hubo, además, razones políticas para que a Aristóteles se lo perdiera de vista en el panorama intelectual del período helenístico, pero la influencia del estoicismo y su lógica proposicional, sistematizada por Crisipo, ya se había comenzado a mezclar con el “instrumento” del Estagirita, y se continuaría estudiando como doctrina dura, aunque a veces su autor pasara desapercibido.

Como sabemos, los textos de Aristóteles fueron casi olvidados en la Europa de la alta Edad Media, pero se conservaron y estudiaron entre los árabes. Más tarde ellos mismos volverían a introducir al pensador en el viejo continente, y tomaría fuerza su estudio y su influencia por la figura eminente de Santo Tomás y otros teólogos de la época.

La escolástica le dio un uso profundo y sistemático a la lógica, porque, como los grandes problemas de su filosofía giraban en torno a la teología -donde la experiencia directa de los objetos en cuestión es imposible- era evidente que toda elucidación debía hacerse por análisis y combinación de los conceptos que ya estaban presentes en la cabeza. Los métodos poéticos de la mística y la teología negativa fueron entonces reemplazados por el ejercicio racional de la búsqueda de la divinidad: la *Suma Teológica* de Santo Tomás es un ejemplo notable de cómo la lógica puede ser utilizada fructíferamente para resolver (o pretender resolver) esta clase de problemas.

La lógica latina y medieval introdujo algunos importantes componentes a la lógica griega, y que vale la pena mencionar. Tenemos, en primer lugar, a Boecio, quien entre otras cosas completó la doctrina aristotélica de las oposiciones con dos que el Estagirita no había designado, y complementó los cuadros de *Sobre la Interpretación,* dando origen así al cuadro de oposiciones que llegó hasta nosotros:

Universal Afirmativo	contrarias	*Universal Negativo*
subordinada	contradictorias	subordinada
Particular Afirmativo	sub-contrarias	*Particular Negativo*

Fig. 1 – Cuadro clásico de oposiciones

Donde las contrarias no pueden ser ambas verdaderas, las sub-contrarias no pueden ser ambas falsas, las contradictorias son a la vez contrarias y sub-contrarias, y la subordinación indica que la verdad del juicio superior fuerza a la verdad del inferior, no así su falsedad. Cabe mencionarse que sólo las dos primeras son presentadas explícitamente por Aristóteles (Aristóteles, 1988). Sobre la relación de subordinación se creó también la cuarta figura del silogismo, que completa las cuatro que llegaron hasta nosotros.

Otro importante cambio de enfoque que realizaron los medievales fue considerar los juicios categóricos ya no como relaciones entre conceptos sino aseveraciones de propiedades sobre objetos o individuos. Así, los juicios que en Aristóteles tenían una forma más o menos así:

A se da en todo B

Ahora son interpretados como:

Todos los B son A

Que es la forma del juicio Universal Afirmativo a la que estamos acostumbrados[4].

Durante la Edad Media se descubrió también la importancia del importe existencial, que debilitaba la relación de subordinación; esto es, la posibilidad de que algunos conceptos no posean objetos reales que los satisfagan. Se introdujo también la reducción de los juicios existenciales del tipo «Sócrates es hombre» a la forma de los Universales Afirmativos.

Otro de los textos que más tarde tendrá profundas repercusiones en el desarrollo de la lógica es el *Universam Logicam Quœstiones*, originalmente atribuido a John Duns Scotus, aunque hoy se sabe que es apócrifo (Kneale & Kneale, 1972). En uno de los comentarios en ese libro se hace un estudio sistemático de las *consequentiœ,* y de allí deriva un postulado que será decisivo en siglos posteriores: el *ex contradictione sequitur quodlibet*, o que de una contradicción se puede demostrar formalmente cualquier cosa.

Este resultado es importante, porque la noción ambigua de "absurdo" manejada por los griegos, aunque ya había sido intuitivamente comprendida como contradicción tanto por Pitágoras como por Sócrates-Platón y Aristóteles, toma ahora un sentido mucho más preciso, sobre todo en lo relativo a por qué se las debe exorcizar.

El último de los aportes que debemos destacar en el desarrollo medieval de la lógica, es que comienzan a hacerse populares las "Tres Leyes de la Lógica", que serían[5]:

1) Ley de Identidad: *Todo ente es un ente*
2) Ley de Contradicción: *Ningún ente es y no es*
3) Ley de Tercero Excluido: *Los entes son o no son*

Atribuyéndoselas, con más o menos apoyo en los textos, al mismo Aristóteles. Esto, como veremos más adelante, es cuestionable por varias razones, pero cabe destacarse la amplia aceptación e influencia que esta opinión ha tenido, incluso hasta nuestros días.

1 . 3 La lógica moderna

Uno de los rasgos característicos de la filosofía y la ciencia modernas fue el desprecio por todo

4 En la Introducción a *Primeros Analíticos* en Aristóteles, 1989 hay un estudio interesante al respecto. En Béziau, 2014a se mencionan también algunas consecuencias negativas que esta interpretación habría tenido, en la lógica contemporánea, para la lectura correcta de la obra aristotélica.

5 He intentado emular la forma de redacción que tenían los autores medievales, pero son expresiones mías.

lo que provenía de la escolástica. Y eso, por supuesto, no podía sino incluir a las aburridas mnemotecnias de la lógica y su nulo interés para los métodos empíricos.

Descartes fue uno de los primeros en pronunciarse contra la noción de lógica en términos de silogística, porque la consideraba inservible. Por el contrario, alabó el valor del sentido común en la investigación y buscó sistematizarlo en su método científico, dando con esto a la lógica un sentido diferente al que había manejado la tradición medieval (Béziau, 2010a). Otros autores -como Ramus- también comprendieron a la lógica como una primera teoría del método científico, y ya no tanto como una ciencia de los conceptos (Kneale & Kneale 1972). Un texto de este período que merece ser mencionado por su amplia influencia es *La logique, ou l'art de penser* escrito por Antoine Arnauld y Pierre Nicole y publicado en 1662; conocido más popularmente como la Lógica de Port-Royal. En él se hace exposición de la silogística y la lógica medieval, pero también de las ideas cartesianas en torno a la metafísica y la teoría del conocimiento, que no perderían su validez pedagógica sino hasta el siglo XIX, en que fue quedando paulatinamente obsoleto.

El rescate de la lógica por parte de la filosofía vino más tarde, cuando el racionalismo se convirtió en una corriente epistemológica importante. Igual que como sucedía con las matemáticas, la necesidad y universalidad de las verdades lógicas, así como la alta abstracción de sus objetos, parecían argumentos sólidos contra el empirismo pero también eran evidencia del gran valor que tenían entre los demás conocimientos.

El autor más importante de este período sin duda es Leibniz, prominente filósofo y matemático del siglo XVIII. A él le debemos las primeras intuiciones concretas hacia un simbolismo universal, conspicuo y libre de ambigüedades, que él llamaba *lingua philosophica* o *characteristica universalis*. Este lenguaje no sólo serviría "para la mera comunicación del pensamiento sino también para pensar" (Kneale & Kneale, 1972 p. 302). Leibniz, aunque fracasó en su empresa, previó que todos los conocimientos (científicos, filosóficos y matemáticos) debían poder reducirse a una sola ciencia unificada de la demostración, una lógica que tendría más el sentido profundo de las *leyes del pensamiento* que de las reglas de inferencia y argumentación que se había manejado en la época griega, o la combinación medieval de conceptos.

Immanuel Kant vendría, años después, a consagrar esta noción en sus oscuras meditaciones en torno a la Lógica Trascendental. A él le debemos el término "lógica formal", y la distinción entre juicios sintéticos y analíticos, *a priori* y *a posteriori*, que sólo entraría en crisis durante la segunda mitad del siglo XX, con los trabajos de W. O. Quine al respecto. Pero, aunque muchas veces se lo considera un lógico importante en la tradición, es un hecho que introdujo más confusiones que adelantos. Baste como ilustración este pasaje de Kneale & Kneale, 1972, relativo a la tabla de los juicios que figura en la *Crítica,* B VIII:

> "El hecho de haber podido incluir exactamente tres especies bajo cada encabezamiento es desde luego puramente accidental, pues los miembros de dichas tríadas no se hallan realmente coordinados y la tricotomía no se inspira en ningún principio común a todos esos casos. Mas Kant da la impresión de conceder cierta importancia a la simetría de su esquema, sosteniendo aparentemente (*a*) que todo juicio puede ser emplazado en alguno de los tres casilleros en los que se divide cada uno de los cuatro encabezamientos, y (*b*) que cada uno de esos casilleros bajo un encabezamiento dado puede ser combinado con cada uno de los casilleros incluidos bajo los restantes encabezamientos. Tales suposiciones son equivocadas. Por ejemplo, no podemos contar con un juicio hipotético negativo, pues la presencia de la negación en el antecedente o el consecuente de un juicio hipotético no convierte en negativo a la totalidad de este último, mientras que la negación de semejante juicio en su totalidad le haría perder su condición de hipotético. Tampoco tiene sentido hablar de un juicio disyuntivo particular, pues, si bien uno cualquiera o cada uno de los juicios disyuntos podrían ser particulares de acuerdo con la clasificación aristotélica, la disyunción en su conjunto no posee un término-sujeto en el sentido de Aristóteles ni admite por lo tanto ser clasificada bajo el encabezamiento de la cantidad. Todas estas confusiones obedecen a un fallo en la debida apreciación de las relaciones existentes entre las contribuciones aristotélica y estoica a la historia de la lógica, un fallo nada sorprendente en quien sin más da por sentado que todo lo que de valioso pueda haber en la lógica tradicional proviene de Aristóteles" (p. 328-9).

Tal vez el aporte más influyente de Kant a la lógica haya sido clasificarla como una ciencia sintética y *a priori*, es decir, que siguió el camino seguro de la ciencia y fue inaugurada y terminada por Aristóteles, que su verdad es universal y necesaria, y que debe ser aceptada sin más por cualquier ente racional. Esta idea condensa de manera perfecta esta noción de que la lógica es sólo expresión de las leyes del pensamiento, y que por lo tanto no depende en modo alguno de convenciones arbitrarias. La tradición idealista trascendental alemana interpretará, con más o menos fidelidad al aparato conceptual kantiano, a la lógica en un sentido muy parecido.

El punto culminante de este período, ad portas de lo que será la gran revolución de la lógica, está en la obra de George Boole, matemático del siglo XIX que escribió *An Investigation of the laws of thought* (1854), libro que se considera el gran precursor de la revolución matemática en la lógica[6]. En él Boole investiga algunas operaciones lógicas como la disyunción y la conjunción de los juicios, y muestra cómo puede aplicarse un tratamiento algebraico, similar en espíritu a la abstracción formal de Aristóteles y en concordancia con las pretensiones de Leibniz, sólo que esta vez fundado en aparatos matemáticos concretos.

6 Sin embargo, no es el primer libro que el autor escribió acerca del tema.

1 . 4 La lógica matemática

Se ha dicho a menudo que en toda la historia sólo ha habido dos lógicos que, por la profunda y amplia importancia de sus aportes, deberían considerarse como los más grandes lógicos de todos los tiempos. El primero es Aristóteles y el segundo es Gottlob Frege (1848 – 1925).

Aunque su obra ha tenido una trascendencia e influencia más que significativas, el aporte más importante del lógico alemán es la teoría de la cuantificación[7]. Las reglas sintácticas para ligar variables y la manera de interpretarlas correctamente, sustituirlas e introducirlas en una expresión constituyen el rasgo característico de la lógica matemática y de seguro también su condición de posibilidad. Leibniz, por ejemplo, aunque intuía que la relación entre lógica y matemática era cercana, no fue capaz de unificarlas, y ello se debe en gran parte al imperfecto simbolismo de su época y a la importante influencia de la lógica medieval en su visión de la misma. Boole, por otra parte, había reducido las operaciones proposicionales al álgebra, pero no había una forma de transitar desde la lógica hacia la matemática rescatando la teoría de los juicios categóricos, parte fundamental de las doctrinas de la primera. Con la teoría de la cuantificación presentada por primera vez en los *Begriffsschrift* de Frege se da el paso final y la conexión entre lógica y matemática queda definitivamente consolidada.

Frege también es precursor del proyecto logicista, de acuerdo con el cual la matemática se funda totalmente en la lógica, que sigue siendo, en esta etapa, expresión de las leyes del pensamiento; o, en última instancia, objetos propios de la razón que expresan aserciones de máxima generalidad.

La introducción de la matemática en la lógica fue un paso fructífero sobre todo para esta última disciplina, porque favoreció el pensamiento analítico de sus conceptos sin considerar la preeminencia de su valor filosófico. Grandes lógicos de la época como Jan Łukasiewicz exploraron las diferencias sustantivas entre la visión filosófica y la visión matemática de la lógica, y ensalzaron esta última como la más fértil para los futuros progresos de la disciplina (Łukasiewicz, N/E).

El desarrollo del método axiomático, que Euclides había inventado en la Grecia helenística y que por siglos había sido una aspiración sin resultados nuevos concretos, también experimentó revoluciones sustantivas con los trabajos de Peano y Hilbert. Estos aportes casaron naturalmente con la lógica, y se volvieron a pensar las nociones euclidianas de axioma, postulado y definición, ahora interpretados como fórmulas y elementos primitivos; los Axiomas, por ejemplo, ya no son “verdades

7 En cualquier caso, cf. Béziau, 2005.

evidentes por sí mismas" sino fórmulas de las cuales se puede obtener una cantidad óptima de otras fórmulas, los *teoremas*.

De aquí en adelante la lógica experimenta un crecimiento exponencial sustantivo en sus alcances, conceptos y métodos. No es posible dar un sumario de esta evolución que le haga plena justicia, pero para lo que veremos baste lo que se dirá a continuación. Por lo demás, es la lógica clásica que se aprende en cualquier ramo de Lógica en el mundo, ya sea en una carrera de filosofía o en una carrera de matemática, y la que aparecerá en cualquier manual introductorio.

En primer lugar, se hacen populares dos maneras de abordar el estudio de la lógica: desde el punto de vista del significado de sus símbolos (la *semántica*) o de su manipulación (*sintaxis*). Entre ambas concepciones se establecen dos grandes relaciones metalógicas, la *completud* (todas las verdades semánticas son teoremas) y la *corrección* (todos los teoremas son verdades semánticas).

La idea del lenguaje lógicamente perfecto, alguna vez soñado por Leibniz, se vuelve una posibilidad concreta, y se desarrollan formalismos de alta complejidad y poder expresivo en este tiempo. Las motivaciones filosóficas detrás de estos trabajos, así como sus resultados más prominentes, son importantes antecedentes para la filosofía del lenguaje, la lingüística, la computación y la investigación en Inteligencia Artificial.

La lógica modal (de los *modos* de verdad: posibilidad, necesidad, etc), aunque había sido inventada por Aristóteles y estudiada en la Edad Media, recibe un nuevo tratamiento y experimenta una considerable expansión gracias a la semántica de mundos posibles de Saul Kripke; Alfred Tarski por su parte también introdujo importantes elementos, entre ellos la semántica "en T" y la distinción entre lenguaje-objeto y meta-lenguaje, lo que ayudó a resolver definitivamente un gran número de conocidas paradojas de autorreferencia.

La lógica retorna así al centro de la discusión en filosofía y en ciencia, considerándose un referente obligatorio para todas las investigaciones; y a la vez que se la dignifica, se la libera también de sus antiguas amarras. La idea kantiana de ciencia sintética y *a priori* termina de morir en la primera mitad del siglo XX, y con Quine se consolida definitivamente la idea de que la lógica no es expresión de las leyes inmutables del pensamiento, sino un aparato convencional que lo que pretende es ilustrarlas o reflejarlas al nivel óptimo de utilidad.

1 . 5 El tiempo de las lógicas

Frege, al comienzo de su *Begriffsschrift,* manifiesta que su lógica es radicalmente distinta de la lógica de la tradición, al menos en el enfoque; y sin embargo, hacia el final del texto, él mismo demuestra cómo en su notación las oposiciones tradicionales siguen conservándose (constituyendo esa página el mejor ejemplo de la genialidad y trascendencia de los aportes del autor (v. Frege en Heijenoort, 1967)); lo que, muy a pesar de su entusiasmo, no ayuda precisamente a sostener su visión innovadora de la "nueva" lógica.

Precisamente, aunque muchos lógicos matemáticos de los últimos cien años se consideraron como revolucionarios respecto de la "vieja" lógica, lo cierto es que sus primeros desarrollos no fueron contra las ideas que sustentaban a la lógica de la tradición, sino que las perfeccionaron.

El núcleo conceptual de la lógica clásica se puede condensar en estas "Tres Leyes" y "Un carácter", TLUC (He et al., 2007):

1) *Ley de Bivalencia*: el valor de verdad de toda fórmula pertenece al conjunto {0, 1}.
2) *Ley de Contradicción*: una proposición y su negación no pueden ser ambas verdaderas[8].
3) *Ley de Tercero Excluido*: una proposición y su negación no pueden ser ambas falsas.
4) *Mundo cerrado*: toda la información necesaria para el razonamiento está disponible y es estática.

Sin embargo, la libertad de la lógica matemática favoreció que la investigación en torno a la lógica se alejara paulatinamente de su núcleo central, y en las últimas décadas la lógica ha visto la aparición de numerosos formalismos, todos los cuales aseguran ser "lógicos" aunque difieran más o menos de la clásica o de los demás.

Se ha intentado en varias oportunidades hacer un catálogo intuitivo de las lógicas no-clásicas que permita ordenarlas con claridad. De ellos el más popular es el de Susan Haack, que distingue entre lógicas *ampliativas* y *divergentes* (Haack, 1991). La idea general es que existen dos maneras de alejarse del canon: ya sea agregando nuevos elementos que permitan extender la formalización para brindarle a la lógica un mayor poder expresivo (y que sería el caso de las lógicas temporales, epistémicas, deónticas, modales, etc), o bien introducir cambios conceptuales o restricciones, a fin de crear

8 Surge a menudo la polémica sobre si la manera correcta de designar este principio es "de Contradicción" o "de no-contradicción". Aquí he colocado la de los autores, sin embargo, la conservaré por dos razones: 1) es más corta, y 2) me parece que sigue teniendo sentido, puesto que al decir "Ley de Contradicción" sólo estamos anunciando que ella se refiere a las contradicciones, no que lo que vayamos a decir sobre ellas sea positivo. Con todo, tómese en consideración que ambas denominaciones refieren, aquí al menos, a lo mismo.

formalismos que permitan obtener resultados incompatibles con la lógica clásica (como por ejemplo las lógicas relevantes, paracompletas, plurivalentes, etc).

De las dos clases, es indudable que las segundas revisten mayor importancia tanto en lo matemático como en lo filosófico, porque hacen crecer a la disciplina de maneras inesperadas. Existen cuatro sistemas que cabe destacar, tanto por su relevancia histórica como por sus implicaciones filosóficas, y que desafían cada uno de los cuatro elementos que constituyen el TLUC[9]:

1) *Lógica difusa*: donde las proposiciones toman valores de verdad en el intervalo real [0,1].
2) *Lógica paraconsistente*: donde de una contradicción no siempre se sigue cualquier cosa.
3) *Lógica intuicionista*: donde una proposición y su negación pueden ser ambas falsas.
4) *Lógica no monotónica*: donde las deducciones formales son sensibles a la nueva información, o al cambio de la información anterior.

De las cuatro, la más temprana fue la intuicionista, propuesta como metodología matemática por L. Brouwer a principios del siglo XX y formalizada por su discípulo A. Heyting en la década de los '20. En las ideas del primero, la matemática es el resultado de la operación constructiva del intelecto sobre sus intuiciones puras, por lo tanto, un objeto matemático sólo existe si se lo puede construir, y sólo es imposible cuando la suposición de su existencia entraña alguna contradicción (en sentido griego, es decir, un absurdo). Por lo tanto, Brouwer está en contra de los razonamientos por *reducción al absurdo* cuando ellos se utilizan para obtener resultados positivos. Ello en el plano lógico lleva a rechazar el Principio de Tercero Excluido y todos los modos de razonamiento basados en él[10].

La lógica paraconsistente, quizás la más polémica, nace en el año 1963 con la publicación del texto para promoción de Newton A. C. Da Costa, *Sistemas formais inconsistentes.* En él, el matemático brasileño presenta un sistema lógico dentro del cual una contradicción no permite deducir cualquier cosa. Debilita así la idea, popular desde la Edad Media y consagrada por todos los grandes lógicos posteriores, de que las contradicciones deben evitarse *porque* producen explosión (i. e. permiten deducir cualquier oración bien construida). Aunque esto no sea exactamente un ataque al Principio de Contradicción, sí promovió el surgimiento de otros formalismos (las lógicas dialécticas) y corrientes filosóficas (como el dialecismo[11]) que, sobre la base de la paraconsistencia, promovieron ataques al

9 Tómese a consideración que no son los únicos, en cualquier caso.
10 Los detalles de la propuesta pueden revisarse en Heyting, 1976.
11 Traduzco *dialetheism* por *dialecismo* y no por *dialeteísmo*, porque el neologismo inglés proviene de las palabras griegas *dia* y *alezeia*, “dos verdades”, y esta última se transforma al castellano pasando la “ϑ” a “c”, como en *Alicia* (nombre

Principio de Contradicción en sí mismo (Bobenrieth, 1996).

La lógica difusa fue desarrollada por el matemático azerbaiyano Lotfi Zadeh en la década de los '60 también, a partir de sus propias innovaciones en lo que llamó teoría difusa de conjuntos. La idea central es considerar los infinitos estados entre la inclusión completa (o verdad completa, en la lógica) y la exclusión completa (o falsedad completa) e introducir aparatos matemáticos para manipularlos. Para ello se considera que los valores de verdad de las proposiciones pertenecen al intervalo real [0,1]; y desde allí, las conectivas clásicas reciben nuevas definiciones, en términos de operaciones algebraicas de números reales.

La lógica difusa se puede considerar la máxima lógica plurivalente, que son aquellas donde el conjunto de valores de verdad es estrictamente mayor a 2; y ha tenido una aplicación muy amplia, desde la Inteligencia Artificial hasta la programación de lavadoras.

La lógica no monotónica, por último, desafía una serie de ideas relacionadas con la naturaleza de la deducción y sus resultados. Una de las propiedades principales de un torniquete de deducción clásica es la *monotonía*, es decir, que las consecuencias de un conjunto **B** son también consecuencias de un conjunto **C** si **B** es un subconjunto de **C**. Dicho en otras palabras, toda vez que una consecuencia es obtenida de un conjunto de premisas, esta consecuencia no se debilita ni se modifica por la introducción de nueva información. Las lógicas no monotónicas (porque no hay una sola) son formalismos que intentan modelar aquellos razonamientos cotidianos, de sentido común, en los cuales no siempre se posee toda la información sobre un asunto.

1 . 6 La Lógica Universal

La divergencia lógica, que puede considerarse como el espíritu general de la lógica matemática de los últimos cincuenta años, ha puesto en tela de juicio una serie de nociones básicas, desde las preguntas filosóficas básicas (¿qué es la lógica?) hasta los problemas matemáticos más específicos (¿qué clase de estructura algebraica puede servir como semántica para un sistema paraconsistente?).

Ante la contingencia han surgido en los últimos años tres propuestas diferentes para abordar el problema de la unicidad de la lógica. Cada una de las tres puede considerarse como independiente de las otras, pero tienen la característica común de desarrollar en algún sentido la idea de lógica *universal.*

El primero y quizás más importante es el trabajo del profesor Jean-Yves Béziau, francés

que deriva directamente de *Alezeia*), y no a "t".

radicado actualmente en Brasil. Comenzó sus estudios en lógica paraconsistente, y de allí giró hacia la pregunta por una teoría general de las lógicas que permitiera considerarlas desde un nivel de abstracción suficientemente alto como para incluirlas a todas sin prestar atención preferente a ninguna. El resultado es una teoría de alta abstracción, similar al Álgebra Universal, de corte bourbakiano, según la cual todas las lógicas son estructuras que sólo tienen en común la existencia de una relación de "deducibilidad", que parea subconjuntos de un dominio **S** con elementos de **S**. Qué sean estos elementos y cómo y de qué manera se relacionen con los subconjuntos, es específico de cada estructura (Béziau, 1994; 1997; 2006a; 2007a; 2010b; 2014b).

La otra propuesta fue adelantada por Ross Brady, profesor asociado de la Universidad de La Trobe, Australia. A fin de mostrar cómo las paradojas tanto de conjuntos como semánticas pueden resolverse de manera sistemática, presentó en 2002 un sistema de lógica relevante débil, con la que se pueden obtener algunos resultados significativos. Aunque tiene muy interesantes aplicaciones y alcances, es un trabajo de importancia menor en lo que respecta al tema que nos convoca y no se lo tomará en consideración.

La última vertiente en el área fue abierta por el profesor chino Huacan He, quien ha sido el principal exponente, aunque no el único, de una serie de publicaciones que comenzó en el año 2001 con la aparición de su monografía *Principle of Universal Logics.* La propuesta de He y sus colaboradores es el desarrollo de un sistema formal basado en la lógica difusa, donde la flexibilidad es introducida en todos los niveles, incluyendo el de las conectivas; de esta forma, se obtiene un sistema con el poder expresivo suficiente para que todos los demás (en el sentido más amplio posible) se den como casos particulares. Con él, se espera poder unificar los estudios en Inteligencia Artificial y ciencias de la información, pero también proporcionar un sostén lógico para una nueva ciencia basada en las nociones de evolución, cambio constante, incertidumbre y proceso caótico (He, 2005; et al., 2007).

La primera edición en inglés del libro *Principle of Universal Logics* es del año 2005, y es la que figura en la bibliografía (He, 2005)[12].

12 Es difícil determinar a ciencia cierta el impacto de este trabajo, principalmente porque la mayoría de las publicaciones posteriores se han hecho en China; lo que para cualquier otro país podría significar un mal síntoma, pero no para el más poderoso y poblado del mundo. Con todo, el trabajo de He no es desconocido entre los círculos de la Lógica Universal occidental, y él mismo participa del comité editorial de la revista *Logica Universalis,* de la cual Béziau es el editor en jefe.

Capítulo II

Visiones de la Lógica Universal

"*Οὐκ ἐμοῦ, ἀλλὰ τοῦ λόγου ἀκούσαντας ὁμολογεῖν σοφόν ἐστιν ἓν πάντα εἶναι*"

Heráclito de Éfeso[13]

La expansión y diversificación de la lógica puede aparecer, en ojos de quienes la tenían por la expresión de las leyes del razonamiento, como un estado de crisis, un período de decadencia que trae consigo al escepticismo y la relatividad. Por otra parte, quienes ven la eclosión del núcleo lógico como un hecho positivo, a menudo sacrifican la preocupación por preguntas y problemas fundamentales, en favor de sostener una posición de máxima tolerancia y pluralismo ante las nuevas propuestas. Ambos enfoques yerran en no considerar el fenómeno con el rigor esperable (Béziau, 2014b); y en este sentido, Lógica Universal se presenta como un primer enfoque sólido para reunificar y articular coherentemente los estudios de la(s) lógica(s).

Por supuesto, este enfoque universal no tendría sentido si se quedara sólo en una declaración de buenas intenciones; debe presentar un marco conceptual concreto dentro del cual puedan ser formuladas las preguntas y proyectadas las respuestas. Jean-Yves Béziau lleva veinte años trabajando en una propuesta original (Béziau, 1994; He, 2005) que recoge los aportes de prominentes lógicos y matemáticos anteriores (Tarski, Gentzen y Birkhoff entre ellos) y los sintetiza en una teoría universal de las lógicas.

2 . 1 Los caminos de la Lógica Universal

Ocurre a veces en la filosofía que se pretende haber dado cuenta de un fenómeno o realidad con sólo darle un nombre, como el cómico personaje de Molière que explicaba, eruditamente, los efectos somníferos del opio a su particular "propiedad dormitiva". En efecto, la filosofía de la lógica de la segunda mitad del siglo pasado incurría un poco en errores parecidos, al asumir que la preocupación

13 "*No escuchándome a mí, sino al Lógos, hallaréis juicioso convenir en que todas las cosas son una*" fragmento 50.

teórica por los diversos sistemas formales que se iban presentando y estudiando debía limitarse a dar nombres y categorías para organizarlos y presentar taxonomías generales con las cuales descomponerlos.

Un ejemplo puede resultar más iluminador. Considérese la siguiente descripción de sistema lógico:

Un sistema lógico *S* es un triplete < *L, S, D* > donde

1) *L* es un lenguaje formal, compuesto de
    1. Símbolos primitivos
    2. Reglas de formación de símbolos compuestos
2) *S* es una semántica, compuesta de
    1. Un conjunto de valores de verdad
    2. Una función (llamada interpretación) que parea cadenas de símbolos de *L* con valores de verdad
3) *D* es un cálculo deductivo compuesto de
    1. Axiomas (puede ser vacío)
    2. Reglas de Inferencia (al menos una)

Muchos podrían estar de acuerdo con que esta definición rescata de forma bastante general los principales componentes de un sistema lógica, y sobre la base de esto podría llegarse a pensar que una buena filosofía de la lógica se preocupará ahora de presentar clasificaciones basadas en las peculiaridades de cada uno de estos elementos (como la clasificación de Da Costa presentada en Bobenrieth, 1996 apéndice A).

Sin embargo, estamos ante una sencilla descripción estándar, que no forma parte de un aparato conceptual más amplio y por lo tanto no proporciona directrices de sistematicidad para el estudio abstracto de los sistemas que describe.

La filosofía de las lógicas de Susan Haack, popular incluso en nuestros días por su terminología sencilla e intuitiva, comete en parte este error al fundarse en criterios superficiales y poco objetivos (Béziau, 2006a); prueba de ello es que al entrar en problemas específicos se vuelve absolutamente inútil. Por ejemplo, se dice que las lógicas divergentes son lógicas que debilitan la lógica clásica, quitándole reglas o axiomas (Haack, 1991), por lo que las lógicas intuicionistas y paraconsistentes caerían bajo esta categoría. Pero, ¿cómo se explica entonces que la lógica proposicional clásica pueda derivarse dentro de ambas? (Béziau, 2006a).

Salir de esta complicación no es sencillo. Una posible solución, la alternativa preferida por los lógicos matemáticos, fue considerar a las lógicas como ejemplares de otras estructuras, por ejemplo las álgebras, y trabajarlas entonces como si se tratara sólo de tales. Este enfoque suplía las falencias de la terminología de Haack, y facilitó el trabajo durante algún tiempo, pero a cierta altura comenzó a hallar limitaciones también (Béziau, 2007a); por ejemplo, cuando se adelantaron lógicas paraconsistentes no algebraizables (Béziau, 1997).

La propuesta de Jean-Yves Béziau intenta recoger las ventajas de ambos enfoques: la máxima tolerancia de Haack, y la máxima precisión y sistematicidad de las aproximaciones matemáticas. El resultado es una teoría abstracta basada en la noción bourbakiana de estructura, que define a las lógicas como estructuras-madre, a la par con las otras tres grandes estructuras matemáticas, las algebraicas, topológicas y de orden. Esta teoría, una vez que ha alcanzado su máximo nivel de abstracción, recibe el nombre de Lógica Universal, en analogía con el Álgebra Universal, que hace otro tanto en su respectiva área (Béziau, 1994; 2014b).

Para el autor francés, la pregunta por la lógica no puede considerar como referencia fija un sistema particular, porque no existe preeminencia de ningún sistema por sobre otros; precisamente, en su visión el error del modelo de Haack se funda en considerar como núcleo central a la lógica clásica cuando ésta, más allá de la preferencia histórica de la que ha gozado, no entrega ninguna ventaja o claridad particular para el estudio de las propiedades comunes o especiales de los demás. Su propuesta es elaborar entonces una teoría matemática de nivel superior en donde “las lógicas” sean el objeto de estudio y sus propiedades se estudien sin atender a ningún sistema en particular, real o hipotético. Llega así a su definición general de *Estructura lógica*, que tiene el siguiente aspecto:

Una lógica L es un par $< \mathbf{L}, \vdash >$ donde:

1) **L** es un conjunto;
2) $\vdash$ es una relación que parea subconjuntos de **L** con elementos de **L**.

Para la cual, como es inmediato notar, no hay constricciones ni condiciones de ningún tipo en torno a la naturaleza de los objetos en **L** ni a la forma en que opera la relación $\vdash$ (llamada de *deductibilidad*). Tomando esta definición como punto de partida se introducen después diferentes propiedades para la relación de deductibilidad (llamadas *leyes*) o se definen estructuras secundarias (como las *semánticas*) con las cuales operar (véase el Anexo 1).

Esta Teoría General de las Lógicas está en pleno desarrollo y ha presentado varios adelantos significativos. Consideremos por ejemplo el Teorema de Completud. Tradicionalmente la prueba de completud para un sistema deductivo debía hacerse en atención a sus axiomas y a la semántica particular con que se la interpretaba; hoy la aproximación universal demostró que la propiedad de una lógica de ser *completa* depende de ciertas relaciones relativamente simples entre los subconjuntos de **L** y su relación de deductibilidad (pueden revisarse los detalles en Béziau, 1994), indiferente de si corresponde o no a un sistema deductivo y de qué semánticas particulares pueden definirse para él.

2 . 2 La filosofía de la Lógica Universal

La Lógica Universal tiene, a mi parecer, dos consecuencias filosóficas de gran importancia. La primera es la *absolución* respecto de sus contenidos materiales; la segunda, la *vacuidad axiomática*.

Es una opinión común considerar que la lógica es una ciencia neutra respecto del tópico, es decir, formal -en el sentido de que no se ocupa del contenido de sus objetos. Sin embargo, como ya vimos en el capítulo anterior, a lo largo de la historia se la tuvo siempre supeditada a alguna otra área de la filosofía o de las ciencias; al discurso científico y a la retórica en la antigüedad, a la metafísica de los conceptos en la Edad Media, a la psicología del conocimiento en la modernidad y al lenguaje y la matemática en las décadas recientes. En cierta medida, esto era una necesidad arraigada en los límites teóricos con los cuales se la abordaba, la falta de un lenguaje con el cual decir cosas acerca de las cosas más abstractas, sin que esas mismas cosas fueran el lenguaje mismo con el cual se lo expresaba.

El camino desde la lógica aristotélica hacia la Lógica Universal es el camino de una liberación, en la cual a cada paso la lógica se ve a sí misma como una disciplina más libre; primero de los límites de la forma del juicio categórico; luego de los límites de la Razón Trascendental; y finalmente, de las constricciones de sus "Tres Leyes", del Carácter del Mundo Cerrado, y de la hegemonía del lenguaje en la dimensión de sus objetos.

Los usos coloquiales de la palabra "lógica" son muy amplios, y todos se aproximan al concepto griego de *Lógos*, que significa por una parte *pensamiento, palabra, discurso*, pero también *orden, estructura* y *conocimiento.* Nuestra capacidad de razonar no se limita a la manipulación de cadenas de símbolos lingüísticos, como se llegó a pensar en algún momento, sino que abarca procesos mucho más libres y abstractos, como la manipulación de modelos visuo-espaciales[14]. En este sentido, la Lógica

14 El profesor Alejandro Ramírez dirigió entre los años 2012 y 2014 un proyecto de Investigación en la Universidad de Chile acerca de las aproximaciones entre la Filosofía de la Lógica y la Ciencia Cognitiva, motivado precisamente por

Universal no supone una ruptura sino una reunificación (y Béziau ha sido pintoresco en exponer este punto, aludiendo a las lecturas amplias del concepto *universal,* “vuelto hacia lo uno” (Béziau, 2014b)).

La otra gran conquista de la Lógica Universal es la aceptación radical de la *vacuidad axiomática*; la percepción de que una definición en el nivel de abstracción adecuado no es axiomática sino conceptual, descriptiva y no normativa (Béziau, 1994; 1997; 2006a).

El concepto de “Axioma” ha sufrido cambios a lo largo de los siglos; en la antigua Grecia era una verdad evidente por sí misma, que no necesita demostración. Esta noción podía parecer ambigua, es por eso que en la matemática contemporánea se le dio un significado distinto, más relacionado a su valor expresivo en el interior del sistema, que a la obviedad de su significado (v. Łukasiewicz, N/E para una discusión en torno a este punto). Sin embargo, este Axioma es también un postulado de constricción, que obliga a los objetos matemáticos a comportarse de cierta manera; una muralla de contención que deja a los monstruos afuera[15].

El progreso de la lógica en el siglo XX hizo posible establecer límites mucho más abstractos que los considerados originalmente, y, consecuentemente, eliminar los anteriores. Por ejemplo, en la teoría del operador de consecuencia de Tarski, se libera la hegemonía de la lógica clásica (en el sentido que al menos las limitaciones lingüísticas son eliminadas) pero se conserva el carácter del Mundo Cerrado, pues un operador *Cn* de consecuencia sobre una teoría *T* todavía debe cumplir con propiedades como la reflexividad (toda *T* es consecuencia de sí misma), la monotonía (las consecuencias de un subconjunto de *T* también son consecuencias de *T*) y la transitividad (las consecuencias de las consecuencias de *T* son también consecuencias de *T*) (Béziau, 2007a). Y como ya vimos más arriba, las lógicas no monotónicas desafían estas nociones.

La construcción de nuevos límites nunca puede ser una solución definitiva, porque siempre será posible pensar fuera de ese límite; pero al trascender por completo el nivel de las contradicciones hacia uno de mayor abstracción, es posible pensar sin límites, en un nivel que no impone fronteras sino que propone conceptos para observar y manipular los objetos. Lógica Universal es el primer intento consciente por alcanzar este nivel en la lógica.

Por supuesto, esta propuesta puede parecer sumamente descaminada, para quienes consideran

resultados en esta última que ponían en tela de juicio algunas de las concepciones rígidas de la lógica matemática estándar.

15 Newton A. C. Da Costa ha manifestado en algunas entrevistas que una de las aplicaciones más importantes de la Lógica Paraconsistente es evitar estas constricciones artificiales en teorías de relativa simplicidad conceptual. El caso paradigmático es la teoría de conjuntos; su formulación intuitiva lleva a contradicciones, pero cuando se introducen los axiomas necesarios para evitar estas últimas, el resultado es una teoría que sacrifica toda la naturalidad de la primera. Queda entonces la pregunta de cuál de las dos opciones es más contraria al sentido común,y al espíritu matemático en definitiva.

que el propósito de la lógica es precisamente la imposición de límites a nuestra razón y el descubrimiento de sendas válidas de argumentación a través de las junglas de la retórica. Sin embargo, el pensar fuera de los límites no implica eliminarlos, sólo trascenderlos; debe recordarse en todo momento que el resultado final de la Lógica Universal, al menos en el sentido que Béziau utiliza esta expresión, no tiene como resultado final un sistema formal sino una teoría de los diferentes sistemas. De ahí, todo camino puede recorrerse en dos direcciones, y una vez que se alcanza el nivel superior, libre y abstracto, se puede volver al nivel inferior con una disposición enriquecida, que no se poseía en un principio. Al hacerlo, Lógica Universal se convierte también en una *ingeniería lógica*:

> "Imaginemos que un señor X viene a verte diciendo que necesita rendir cuenta lógica de una situación dada, pongamos por caso en medicina, y te da una exposición de sus problemas típicos. La Lógica Universal te permite hacer un diagnóstico rápido. Observas qué es lo específico de la situación y qué es lo universal, común a otros tipos de razonamiento, de manera que eres capaz de construir una lógica que venga al caso. El señor X puntualiza que existen a veces diagnósticos contradictorios; por ejemplo, que un mismo síntoma podría ser analizado de formas distintas por un fisiólogo, o incluso por tipos distintos de medicina, y ahí ves que algún tipo de lógica paraconsistente debería usarse. También insiste en que sólo tenemos información incompleta en medicina y en cualquier momento información nueva podría aparecer para desafiar el primer diagnóstico. Por ende se necesita una lógica paraconsistente, paracompleta y no-monotónica. Y así sucesivamente, de manera que luego de haber listado todo lo que el señor X tenía para decirte, estarás en posición de proveerle la herramienta apropiada para el análisis del razonamiento en medicina. Para esto habrás utilizado técnicas generales que te ayuden a construir y combinar varios tipos de lógicas" (Béziau, 2007a p. 14 – 146)*.

Nadie podría decir que la lógica clásica deba rechazarse; ella funciona, y en un muy amplio respecto. Lo que persiguen estos intentos conscientes de superar sus límites apuntan más bien hacia la ampliación de los horizontes, hacia la unificación de pensamientos divergentes, no a la aceptación de los errores o al rechazo de los aciertos.

Una lógica que admitiera sin más como razonamientos válidos a todas las falacias que la tradición ha detectado y clasificado sería ciertamente una mala lógica; pero existen algunos contextos y algunos usos del lenguaje en que ciertas falacias funcionan como modos válidos de razonamiento[16], y esta particularidad debe poder ser capturada por la lógica particular que subyace a ese escenario.

"La lógica no es la Lógica", dice uno de los *dicta* de Béziau (2010a). El juego de palabras busca recordarnos un aspecto esencial de la investigación que muchas veces se olvida, y es que la lógica como *razonamiento* debe ser diferenciada de la lógica como *estudio del razonamiento*[17]. La última es,

16 El *tu quoque* a muchas personas les parece un modo de refutación perfectamente válido en ciertos contextos de ética.
17 En la idea de Béziau, el primero es la "Lógica" y el segundo la "lógica" (Béziau, 2010a).

por supuesto, el resultado arbitrario de una convención, con mayor o menor apoyo en la realidad dependiendo de la implementación que se pretenda hacer de sus resultados; por lo demás, razonamos de muchas maneras, ¿por qué tendría que existir una sola lógica para todos ellos?

En cierto sentido, esta nueva teoría viene a consagrar una visión artificial de la lógica que era un secreto a voces desde hace al menos cien años; se intuía que era el paso necesario a dar, pero no se daban las condiciones para darlo. En uno de sus escritos Béziau cita a Rougier, autor francés contemporáneo del Círculo de Viena, quien dijo: "con el descubrimiento del carácter convencional y relativo de la lógica, la humanidad ha quemado a su último ídolo" (Béziau, 2009). Y, en cierta forma, esta inmolación, la última y más crucial, no podía hacerse sin que antes la filosofía y la ciencia toda se dispusieran a aceptar que, en palabras de Quine, "la totalidad de lo que llamamos nuestro conocimiento, o creencias, desde las más casuales cuestiones de la geografía y la historia hasta las más profundas leyes de la física atómica o incluso de la matemática o de la lógica puras, es una fábrica construida por el hombre y que no está en contacto con la experiencia más que a lo largo de sus lados" (Quine en Valdés Villanueva, N/E p. 240).

Considero que en este punto las propuesta de Béziau y de Huacan He deben reunirse; despúés de todo, la Lógica Universal es precisamente eso, una *unificación*, y es absurdo que haya divergencia en algo que pretende ser unitario. Considero que, observados con el cuidado suficiente, tanto los investigadores chinos como los colaboradores de Béziau persiguen el mismo fin, sólo que por caminos diferentes. Como tendremos oportunidad de mostrar en el capítulo IV, la lógica universal de He introduce flexibilidades en el nivel inferior, pero estas flexibilidades sólo pueden ser comprendidas y, en cierta medida, toleradas si se las observa con el ojo amplio de un marco conceptual dentro del cual ellas tengan sentido. Este marco conceptual es, por supuesto, la Lógica Universal en tanto Teoría General de las Estructuras Lógicas.

2 . 3 Lógica y Metafísica

La lógica es la manifestación o expresión del orden dentro de un sistema. A nivel del discurso podemos considerarla aquella relación de necesidad que liga la verdad de las premisas con las de la conclusión, o en la teoría de la demostración, las reglas generales que unen al teorema con sus lemas, y que se remontan a los contenidos germinales del cuerpo de axiomas. Pero no más que en todo otro cuerpo orgánico, sea material o teorético, concreto o abstracto, donde existen estas regularidades que dotan de sentido a los componentes en la organización a la que pertenecen.

Pensar lógicamente es razonar con arreglo a dichas regularidades. Pero tales no serán las mismas en cada problema o uso de la vida cotidiana.

Un juego de ajedrez está regulado por la física de sus fichas, por las normas geométricas de su tablero y por las reglas que rigen el movimiento de sus piezas. La *inferencia* de regularidades necesarias dentro de un tablero de ajedrez, como podría ser por ejemplo el que dos alfiles del mismo color nunca pueden detenerse sobre el mismo casillero, no es siempre una deducción proposicional (es decir, una deducción que opere con oraciones con sentido formuladas en un lenguaje[18]), y sin embargo, decimos de ella que es *lógica.* Esta intuición, enraizada profundamente en el lenguaje natural, ha guiado las investigaciones en Lógica Universal hasta este punto, la respuesta a su pregunta más fundamental.

La Lógica Universal inaugura una nueva forma de entender los problemas filosóficos en torno a la lógica y por ahí repensar su relación con todas las demás áreas de la filosofía. Las viejas preguntas de la Filosofía de la Lógica ("¿Qué quiere decir que un argumento es válido? ¿que un enunciado se sigue de otro? ¿que un enunciado es lógicamente verdadero? ¿Ha de ser explicada la validez como relativa a algún sistema formal? ¿O hay una idea extrasistemática que los sistemas formales aspiran a representar? ¿Qué tiene que ver el ser válido con ser un argumento bueno? ¿Cómo ayudan los sistemas lógicos formales a valorar los argumentos informales?" (Haack, 1991 p. 21)) se han quedado estancadas entre los límites de la lógica formal-lingüística, y han ido perdiendo su interés, al paso de nuevas investigaciones en los más variados ámbitos que exigen un concepto de lógica mucho más amplio.

Uno de los campos en los que esta crisis es más evidente es en la relación entre ontología y lógica. Desde la formulación misma de los problemas se puede notar que los marcos teóricos han ido quedando obsoletos, por ejemplo cuando se formula la pregunta por las "contradicciones reales" y se pregunta qué aspecto tendría una cierta cosa que fuera P y no-P, a veces con seria preocupación y otras con una insensible ironía, pero en ambos casos evidenciando el control hegemónico que todavía ejerce el parágrafo 3.02 del *Tractatus* sobre nuestras intuiciones metafísicas. Es claro que, si la pregunta por las contradicciones reales va a tener sentido, entonces tenemos que situarnos en una ontología donde sea *pensable* la posibilidad de dicha realidad; y ello hace necesario revisar y reformar la ontología actual.

18 Hay investigación en ciencia cognitiva respecto a este punto, quizás no con tableros de ajedrez pero sí con otras tareas visuo-espaciales. Véase sobre todo Wang, N/E.

Este trabajo es una primera aproximación en esta dirección. Es el “ejercicio” de pensar la ontología realista clásica desde la perspectiva de sus constricciones lógicas (el TLUC) y visualizar posibles alternativas libres de ellas. Naturalmente, esta nueva ontología habrá de presuponer una lógica (después de todo, su lógica es su *Lógos,* su estructura organizadora), pero ella será la más flexible, la más *universal* posible, para asegurarnos que ningún aspecto de la “realidad” se nos quede fuera del “mundo”.

Capítulo III

Lógica Clásica y Realismo

"*Philosophy consists of logic and metaphysics: logic is its base*"

Ludwig Wittgenstein[19]

La lógica, la metafísica y el lenguaje forman un entramado difícil de desarmar. Estas confusiones son evidentes desde Aristóteles, dado que por ejemplo en el *Organon* "no está claro si lo que Aristóteles trata de clasificar son símbolos o lo que éstos simbolizan, esto es, palabras o -en un muy amplio sentido- cosas" (Kneale & Kneale, 1972 p. 24). Lo mismo podría decirse del *De veritate* de Santo Tomás, la *Wissenschaft del Logik* de Hegel o incluso el *Tractatus logico-philosophicus* de Wittgenstein. Las circularidades, no siempre evidentes, no se dan de forma coextensiva a los tres campos, sino que ocurren en los puntos donde una debería fundar a la otra.

Cuando Aristóteles presenta el silogismo perfecto (de primera figura) y dice: "cuando tres términos se relacionan entre sí de tal manera que el último esté contenido en el conjunto del término medio y el término medio esté o no esté contenido en el conjunto del término primero, habrá necesariamente un razonamiento perfecto entre los términos extremos" (Aristóteles, 1988a p. 102 – 25b 34), cabe preguntarse en qué se funda la perfección de este razonamiento. ¿Tiene que ver con una propiedad intrínseca de las cosas, sus propiedades y sus relaciones de semejanza? ¿O tiene que ver con el lenguaje y la forma en que enuncia y ordena los objetos? ¿O no depende de ninguna de las dos, constituyendo entonces la lógica un dominio independiente? Notemos que Aristóteles presenta su *Analítico* con el lenguaje de las categorías (contención, conjunto, relación, etc) y no con el de las palabras (predicar, decirse, etc), haciendo más confusa la relación.

Tomemos por ejemplo el silogismo medieval BARBARA:

Todo A es B

Todo B es C

19 "*La filosofía consiste en lógica y metafísica: la lógica es su base*" en *Notas sobre lógica.*

Por lo tanto,

Todo A es C

Decimos que esta figura es válida porque preserva la verdad de las premisas en la conclusión; siendo la validez un concepto lógico. Pero la *verdad* es una relación entre el lenguaje y el mundo (si asumimos con Aristóteles que la verdad es una relación de correspondencia). Dicha relación depende de las reglas de denotación que asumamos para los conceptos de nuestro lenguaje, y entonces ya no estamos plenamente en el lenguaje o la ontología, sino en la filosofía del lenguaje. Ahora bien, una vez que hayamos decidido en virtud de qué dominio se funda la verdad de las premisas cuando se reemplazan las variables informales por conceptos (sean lo que sean los conceptos), falta justificar por qué la sustitución salva la validez. Uno podría decir que depende plenamente del significado de los conceptos gramaticales como *Todo* o *Ser*, y entonces la lógica se fundaría en el lenguaje; pero también podría decirse que de lo que depende es de las relaciones de semejanza que se dan entre las cosas del mundo, y entonces se funda en la ontología que estamos asumiendo. O incluso podría decirse que es la validez de esta figura lo que da su sentido a las palabras como *Todo* o *Ser,* y también la que da la forma en que se interpretan las relaciones ontológicas entre las cosas, y en ese caso la lógica es el fundamento para la semántica y la ontología.

La confusión es todavía más evidente si razonamos hacia el absurdo. Supongamos que

Todo A es B

Todo B es C

Pero que

Algunos A no son C

¿En virtud de *qué cosa* diremos que esto no puede darse?

Si decimos que es porque va contra el significado de palabras como *Todo, alguno* y *no*, entonces el lenguaje es el fundamento.

Si decimos que es porque presenta una situación imposible, entonces la ontología es el fundamento.

Si decimos que es porque el tercer juicio es la contradictoria de la conclusión del silogismo válido BARBARA, y que las contradictorias nunca son ambas verdaderas, entonces la lógica es el fundamento.

Esta confusión se origina en la posición ambigua de la lógica dentro de las áreas de la filosofía clásica. Quizás por eso muchas nociones fueron confundidas durante largo tiempo, apelando de forma injustificada a uno y otro dominio para fundamentar los otros, sin que una filosofía crítica y un aparato conceptual claro permitiera descubrir la circularidad.

El Principio de Contradicción, por ejemplo, tiene al menos tres sentidos básicos, a los que Łukasiewicz llamó el ontológico, el psicológico y el lógico (Bobenrieth, 1996). Aún si se aceptaran unos y otros, nunca queda claro en la tradición cuál (y por qué) es primero y cuál después.

Los desarrollos matemáticos de la lógica y las perspectivas amplias de la Lógica Universal han permitido progresar significativamente en estas confusiones, aunque han tenido el importe negativo de desdibujar los alcances filosóficos de conceptos fundamentales como *proposición*, *verdad* o *validez.* Nuestro propósito en este capítulo es mostrar las relaciones profundas que existen entre la lógica clásica (aristotélico-fregueana) y la ontología realista que le corresponde.

3 . 1 Panorama formal y filosófico de la lógica clásica

La revisión filosófica clásica de la lógica postula que ella se funda en tres principios:

1) Identidad
2) No contradicción
3) Exclusión de Tercero

De los cuales se siguen otros, como Bivalencia o Doble Negación.

Esta caracterización, sin embargo, no se funda en un aparato conceptual claro, y por lo tanto no puede ser en forma alguna considerada como satisfactoria; es por ello que antes de comenzar nuestro análisis, habremos de presentar una fundamentación más precisa, basada en la lógica matemática y apoyada en las perspectivas de la Lógica Universal.

Seis conceptos primitivos podrían considerarse como esenciales para la lógica clásica: *verdad* y *falsedad, afirmación* y *negación, deducción* y *argumento válido.*

Aristóteles presenta la distinción entre *verdad* y *falsedad* de la siguiente forma: "decir, en efecto, que el Ente no es o que el No-ente es, es falso, y decir que el Ente es y que el No-ente no es, es verdadero" (Aristóteles, 1982a, p. 207 – 1011b 25)[20]. A esta doctrina se la ha llamado tradicionalmente *verdad por correspondencia:* cuando lo *dicho* corresponde (sea lo que sea esto) con los *hechos*, decimos que hay *verdad*; y si no hay correspondencia, entonces decimos que hay *falsedad*. Wittgenstein lo pone en estos términos: "Si la proposición elemental es verdadera, el estado de cosas se da efectivamente; si la proposición elemental es falsa, el estado de cosas no se da efectivamente" (2001 p. 79 - § 4.25).

La distinción entre *afirmar* y *negar* también es aristotélica. Dice el Estagirita: "Una afirmación es la aserción de algo unido a algo, y una negación es la aserción de algo separado de algo" (Aristóteles, 1989 p. 43 – 17a 25). La primera lógica formal (fregueana y russelliana) también distinguió entre la proposición, su afirmación y su negación; pero hoy los enfoques suelen ser *deflacionistas*, es decir, considerar que entre la proposición y la afirmación de la proposición no hay ninguna diferencia. Aristóteles considera a la afirmación y a la negación formas primitivas de la proposición, mientras que la lógica megárica y la lógica proposicional clásica consideran primitiva sólo a la afirmación, siendo la negación una función de ésta. La diferencia es, en cualquier caso, inocua; puesto que, por correspondencia, se reduce finalmente a la noción de falsedad como no-verdad y a la distinción entre Ser y No-Ser como cualidades ontológicas (igual como en el Russell de las conferencias y en el Wittgenstein del Tractatus hay apelaciones a los hechos *positivos* y *negativos* (Russell, 2010; Wittgenstein, 2001))[21].

La *negación* puede darse en tres grados de oposición: o una proposición y su negación no pueden ser ambas verdaderas juntas, o no pueden ser ambas falsas juntas, o no pueden ser ambas ni verdaderas ni falsas juntas. A la primera oposición Aristóteles la llama *contrariedad*, a la segunda *sub-contrariedad*[22] y a la tercera, *contradictoriedad.* La lógica contemporánea ha intentado identificar estas oposiciones con distintas negaciones no-clásicas (Béziau, 2002). Como es evidente por definición, la negación *contradictoria* es sólo una negación que es, al mismo tiempo, *contraria* y *sub-contraria*.

Un *argumento* es válido cuando preserva la verdad de las premisas en la conclusión. En términos formales decimos que "nunca puede pasar que sean las premisas verdaderas y la conclusión

20 Aquí Ente y No-ente están traduciendo respectivamente *to ón* y *to mé ón*, donde el primero es el participio presente del verbo *Eimí*, "ser, estar, existir", y el segundo es su negación.

21 El concepto sobre el cual se discute actualmente en metafísica es *negative truthmakers*.

22 El concepto de *sub-contrariedad* es posterior a Aristóteles. Véase el estudio preliminar en Aristóteles, 1989 para una discusión al respecto.

falsa". Aristóteles lo dice en estos términos: "el razonamiento es un enunciado en el que, sentadas ciertas cosas, se sigue necesariamente algo distinto de lo ya establecido por el simple hecho de darse esas cosas" (Aristóteles, 1989 p. 95 – 24b 17).

De acuerdo con Béziau un torniquete de inferencia «$\vdash$» es *deductivo* cuando es un operador polaco de consecuencia: es decir, cuando cumple con *reflexividad*, *monotonía* y *transitividad*. Estas relaciones de deducibilidad definen a las lógicas que Béziau llama *lógicas normales*, *fregueanas* o *polacas* (Béziau, 1998). Puede demostrarse que la silogística de Aristóteles es una lógica normal; de hecho, él mismo lo decía con sobria elocuencia: "Si las proposiciones en las que se basa el razonamiento son universales, es manifiesto también que necesariamente será también eterna la conclusión de semejante demostración" (Aristóteles, 1989 p. 333 – 75b 23).

Una lógica es llamada *bivalente* cuando su semántica toma valores en un conjunto de dos elementos, como podrían ser {verdadero ; falso}, {1 ; 0}, {T ; F}, etc. Para una semántica {1 ; 0} y una proposición cualquiera « p » y su negación « n(p) » se dan cuatro posibles combinaciones (Priest 1995):

- $\sigma(p) = 1$ y $\sigma(n(p)) = 0$
- $\sigma(p) = 0$ y $\sigma(n(p)) = 1$
- $\sigma(p) = 0$ y $\sigma(n(p)) = 0$
- $\sigma(p) = 1$ y $\sigma(n(p)) = 1$

Dado que la negación clásica es un operador de *contradictoriedad*, él debe excluir los dos últimos casos. A las cláusulas explícitas que prohíben la ocurrencia de ambas combinaciones se las llama, respectivamente, *Principio del Tercero Excluido* y *Principio de Contradicción*.

De hecho, en estrictos términos lógicos, los principios de Contradicción y Tercero Excluido no dicen más que esto (Béziau, 2003a):

- *Contradicción:* una proposición y su negación no pueden ser ambas verdaderas
- *Tercero Excluido:* una proposición y su negación no pueden ser ambas falsas

Porque sólo cuando hay bivalencia corresponderán a (*ibid.*):

- *Contradicción:*
  - Si $\sigma(p) = 1$ entonces $\sigma(n(p)) = 0$
  - Si $\sigma(n(p)) = 1$ entonces $\sigma(p) = 0$
- *Tercero Excluido:*
  - Si $\sigma(p) = 0$ entonces $\sigma(n(p)) = 1$
  - Si $\sigma(n(p)) = 0$ entonces $\sigma(p) = 1$

Ya que es posible tener una lógica no-contradictoria, tercero-excluyente, y aún así no bivalente: para S = {1 ; 0 ; U} donde U es un valor incógnito o desconocido, obtenemos la siguiente tabla de verdad:

A	n(A)	A & n(A)	A *v* n(A)
1	0	0	1
0	1	0	1
U	U	U	U

Fig. 2 – tabla trivalente de verdad

Donde la conjunción sigue interpretándose como "ambas son verdaderas" y la disyunción como "al menos una de las dos es verdadera"; y con todo, se sigue cumpliendo que A y n(A) nunca son ambas verdaderas (1), o ambas falsas (0)[23].

Por otra parte, la Ley de Doble Negación, que formalmente se expresa como

$$A \leftrightarrow \neg\neg A$$

Se obtiene de la conjunción de estos dos:

$$A \rightarrow \neg\neg A$$
$$\neg\neg A \rightarrow A$$

23 Siempre me ha parecido que el nombre "tercero excluido" (latin: *tertium non datur, tertium exclusum*; inglés: *excluded middle;* francés: *tiers exclus*) es algo inapropiado, pues su sentido literal hace pensar en la bivalencia ("sólo dos"). Sin embargo, es un hecho que la forma en que se lo ha presentado desde Aristóteles ("Pero tampoco entre los términos de la contradicción cabe que haya nada, sino que es necesario o bien afirmar o bien negar, de un solo sujeto, uno cualquiera" (1982a p. 207 – 1011b 24)) apunta siempre a la necesidad de que *al menos* la proposición o su negación sean verdaderas, y éste es el sentido formal que le atribuye Béziau y que aquí presentamos.

Que, son respectivamente, el principio de Contradicción y el del Tercero Excluido[24].

De esta forma obtenemos el TLUC, "Tres Leyes y un Carácter", que será el esquema sumario de la lógica clásica que utilizaremos (He et al. en Béziau, Costa-Leite, 2007) y que ya dimos en el capítulo anterior:

1. *Ley de Bivalencia*: Una proposición puede sólo ser verdadera o falsa.
2. *Ley de Contradicción*: una proposición y su negación son mutuamente excluyentes.
3. *Ley del Tercero Excluido*: siempre una proposición o bien su negación debe ser verdadera.
4. *Cerradura de la Evidencia*: toda información requerida en el razonamiento es conocida y estática.

3 . 2 El Principio de Identidad

Antes de continuar me parece necesario detenerme sobre otra confusión que la tradición ha arrastrado y que no siempre es muy evidente: la del Principio de Identidad. En esta sección mostraremos cómo él es, en sus aspectos metafísicos relevantes, sólo una formulación alternativa del Principio de Contradicción.

El Principio de Identidad ha tenido varias formulaciones en la historia de la filosofía. En el siguiente recuadro se muestran algunas de las más importantes:

PRINCIPIO DE IDENTIDAD		
NOMBRE	FORMULACIÓN	SIMBÓLICO
Identidad aristotélica (IA)	"son *idénticas en número* las cosas en que los nombres son múltiples, el objeto, en cambio, único" (Aristóteles, 1982b p. 100 – 103b 9).	N/A
Identidad medieval (IM)	Todo ente es un ente. (*omnes ens est ens*)	N/A
Identidad clásica (IC)	Todo es idéntico a sí mismo.	$(x) . x = x$

24 Esta afirmación podría no ser evidente a primera vista. Pero si se las compara con las meta-implicaciones expuestas más arriba, quedará más claro en qué sentido "dicen" lo mismo. Como garantía de esto, en cualquier caso, hago notar que para la lógica intuicionista «$A \rightarrow \neg \neg A$» es un esquema válido y el otro no, mientras que para la paraconsistente es al revés. En cualquier caso, es posible disentir respecto a este punto.

Equivalencia estricta (EE)	Dos objetos son idénticos si y sólo si ostentan exactamente las mismas propiedades.	$(A^1)(x)(y) . x = y \leftrightarrow (A^1x \rightarrow A^1y)$
Identidad de los Indiscernibles (EE←)	Dos objetos indiscernibles son idénticos.	$(A^1)(x)(y) . (A^1x \rightarrow A^1y) \rightarrow x = y$
Indiscernibilidad de los Idénticos (EE→)	Dos objetos idénticos son indiscernibles.	$(A^1)(x)(y) . x = y \rightarrow (A^1x \rightarrow A^1y)$

Fig. 3 – El principio de Identidad

De las seis definiciones de identidad que presentamos en el recuadro, sólo la primera y las tres últimas son importantes. La IM es una *nugatio*[25], en el sentido de que no nos dice nada nuevo. Por su parte la IC, acaso la más popular, o quiere significar alguna de las dos significativas (IA o EE) o es también una *nugatio,* como probaremos de inmediato.

Cuando se dice que todo objeto es *idéntico a sí mismo*, es del todo evidente que en el uso de la expresión "sí mismo" hay una redundancia. Tal vez podemos volver a formularla de la siguiente forma:

Todo objeto es idéntico a aquel objeto distinto a todos los demás

Pero sólo un momento de reflexión nos lleva a notar que, aunque hemos hecho desaparecer el "sí mismo", tuvimos que recurrir al uso del "los demás"; y que esta expresión quiere decir exactamente *los que no son el objeto en cuestión,* que es lo mismo que hacer una doble negación del "sí mismo". Si queremos expresarlo en términos más formales, podríamos decir:

Para cada objeto existe un objeto tal que, si es diferente a todos los objetos a excepción del primero, entonces él es este objeto

En símbolos:

$$(x)(Ey) . (z) (\neg x = z \rightarrow \neg y = z) \rightarrow x = y$$

25 *Nugatio* en la lógica medieval es el nombre despectivo de las tautologías retóricas, es decir, aquellas formulaciones que dicen dos veces lo mismo, no dicen nada, o expresan una petición de principio. A menudo se la traduce como *tontería*.

Pero, como es inmediato notar, “ser diferente” no puede sino expresarse como “no-ser-idéntico”; y considerado de esta forma, la expresión de arriba, o bien se sigue como un caso particular de EE←, o bien no nos aclara nada respecto a la identidad.

La formulación simbólica más simple, «(x) . x = x» sólo nos dice que la relación de identidad es reflexiva (Béziau, 2004), pero no toda relación reflexiva es una identidad (por ejemplo, “vivir con” es una relación reflexiva (todos vivimos con nosotros mismos, qué duda cabe) pero no es una relación de identidad (muchas personas viven con otras personas)). La definición matemática de igualdad *define* identidad como una relación reflexiva, simétrica y transitiva; es decir, como cumpliendo las siguientes condiciones:

$$(x) \,.\, x = x$$
$$(x)(y) \,.\, x = y \rightarrow y = x$$
$$(x)(y)(z) : x = y \,.\, \rightarrow .\, y = z \rightarrow x = z$$

Pero esta formulación es insuficiente desde un punto de vista filosófico; en matemática la identidad es una relación de congruencia dentro una estructura (Béziau, 2004); lo que significa que, aunque para efectos de la igualdad numérica, por ejemplo, sean *suficientes* la reflexividad, la simetría y la transitividad, ello no asegura que tengamos *identidad* en los sentidos de IA y de EE; por ejemplo, “vivir con” es una relación reflexiva, simétrica y transitiva (“todo A vive con A; si A vive con B entonces B vive con A; si A vive con B y B vive con C entonces A vive con C”) pero no constituye una relación *fuerte* de identidad, a pesar de que para ciertos efectos sirva como identidad *relativa* (cuando el censor toca a una puerta y pide hablar con alguien que viva en tal casa, cuál de todos los convivientes le reciba le es indiferente; son, para sus efectos, todos *idénticos;* precisamente porque la convivencia es una *cierta* relación de identidad).

Por lo tanto, para nuestro análisis sólo nos remitiremos a IA y a EE con sus dos corolarios.

3 . 2 . 1 Identidad como propiedad de los nombres

Aristóteles define tres relaciones de identidad, de las cuales la primera es la que hemos denominado IA en el recuadro de la sección anterior. Es notable que esta sencilla definición de identidad sea, todavía, la única plenamente significativa.

La identidad *en número* de Aristóteles es una relación entre nombres, no entre objetos. Su formulación textual (la que coloqué en la tabla precisamente por esto) es un poco ambigua (parece utilizar "cosa" y "objeto" en dos sentidos diferentes); pero, siendo caritativos con el filósofo (y el traductor), admitiremos que se entiende a lo que va. Tal vez la oscuridad se deba a una imperfecta teoría del simbolismo, que sólo la distinción fregueana entre sentido y referente pudo -empezar a- clarificar, no pocos siglos más tarde.

Pero, ¿cómo haremos la caracterización ontológica de la identidad? ¿diremos que la identidad es una *relación* entre objetos, una *propiedad* de cada objeto, o una relación entre *nombres*? La solución no salta inmediatamente a la vista.

No es una identidad entre *varios* objetos, precisamente porque queremos que apunte a la *unicidad* del idéntico en cuestión. Luego podría considerarse una propiedad; pero si es sólo una propiedad, y todos los objetos la ostentan *a priori*, entonces es prescindible a nivel ontológico, por las mismas razones que es prescindible el predicado *absoluto* de existencia, es decir, el *existir en algún sentido;* sólo atiborra nuestro vocabulario, pero no nos dice nada acerca del mundo.

Si aceptamos que la identidad es una relación entre nombres, no entre objetos, entonces su estudio le corresponde a la filosofía del lenguaje. Y cuando esta relación queda, a nivel del lenguaje, clara, entonces lo que obtenemos es una *cierta* propiedad que debe comportarse tal como EE postula.

3 . 2 . 2 Identidad como postulado de economía

Dentro de la *Equivalencia estricta* (EE) hay dos postulados: uno dice que *los idénticos son indiscernibles* (EE→) y el otro dice que *los indiscernibles son idénticos* (EE←). Llamaremos, consecuentemente, al primero *Indiscernibilidad de los Idénticos*[26] y al segundo *Identidad de los Indiscernibles* [27].

Comencemos haciendo notar que EE← es un postulado de economía. A fin de evitar tener que aceptar que, por ejemplo, cada mañana nace un nuevo sol en el Oriente y muere en el Occidente al final del día, es útil considerar que son, en efecto, *el mismo objeto,* toda vez que ninguna propiedad o relación permita diferenciarlos. Me parece que el diálogo *Identity of Indiscernibles* de Max Black es un excelente ejemplo de la no-necesidad de EE←; rechazarlo es engorroso, pero no *ilógico*. (cf. Black en

26 De acuerdo con Kneale & Kneale, 1972, este nombre fue sugerido por Quine en su libro *From a Logical Point of View.*

27 Ésta es la llamada *Ley de Leibniz* ("eadem sunt quorum unum potest substitui alteri salva veritate" (Leibniz citado en Kneale & Kneale, 1972 p. 562).

Kim & Sosa, 2003).

Wittgenstein parece haber estado consciente de esta no-necesidad del principio, porque en el Tractatus decide explícitamente no aceptarlo:

> "O bien una cosa tiene propiedades que ninguna otra posee, en cuyo caso cabe distinguirla sin más de las otras mediante una descripción y remitir a ella; o bien, por el contrario, hay varias cosas que tienen todas sus propiedades en común, en cuyo caso es absolutamente imposible señalar una de ellas. Porque si la cosa no viene distinguida por nada, entonces yo no puedo distinguirla, dado que si no ya estaría, en efecto, distinguida" (2001 p. 21 - § 2.02331).

Esto nos lleva a una *identidad profunda*, ontológica en todo respecto, que es enunciada por Wittgenstein justo antes: "Dos objetos de la misma forma lógica sólo se diferencian entre sí -independientemente de sus propiedades externas- por el hecho de ser diferentes" (*ibid.* - § 2.0233). Pero esta *identidad profunda* es inocua: cada objeto puede -o no- ser un ejemplar de un conjunto de infinitos indiscernibles, y todo lo demás se queda tal cual estaba.

Por lo tanto, rechazarlo o aceptarlo sólo depende de lo que queramos. Si Wittgenstein quería atenerse lo más fielmente posible a la necesidad lógica de sus enunciados (como podemos suponer por el espíritu de la obra), entonces es evidente que debe rechazar EE←, ya que no es necesario. Pero al aceptarlo sólo ganamos sentido común, y no creo que sea malo comprar un poco de tal de vez en cuando.

3 . 2 . 3 Identidad como no-contradicción

Llegamos así al último y más relevante sentido de Identidad: la *Indiscernibilidad de los Idénticos*[28]. Sea lo que sea la identidad (propiedad semántica, relación entre un mismo objeto y sus nombres, etc.), cuando decimos de A y B que son *idénticos*, entonces todas y sólo las propiedades de A deben ser las propiedades de B.

Si la *identidad* es una propiedad de un objeto para consigo mismo, entonces lo que se quiere decir es que todas y sólo las propiedades de A sean ostentadas por A; dicho de otra forma, que no haya una sola propiedad que A posea y no posea. Así considerado, el principio de identidad es, simplemente, el principio de Contradicción.

28 Es digno de mención notar que este principio aparece estipulado como axioma lógico en *Principia Mathematica* (Whitehead & Russell, 1960).

3 . 3 El Principio de Contradicción

Aunque en la formulación de TLUC ninguna de las tres Leyes presenta alguna dignidad especial, la tradición ha atribuido siempre al Principio de Contradicción una atención preferencial. Esto es particularmente extraño si pensamos que, de hecho, él es sólo una constricción al operador de negación (como comprendieron tardíamente autores como Alfred Ayer (1971)) y que por lo tanto la que podría tener preeminencia sería la Ley de Bivalencia; pero, históricamente, la Bivalencia fue considerada una consecuencia derivada de aceptar No-Contradicción y Exclusión de Tercero (lo que hoy puede demostrarse falso (Béziau, 2003a)), e incluso a este último se lo tomó por un complemento del primero.

La pretendida dignidad especial del Principio de Contradicción como ley *lógica* se remonta a los primeros lectores de Aristóteles, en quienes ya hay una confusión evidente: la lógica de Aristóteles no es una ciencia, por lo tanto, no le corresponde tener leyes. Lo confundido fueron dos nociones distintas: la contradictoriedad como oposición, y el Principio de Contradicción como fundamento metafísico.

Desde una perspectiva estrictamente lógica, el Principio de Contradicción puede considerarse preeminente porque, de acuerdo con las oposiciones que definió Aristóteles, los contrarios pueden ser a la vez falsos ("rojo" y "blanco", por ejemplo), pero ningún par de opuestos pueden ser verdaderos al mismo tiempo. Entonces el Principio de Tercero Excluido es sólo una cláusula de fuerza que convierte a la *contrariedad* en *contradictoriedad*.

Pero lo notable aquí es que el Principio de Contradicción de *Metafísica* IV no es una constricción lógica sino un axioma metafísico, y sin embargo, a lo largo de la tradición ha gozado de un estatus particularmente ambivalente. Lo que ha favorecido esta confusión es, como ya dijimos más arriba, la posición ambigua de la lógica dentro de la filosofía. Lo que será iluminador ahora será estudiar, en primer lugar, por qué ha gozado de tan saludable aceptación a lo largo de los siglos, y después, qué es exactamente lo que él nos dice acerca del mundo.

3 . 3 . 1 La obviedad del Principio de Contradicción

Durante muchos siglos las únicas "pruebas" o defensas del principio de Contradicción fueron apelaciones a la autoridad de Aristóteles, quien de cualquier manera hizo no pocos esfuerzos (algunos bastante buenos) en *Metafísica* IV para mostrar que rechazar su *firmissimum omnium principium* es absurdo. En este sentido, el *ex contradictione sequitur quodlibet* será el primer buen "argumento" para defender la necesidad de no contradicción pero, como vimos en el capítulo I, de él recién tenemos noticia entrada la Edad Media.

Desde la popularización del escrito de Pseudo-Escoto y hasta el año 1963, la explosión era una consecuencia más que indeseable y por lo tanto un muy buen motivo para aceptar el Principio de Contradicción. Pero el desarrollo de la lógica paraconsistente en la segunda mitad del siglo pasado derribó el mito de la equivalencia entre contradicción y explosión, al adelantar sistemas formales donde podían darse contradicciones, pero de las cuales no se seguía cualquier cosa (Bobenrieth, 1996). Esto, sin embargo, sólo fue un desafío al Principio de Contradicción en la medida que la tradición ya lo había confundido con el *ex contradictione sequitur quodlibet*.

Contradecir se dice en muchos sentidos. El *psicológico*, el *lógico* y el *metafísico,* como ya dijimos más arriba, son sólo algunas de sus desdoblaciones. En la siguiente tabla he listado algunos ejemplos útiles:

DESDOBLACIONES DE LA EXIGENCIA DE NO CONTRADICCIÓN		
CARACTER	ENUNCIADO	SIMBÓLICO
Metafísico	Un mismo hecho no puede ser el caso y no ser el caso	$N \neg (p \,\&\, \neg p)$
Metafísico	Una propiedad no puede ser ostentada y no ostentada por el mismo objeto, al mismo tiempo y en el mismo sentido	$N \neg (Px \,\&\, \neg Px)$
Metafísico	No es posible que una persona crea que P es el caso y no crea que P es el caso	$N \neg (B_x p \,\&\, \neg B_x p)$
Psicológico	Una persona no puede creer que P es el caso y creer que P no es el caso	$N \neg (B_x p \,\&\, B_x \neg p)$
Psicológico	No es posible que una persona crea que P es el caso y no es el caso	$N \neg B_x(p \,\&\, \neg p)$
Psicológico	Una persona no puede creer que no es necesario que nunca sea cierto que P es el caso y no es el caso	$N \neg B_x(\neg N \neg (p \,\&\, \neg p))$
Lógico	La conjunción entre una proposición y su negación siempre es falsa	$\sigma(p \,\&\, \neg p) = 0$
Lógico	La negación de la conjunción entre una proposición y su negación siempre es verdadera	$\sigma(\neg (p \,\&\, \neg p)) = 1$

Lógico	Una proposición no puede ser verdadera y falsa a la vez	$\sigma(p) = 1$ ssi $\sigma(p) \neq 0$

Fig. 4 – desdoblaciones del Principio de Contradicción

Parece natural pensar que los (al menos) tres niveles están relacionados entre sí, y entonces podría suponerse que cada uno se sigue de los otros: pero hay total confusión en torno a cuál, por qué y de qué forma es el fundamental.

La lógica paraconsistente ha sido un terreno de investigación muy fértil en matemática y lógica formal; y ha provisto marcos conceptuales sólidos desde los cuales abordar varias problemáticas psicológicas, deónticas y doxásticas. Sin embargo, como varios autores importantes en el campo han destacado (Bobenrieth, 1996), la lógica paraconsistente no implica necesariamente el *dialecismo*, es decir, la creencia en que haya *verdaderas* contradicciones, o que haya algunas de ellas que *de hecho* debamos aceptar.

El toparse con una contradicción no es algo indeseable en la ciencia, en la filosofía o en la matemática, sino todo lo contrario: es el pie para aplicar el silogismo más fructífero y útil de todos los que conocemos, la *reducción al absurdo*. De alguna manera, en los límites del ingenio humano y en lo más profundo de nuestra ignorancia acerca de la realidad, lo único que puede ser prejuzgado como absurdo es lo que nunca puede darse, es decir, lo que se sabe imposible. Pero la imposibilidad y la contradicción, una vez más, no parecen estar casadas más que por una fortuita casualidad histórica y el hecho de que, como veremos de inmediato, parece haber un postulado metafísico que estipula literalmente la equivalencia.

3 . 3 . 2 La Contradicción Metafísica

No hay una formulación metafísica del Principio de Contradicción más precisa que la original, es decir, la aristotélica: "es imposible, en efecto, que un mismo atributo se dé y no se dé simultáneamente en el mismo sujeto y en un mismo sentido (con todas las puntualizaciones que pudiéramos hacer con miras a las dificultades lógicas)" (Aristóteles, 1982a p. 167 – 1005b 19). Aunque pocas veces citada, la cláusula crucial de esta formulación es la última, que aquí aparece entre paréntesis (en griego: *kaì hósa álla prosdiorisaímez' án, ésto prosdiorisména pròs tàs logikàs dusjereías* / en latín: et cuaecumque alia determinaremus utique, sint determinata ad logicas difficultates)[29]. Por analogía con el *ceteris paribus* o el *mutatis mutandis*, lo bautizaremos con una locución latina también: *ad logicas difficultates determinata,* o abreviado: *difficultates determinata*.

Todos los intentos de contraejemplos que usualmente se adelantan contra el Principio de Contradicción yerran, en efecto, de no determinar alguna de estas "dificultades lógicas". Consecuentemente, pueden ser (la lista no es exhaustiva):

1) *Falacias del equívoco*: "El célebre traductor de la Metafísica es Calvo y no es Calvo" (En efecto, el célebre traductor se llama Tomás Calvo, pero no es calvo).
2) *Contextos difusos*: "Está lloviendo y no está lloviendo" (porque tal vez llueve lo suficiente como para que las calles se mojen, pero no lo suficiente como para que sea necesario usar paraguas).
3) *Falsos dilemas*: "Juan ama y odia a María" (¿En qué sentido amar y odiar son contradictorios? ¿No es la posibilidad de amar y odiar a alguien, prueba suficiente de que no lo son?).
4) *Designaciones imprecisas*: "La persona que tiene diez peniques en el bolsillo conseguirá el trabajo y no conseguirá el trabajo" (porque dos personas tienen diez peniques en el bolsillo pero sólo uno conseguirá el trabajo).
5) *Predicaciones con diferente punto de referencia:* "El pan con mantequilla es asqueroso y no es asqueroso" (Porque puede ser asqueroso *para* una persona pero no serlo *para* otra).
6) *Diferencias relativas al tiempo*: "Francia fue una democracia y no fue una democracia" (en momentos diferentes de su historia).

Desde esta perspectiva, desafiar la validez *ontológica* del Principio de Contradicción es, ciertamente, bastante difícil; a la vez que su validez es absolutamente obvia: sea como sea que las cosas sean, si son de ese modo, entonces no pueden no ser de ese modo.

Parece una petición de principio, pero no es tan grave si consideramos que, después de todo, "es imposible que haya demostración de todas las cosas (ya que se procedería al infinito, de manera que tampoco habría demostración); y, si de algunas cosas no se debe buscar demostración, ¿acaso pueden decirnos qué principio la necesita menos que éste?" (Aristóteles, 1982a p. 169 – 1006a 9). Tiene aires

29 Es importante hacer notar que aquí el adjetivo "*logiká*" griego no es lo "relativo a la lógica" sino lo "relativo a las palabras". Me parece una distinción nada despreciable, porque el sentido actual del concepto de "lógica" se popularizó recién en el siglo VI (de acuerdo con Kneale & Kneale, 1972), y las primeras traducciones en latín de las obras aristotélicas se hicieron en la Edad Media, por lo tanto, en la elección de la palabra "logicas" para traducir "*logiká*" se ha incurrido en una anfibología que dista de ser inocente.

de humorada, pero no hay tal: recordemos que para los griegos el *axioma* no es un postulado no demostrable sino *autoevidente*, es decir, que se demuestra a sí mismo.

3 . 3 . 3 El Principio de Contradicción clásico como TLUC

Por supuesto, no podría ser verdadero el postulado de no-contradicción de Aristóteles, si las palabras que aparecen en él no tuvieran sentido. Y es claro que en él las palabras más importantes son las que están por la negación y la posibilidad del "darse" de los hechos ontológicos.

De aquí se sigue que el Principio de Contradicción clásico no es más que el TLUC postulado de manera informal. Para que él tenga sentido, hay que aceptar que las negaciones (semánticas o lógicas) tienen un correlato en el mundo, y que en el nivel de lo absoluto ese correlato se comporta como una oposición contradictoria. Estas dos condiciones no son más que las otras dos leyes de TLUC.

3 . 4 El Mundo Cerrado

El acierto fundamental de la lógica de Aristóteles estriba en su idealización, esto es, la presentación de un estándar dentro del cual reducir los argumentos a fin de hacerlos manipulables. Esta idealización ha sido utilizada varias veces a lo largo de la historia de las ciencias y la filosofía, y ha demostrado su amplia utilidad.

Dado que la estandarización ideal es un artificio, es importante tener presente (y la ciencia contemporánea al menos lo hace) que no se trabaja con un modelo fiel de la realidad sino con escenarios controlados, a menudo más simples, que ayudan a la comprensión e instrumentalización de los fenómenos pero que siempre quedan truncos.

Esta simplificación es característica de todo lo que se llama *formal.* No sólo la lógica aristotélica es un caso, sino toda la lógica clásica, y también algunas de sus importantes desviaciones. Por ejemplo, cuando se define a la proposición como cualquier aserción susceptible de ser decidida verdadera o falsa, se opera una estandarización apenas distinta a la de Aristóteles en su mayor poder expresivo.

Por razones que ahora es inocuo discutir, la metafísica clásica operó bajo esta misma estrategia a la hora de inventariar las cosas que hay en el mundo, popularizando la distinción entre lo "real" y lo "aparente". Desde Platón en adelante, descubriremos que existe un socavado desprecio por todas aquellas filosofías que toman por punto de partida los aspectos complejos, contradictorios, inciertos y relativos de la realidad que la misma experiencia de las cosas nos presenta: Heráclito, Sexto Empírico, Hume y Hegel como algunos casos paradigmáticos. Contra ellos se oponía la metafísica omnisciente, de tercera persona, que trabajaba bajo los supuestos de que la realidad es máximamente consistente y mínimamente simple: es decir, que una descripción total de la realidad, de ser teóricamente posible, debe ser no-contradictoria y su fundamento último debe ser un átomo sencillo e inmutable. Así, ante la aparición de información contradictoria acerca del mundo, el filósofo clásico o el científico tienden a asumir que:

1) Hubo un error en el registro de la experiencia, o
2) Hubo un engaño producido por la imperfección de nuestros órganos o la finitud de nuestro entendimiento, o
3) A un nivel apropiado de análisis la contradicción debería desaparecer[30]

Aunque la filosofía de los últimos cien años se ha vuelto cada vez más consciente de esta idealización, es interesante notar cómo se la ha consagrado como el "mal menos grave". Wittgenstein por ejemplo postula que: "*Los límites de mi lenguaje* significan los límites de mi mundo" (Wittgenstein, 2001 p. 143 – § 5.6) pero a renglón seguido ajusta las cosas para que el mundo siga siendo esencialmente *el mismo* que el realismo clásico exigía: "Que las proposiciones de la lógica sean tautologías es cosa que *muestra* las propiedades formales -lógicas- del lenguaje, del mundo" (Wittgenstein, 2001 p. 151 - § 6.12). Pone así la metafísica de cabeza, supeditando la ontología a la lógica, pero dándole a esta última un carácter trascendental. De esta forma el hecho *lógico* de que:

$$\models \neg (A \,\&\, \neg A)$$

Es aceptado tácitamente como un nuevo Principio de Contradicción; lo que, desde una perspectiva filosófica, es sólo dar una larga vuelta para llegar a lo mismo: "Que, por ejemplo, las proposiciones «p» y «¬ p» den una tautología en la combinación «¬(p & ¬ p)», es cosa que muestra que se contradicen entre sí" (*ibid.* § 6.1201).

30 El profesor Andrés Bobenrieth me inspiró un ejemplo interesante: imaginemos un objeto, digamos, una pelota, que es de dos colores. Ante la aseveración "esto es azul y no es azul", se asume que la pelota debe constar de partes, cada una de las cuales o es azul o no es azul. Aquí se hace evidente cómo se asume que el análisis debe tener un elemento último no-contradictorio; una fracción de la superficie de la pelota que es entera azul o entera no-azul.

La condición de posibilidad de esta idealización en la ontología es el carácter del Mundo Cerrado; el problema es que, tratándose de un campo donde la experiencia directa no es posible, dicho carácter no es un postulado metodológico cualquiera. En la práctica nos lleva a aceptar que todo lo que es incierto, contradictorio y cambiante es aparente, y que todo lo aparente es irreal, o imperfectamente real.

El problema aquí es, por supuesto, que sin la idealización el mundo se vuelve demasiado rico y complejo como para ser aprehendido y sistematizado.

Pero si fuera posible operar una idealización que permitiera aplicar los métodos matemáticos de la lógica formal sin introducir constricciones ontológicas, sería posible en principio proyectar desde dicha lógica una ontología nueva, enriquecida con los aspectos difusos, contradictorios, incompletos e inciertos de la experiencia y de la realidad.

Capítulo IV

Realismo y Lógica universal

"*De um modo impreciso, poderíamos afirmar que a razão humana parece antingir o ápice de sua potência quanto mais se aproxima do perigo da trivialização*"

Newton A. C. Da Costa[31]

El último paso de nuestra investigación tiene un carácter especulativo. En los capítulos anteriores hemos justificado la utilidad de una perspectiva universal, conceptual (antes que axiomática) y absoluta de la lógica, para repensar los problemas filosóficos en torno a ella; luego, con el fin de aproximarnos al problema de su relación con la metafísica, mostramos en qué forma constricciones de índole formal afectan nuestras creencias ontológicas, haciendo ver que, al menos desde una perspectiva analítica, los límites de lo posible y lo real son lógicos. Queda ahora por ver qué aspecto tendría una ontología libre de dichas constricciones, y qué clase de lógica podría soportarla.

Escribió Quine en una oportunidad que los desafíos al principio de contradicción son meros "cambios de tema" (Bobenrieth, 1996); que el principio de contradicción es sencillamente la definición de la negación, por lo tanto, un operador unario proposicional que no lo respetara, sencillamente no sería una negación y fin del asunto[32]. Pese a la debilidad de la crítica, el punto de Quine me parece importante, y por lo tanto, para todas las revisiones que haremos, será necesario tener en mente dos cosas:

1) Ningún concepto es reformable desde el *interior* del sistema al que pertenece: es absurdo pretender que una contradicción, digamos, « $p \,\&\, \neg p$ », pueda ser verdadera, si se considera *ceteris paribus* todo el aparataje conceptual de la lógica y la ontología tradicional. Por lo tanto, la revisión de cada concepto implica necesariamente una revisión de *todos los demás.*
2) Toda reforma de un concepto implica algún cambio de su sentido: si aceptamos lo postulado en

31 "*De un modo impreciso, podríamos afirmar que la razón humana parece alcanzar el máximo de su potencial cuanto más se aproxima al peligro de la trivialización*" en *Sistemas formais inconsistentes.*
32 Bobenrieth indica que el argumento aparece en el *Philosophy of Logic* de 1973, cap. 6.

> (1) entonces debemos reconocer que, cuando cambiemos el comportamiento intrasistemático de la negación, por ejemplo, entonces el concepto de negación que poseemos se verá también modificado. Es inútil pretender que se puedan operar cambios sin alterar los conceptos extrasistemáticos desde los cuales pensamos los elementos del sistema mismo.

La necesidad de reformar el aparataje de la lógica clásica como "punto de partida" de las investigaciones científicas y filosóficas no ha sido tomado muy en serio a lo largo de la historia, incluso teniendo antecedentes antiguos e importantes, como se puede cotejar en Bobenrieth, 1996, Priest, 1995 y Kneale & Kneale, 1972. Las recientes investigaciones en Inteligencia Artificial y otros avances en ciencia cognitiva han puesto de manifiesto, quizás con más fuerza que nunca, la obsolescencia del modelo aristotélico-fregueano como *organon* de la razón, precisamente porque él opera bajo condiciones ideales que lo ponen muy lejos del mundo altamente contradictorio, incierto y cambiante dentro del cual nos movemos (He, 2005; He, Ma et al., 2007). No obstante lo anterior, me parece absolutamente necesario hacer el intento en sentido constructivo, es decir, ampliando los límites de la lógica y flexibilizando sus ataduras (como Da Costa), antes que destruyendo para construir desde los cimientos algo distinto (como Hegel).

Hay una diferencia crucial entre querer *rechazar*, *abandonar* y *trascender* la lógica clásica. Lo primero implicaría fabricar una lógica en la cual todos los resultados de aquélla fueran inválidos; lo segundo, fabricar otra completamente nueva, inconmensurable a la anterior y con conceptos y resultados completamente distintos. Pienso que ambas alternativas son descaminadas, al menos desde un punto de vista filosófico; primero porque la lógica clásica ha demostrado su excelentísima utilidad en una muy amplia gama de áreas del conocimiento, y segundo porque creo que toda disciplina debe hacerse cargo, en alguna medida, de la tradición a la que se adscribe. Otros han intentado en el pasado abandonar la lógica (como Descartes) y no lo han conseguido, sencillamente porque la lógica es más que lo que ellos quieren que ella sea.

Pero una ciencia nunca está acabada, como creía Kant, sólo que a veces se entrampa en sus limitaciones metodológicas. Sostenemos que la única vía fértil para salir de la encrucijada de la lógica contemporánea es trascender la lógica clásica; conservar sus resultados positivos, pero ampliar sus horizontes para que ella sea un caso particular dentro de un paradigma mucho más amplio y rico. La razón por la cual los grandes sistemas divergentes del siglo pasado siguen capturando la atención y el interés de tantos especialistas alrededor del globo es precisamente porque se trata de sistemas conservativos, que favorecen el tránsito de la simplicidad a la complejidad desde las raíces comunes de los aciertos de la tradición.

4 . 1 Panorama formal de la lógica universal

Un sistema lógico libre de alguna de las cuatro constricciones de la lógica clásica será llamado *flexible*, en el sentido que los investigadores chinos encabezados por Huacan He han utilizado esta palabra (He, Ma et al., 2007). Como ya mostramos en el capítulo I, hay al menos cuatro sistemas flexibles principales: la lógica difusa, la lógica paraconsistente, la intuicionista y los sistemas no-monotónicos.

Un sistema lógico que congregue estas cuatro flexibilidades será llamado *universal* (con minúscula, para distinguirla de la Lógica Universal o Teoría General de las Lógicas de Béziau). Hago notar que de acuerdo con esta definición, hay en principio un número indefinido de posibles sistemas universales.

Los conceptos primitivos esenciales para la lógica clásica que vimos en el capítulo anterior (*verdad* y *falsedad, afirmación* y *negación, deducción* y *argumento válido*) deben ampliarse en las lógicas universales, para satisfacer las cuatro condiciones de flexibilidad:

1. *Plurivalencia:* una proposición puede tomar tantos valores de verdad como sean necesarios.
2. *Paraconsistencia*: una proposición y su negación pueden ser ambas verdaderas.
3. *Paracompletud*: una proposición y su negación pueden ser ambas falsas.
4. *Incertidumbre*: la información requerida para el razonamiento podría estar incompleta o cambiar con el paso del tiempo.

Que lo propio de las proposiciones es ser verdaderas o falsas es algo que no puede abandonarse, porque es el punto de partida para la investigación lógica. Definir otros valores de verdad no tiene sentido constructivo si se los considera más allá de la oposición entre verdad y falsedad. En algunos sistemas trivalentes se ha propuesto un valor para proposiciones "desconocidas" o "incógnitas", pero esta propuesta es filosóficamente inapropiada porque verdad y falsedad refieren a propiedades metafísicas (relaciones entre el mundo y el lenguaje) mientras que lo "desconocido" es una propiedad epistémica (relativa a nuestro acceso a dicha verdad o falsedad). Por otra parte, si una proposición pudiera corresponder con la realidad en tres sentidos diferentes, por ejemplo verdadero, falso y *tagoico*, (por decir algo), habría que explicar exactamente qué significa que una proposición sea *tagoica*, cómo accedemos a dicho valor de verdad (de *tagoidad*) y qué sentido tendrán las conectivas que conecten dicho valor con otros.

Sin embargo, la plurivalencia puede debilitar la oposición entre verdad y falsedad sin eliminarla. En un modelo idealizado, o dentro de un sistema de control absoluto (como en matemáticas), la proposición describe siempre un lugar perfectamente acotado del espacio lógico, de manera que sólo tiene dos estados mutuamente excluyentes: o es verdadera, o es falsa. Por supuesto, esto no se da de igual manera en el mundo real, y una lógica más amplia debe ser capaz de trascender esta limitación. Si se definen estados intermedios, la ampliación será conservativa, puesto que seguirá dándose que una proposición podrá ser sólo verdadera o falsa, pero en grados múltiples. De igual manera, las conectivas lógicas podrán ajustarse para manipular estos valores de verdad sin abandonar su sentido original bivalente; pueden definirse tantos estados como se quiera, siempre y cuando ellos se den entre dos extremos, "completamente verdadero" y "completamente falso".

Tal es el caso de la lógica difusa estándar, que define sus conectivas de la siguiente manera (He, 2005):

Con $\sigma(A) = x$, $\sigma(B) = y$:

1) *Negación:* $1 - x$
2) *Conjunción:* $\min(x,y)$
3) *Disyunción:* $\max(x,y)$
4) *Condicional:* $\min(1,(1 - x) + y)$
5) *Bicondicional:* $1 - | x - y |$

Este sistema es *flexible* porque, de acuerdo con nuestra definición, debilita la Ley de Bivalencia. Pero, como se mostrará enseguida, todavía no estamos ante un sistema universal.

En la lógica difusa estándar, en efecto, es inmediato constatar que siempre se cumple que, para cualquier valor de $\sigma(p)$:

$$\sigma(p \,\&\, \neg p) < 1$$

$$\sigma(p \vee \neg p) > 0$$

Razón por la cual decimos que la lógica difusa sigue siendo no-contradictoria y tercero-excluyente. Esto puede incluso considerarse en concordancia con la tradición, dado que el mismo Aristóteles ya tenía bastante claro que la vaguedad no era argumento suficiente contra su *firmissimum omnium principium*. Durante su exposición y defensa del Principio de Contradicción en *Metafísica* IV dice:

> "Además, estos filósofos, viendo que toda naturaleza sensible se mueve, y que nada se dice con verdad de lo que cambia, creyeron que, al menos acerca de lo que cambia siempre totalmente, no es posible decir verdad. (…) Pero nosotros contestaremos también a este argumento diciendo que es, en cierto modo, razonable que no crean que existe lo que cambia, cuando cambia, aunque esto también es discutible; pues lo que está perdiendo algo tiene algo de lo que está siendo perdido, y algo de lo que deviene es ya necesariamente, y, en suma, si algo se está corrompiendo, habrá algo que es, y si algo está siendo generado, es necesario que haya algo de lo que se genera y algo por lo que es generado, y que esto no proceda al infinito" (Aristóteles, 1982a p. 195-6 – 1010a 6ss).

La razón por la que la lógica difusa estándar no es paraconsistente ni paracompleta se debe a que la negación sigue interpretándose como el complemento exacto de la proposición, la que a su vez llena todo el espacio lógico[33]. Wittgenstein decía que un símil aproximado para explicar el concepto de verdad era el de una mancha negra sobre un fondo blanco, donde es posible describir la forma de la mancha diciendo de cada punto de la superficie si es blanca o negra (2001 § 4.063); una lógica difusa considera manchas difuminadas, si se quiere, pero cada punto de la superficie tiene un y sólo un color; y cada tono de gris entre el centro de la mancha y el extremo de la superficie tiene una cierta cantidad de blanco y una cierta cantidad de negro que lo determina a tener una intensidad y sólo una.

La paraconsistencia en cambio introduce grados de *sobredeterminación* en la semántica, mientras que la paracompletud introduce grados de *indeterminación* (Bobenrieth, 1996). Estas dos nociones, más abstractas que la idea de asignación de valores, nos permiten definir los respectivos conceptos en términos difusos.

Una lógica difusa será llamada *paraconsistente* si puede darse que $\sigma(p) + \sigma(\neg p) > 1$. El caso límite es aquel en el cual ambos valen 1 y su conjunción, que recoge el valor mínimo entre los dos, es también 1. Similarmente, una lógica difusa será llamada *paracompleta* si puede darse que $\sigma(p) + \sigma(\neg p) < 1$. El caso límite es aquel en el cual ambos valen 0 y su disyunción, que recoge el valor máximo entre

33 "Aunque a la proposición sólo le es dado determinar un lugar del espacio lógico, el espacio lógico total tiene, sin embargo, que venir dado ya por ella. (...) (El armazón lógico en torno a la figura determina el espacio lógico. La proposición atraviesa el espacio lógico entero)" (Wittgenstein, 2001 p. 49 - § 3.42.

los dos, es también 0. Esto nos obliga a redefinir la semántica de su operador de negación, lo que también ocurría en la lógica bivalente, pero nos permite conservar los sentidos originales de la conjunción y la disyunción, lo que también es una consecuencia esperable y positiva.

Esta caracterización rápida da una idea de qué aspecto tienen los sistemas universales (hemos omitido revisar el cuarto aspecto por motivos de claridad). El sistema UL (*universal logics*), creado por Huacan He en 2001 y desarrollado desde entonces tanto por sus compatriotas como por otros lógicos, ingenieros y matemáticos del mundo es un sistema que reúne estas y otras interesantes propiedades (como la flexibilidad relacional de las conectivas binarias), y cabe ser señalado como el primer sistema de lógica *universal*, aunque de seguro no el único ni el último. Con todo, su importancia no sólo es histórica sino también técnica, y debería tenérselo a la vista como principal referente para futuras investigaciones en el área. En el apéndice 2 puede revisarse un brevísimo resumen de su propuesta.

4 . 2 Plurivalencia y mundo

El interés de Huacan He en la lógica universal nació de sus investigaciones en Inteligencia Artificial, donde, como ya comentamos, la debilidad de la lógica clásica es muy evidente; lo que en cierta forma habla de su amplia distancia del sentido común y de las tareas cognitivas cotidianas que enfrentan los razonadores humanos promedio[34].

Es interesante observar, por ejemplo, el desarrollo de la filosofía del lenguaje y notar con qué velocidad los proyectos logicistas se fueron viniendo abajo con el pasar de las décadas. Era evidente que el lenguaje natural y el sentido común compartían una lógica, pero ésta se encontraba lejos de ser siquiera parecida a la lógica matemática clásica.

Nuestros razonamientos del día a día están plagados de expresiones que manejan las vaguedades de una semántica difusa; "más o menos", "casi", "por poco", "suficiente", "parecido" no sólo son expresiones habituales, sino que sabemos utilizarlas con total naturalidad.

Los ejemplos que pueden traerse a colación son bastante divertidos. Consideremos por ejemplo a un niño que va a la tienda a comprar galletas *Tritón* por encargo de su madre, pero no encuentra. Si el niño no tiene otros lugares donde probar suerte, puede comprar otro tipo de galleta y tiene dos

34 Es difícil hacer aquí una defensa muy completa de este punto. Una cuenta excelente de las diferencias entre la lógica matemática clásica y la lógica cognitiva puede encontrarse en Wang N/E. Consúltese además Isaac & Szymanik, 2010. En la sección 5.2 nos referiremos al famoso caso de la tarea de decisión de Wason, que puede tener alguna relación con esto.

opciones: o galletas *Oreo*, o galletas de vino[35]. Es inmediato notar que, si lo enviaron a comprar textualmente galletas *Tritón*, el niño debería elegir las galletas *Oreo* antes que las galletas de vino; cuando vuelva a casa su madre podrá notar que cumplió la instrucción en un nivel alto de satisfacción. Sin embargo, si el niño vuelve con una botella de cerveza o con un cepillo de dientes, entonces la madre podrá reprocharlo por haber desobedecido completamente la instrucción; siendo que, desde una perspectiva clásica, desde el momento que no hay galletas *Tritón* el niño puede hacer lo que quiera porque ya ha desobedecido (y de lo falso se sigue cualquier cosa)[36]. O incluso el niño podría volver a su casa sin comprar nada, ni siquiera las *Oreo*, si sabe que su madre es una persona estricta y logra prever que su margen de tolerancia al error es muy bajo. De hecho, una persona que guiara su comportamiento y decisiones con apego estricto a la lógica clásica probablemente tendría muy pocos amigos[37].

Los investigadores chinos creen que esto no es un defecto de la lógica matemática, pero tampoco consideran, como los autores de la primera filosofía del lenguaje, que se trate de un defecto del lenguaje natural: "Toda teoría debe experimentar el proceso desde lo simple hacia lo complejo. En un comienzo, dada la falta de fundamentos teoréticos y experiencias investigativas, la simplificación es necesaria para establecer la teoría elemental correspondiente" (He, Ma et al., 2007 p. 89)*. Como comentábamos al final del capítulo anterior, la lógica aristotélica constituye esta versión simplificada y altamente idealizada de la lógica, y es indudable que asumir un enfoque así fue absolutamente necesario para favorecer el surgimiento y desarrollo de la disciplina; la distorsión sobreviene cuando se pierde de vista que el modelo ideal es el punto de partida, no el punto de llegada. El *Tractatus Logico-philosophicus* es, a mi parecer, la máxima expresión de este error; porque de hecho se puede hablar, razonar y hacer ciencia de muchas más cosas que las cubiertas por las desnutridas doctrinas wittgensteineanas de la proposición y la expresión.

4 . 3 Contradicción y dialéctica

Cuando en la década de los sesenta los lógicos de Brasil comenzaron a trabajar en la lógica paraconsistente, lo hicieron desde una perspectiva netamente sintáctica. El sistema C_1 de Da Costa previene la explosión mediante la distinción entre fórmulas *bien comportadas* (*bem comportadas*) y

35 Caso de que no se sepa, tanto las galletas *Tritón* como las *Oreo* son pequeños emparedados de crema blanca de azúcar entre dos galletas redondas de chocolate. Difieren en la marca, un poco en el sabor, y en el hecho -a veces significativo- de que sólo las segundas son veganas.

36 Asumiendo aquí que obedecer es el estado de completa satisfacción (lo "verdadero") y desobedecer el estado de completa insatisfacción (lo "falso"). Es un ejemplo bastante libre.

37 La ética kantiana y su imperativo categórico han recibido también críticas orientadas desde un enfoque similar.

mal comportadas (*mal comportadas*), siendo las primeras aquellas que "cumplen el principio de contradicción" y éstas las que no lo hacen (Da Costa, 1993; Bobenrieth, 1996).

El hecho de que una fórmula sea bien o mal comportada no es algo que pueda determinarse *a priori* salvo en las suposiciones artificiales del ejercicio lógico; de hecho, en el sistema C_1 puede demostrarse que el cálculo sobre fórmulas bien comportadas es equivalente a la lógica clásica. Es por esto que Da Costa fue siempre muy cuidadoso en señalar que su propuesta, en estricto rigor, no era un desafío a la Ley de Contradicción (Bobenrieth, 1996), porque no había evidencia científica o filosófica para sostener que hubiera proposiciones acerca de la realidad que fueran mal comportadas, ni se tenía claridad respecto a lo que ellas pudieran significar.

Esto hizo que la investigación tomara un curso diferente, hacia la exploración de lo que se llamó, precisamente, *lógica dialéctica*, por retomar (de una manera más bien superficial) el concepto que Hegel había popularizado para referirse a la creencia metafísica en las contradicciones. En estos sistemas se forzaba la aparición de proposiciones mal comportadas y se daban axiomas para manipularlas (Bobenrieth, 1996).

La lógica dialéctica favorecería el surgimiento en Australia del *dialecismo*, la creencia filosófica en las contradicciones reales, es decir, ciertos "aspectos del mundo (o de algún mundo posible) para los cuales cualquier descripción precisa contendrá una contradicción verdadera" (Mares, citado en Tahko, 2009 p. 38)*. Esta posición asume una postura mucho más radical que la de la lógica paraconsistente, puesto que en el enfoque original se toleraban las contradicciones a nivel sintáctico, pero no se estudiaba el sentido de decidirlas verdaderas.

Dialecistas y lógicos de la paraconsistencia coinciden, sin embargo, en que, si ha de existir un correlato metafísico de la noción lógica de contradicción, éste será el carácter eternamente cambiante del mundo (Da Costa en Bobenrieth, 1996, apéndice E; Priest citado en Tahko, 2009), consagrado ya desde los orígenes de la filosofía en el célebre pasaje de Heráclito: "en los mismos ríos nos sumergimos y no nos sumergimos, somos y no somos" (gr. *potamoîs toîs autoîs embaínomen te kaì ouk embaínomen, eîmen te kaì ouk eîmen* (fragmento 49a)). En una entrevista con Andrés Bobenrieth, Newton Da Costa lo puso en estos términos:

> "...esa concepción de la negación como si fuera una cosa platónica que siempre divide rigurosamente en ser y no ser, eso no me parece muy correcto, especialmente si uno tiene una concepción de la realidad como algo que fluye. Entonces, es muy complicado decir que yo arreglo la realidad, cuando introduzco la noción de objeto, es más bien una cosa *fuzzy* [difusa]; por ejemplo, tú o yo estamos compuestos de partículas elementales y las partículas elementales

> no tienen fronteras: un electrón puede que llene todo el espacio, entonces nosotros llenamos ese espacio todo. Y, ¿cómo se hace la división arbitraria? Simplemente por la formación de nuestros órganos sensoriales que nos lleva, en los casos más simples, a pensar que hay siempre una línea clara absolutamente divisoria" (Da Costa en Bobenrieth, 1996 anexo E p. 472).

La visión del mundo como esencialmente caótico y cambiante difiere del realismo estándar sólo en una cuestión de perspectivas; ya que podemos tener modelos teoréticos tanto para explicar la emergencia de propiedades caóticas a partir de sistemas estables (como la distribución de los números primos dentro de los naturales) como la emergencia de regularidades a partir de sistemas caóticos (como en la física cuántica). El mismo Aristóteles estaba consciente de esta situación. En *Metafísica* IV, de nuevo, podemos leer:

> "Y todavía es justo reprochar a quienes así opinan que, viendo que, incluso entre las mismas cosas sensibles, sólo es así en las menos numerosas, extendieron por igual su teoría a todo el universo. En efecto, sólo la región de lo sensible que nos rodea está permanentemente en corrupción y generación; pero ésta, por decirlo así, ni siquiera es una parte del todo; de suerte que hubiera sido más justo absolver a estas cosas a causa de aquéllas que condenar a aquéllas a causa de éstas. (…) Debemos, en efecto, mostrarles que hay una naturaleza inmóvil, y persuadirles de ello" (Aristóteles, 1982a p. 197-8 – 1010a 25ss)[38] [39].

Pero hemos de reconsiderar el escenario: el hecho de que las ciencias contemporáneas vayan descubriendo que al parecer muy pocas cosas en la naturaleza son realmente inmutables y eternas nos lleva a pensar que quizás son estas últimas las que ni siquiera "forman parte del todo". En el borde de su propio argumento, el mismo Aristóteles tendría que reconocer, frente a toda la evidencia que tenemos en la actualidad, que de las dos opciones posibles al parecer escogió la incorrecta.

4 . 4 Correlación Generalizada

En la lógica proposicional clásica cada proposición es perfectamente independiente de las demás. La oposición entre dos proposiciones cualesquiera siempre es trivial, es decir, pueden ser ambas verdaderas, ambas falsas o distintas, a menos que se estipule de entrada lo contrario.

Esta característica repercute en la metafísica de una forma sutil pero importante; divide al universo en infinitas porciones no correlativas, con un vacío lógico entre una y otra que permite

38 Cuando habla de "éstas" y "aquéllas" se refiere respectivamente al mundo sublunar y al celeste; una nota al pie en Aristóteles, 1982a lo aclara.

39 El Estagirita parece de hecho estar consciente de la debilidad de su argumento, porque es el que desarrolla menos de todos los presentados en las páginas circundantes.

diferenciarlas: “Algo puede ser el caso o no ser el caso, y todo lo demás permanecer igual” (Wittgenstein, 2001 p. 15 - § 1.21); “Los estados de cosas son independientes unos de otros. Del darse o no darse efectivos de un estado de cosas no puede deducirse el darse o no darse efectivos de otros” (p. 23 - §§ 2.061-2).

Es difícil decir hasta qué punto esta característica de las ontologías realistas puede o no ser perjudicial para hacernos representaciones de ciertos hechos del mundo, o para juzgar con base en contrafácticos o evaluar escenarios alternativos a futuros contingentes. Hay que aceptar que, en un muy amplio respecto, es útil; pero supone también una parcelación artificial de la realidad tal cual ella es experimentada.

Esta independencia de las proposiciones ya había sido abordada desde otras perspectivas en la historia reciente de la lógica. En particular las características más extrañas del condicional material, como:

$$A \rightarrow (B \rightarrow A)$$

$$(A \rightarrow B) \; v \; (B \rightarrow A)$$

O el mismo principio de explosión hacían pensar que, incluso cuando la neutralidad respecto del tópico era una cualidad deseable en los estudios formales de lógica, éstos debían ser capaces de analizar en alguna forma las relaciones de contenido entre dos o más proposiciones para restringir o controlar (o lisa y llanamente purgar) esta clase de resultados.

A fin de sobreponerse a estas limitaciones de la lógica clásica, los autores chinos proponen considerar a todas las proposiciones como correlativas entre sí (incluso con ellas mismas), un carácter especial de la lógica que impulsan y al que llaman *correlación generalizada* (y *autocorrelación generalizada* para la relación de cada proposición para con ella misma)[40]. El nivel de correlación entre dos proposiciones puede ir desde la máxima atracción (*sobredeterminación* completa) hasta la máxima repulsión (*indeterminación* completa) pasando por un estado neutral, que sería el de las proposiciones clásicas.

La *correlación generalizada*, aunque dentro del sistema UL tiene una connotación formal y matemática precisa, por fuera de él tiene una importante carga filosófica. En particular, introduce una

40 En el apéndice 2 puede encontrarse una explicación del aparto técnico que formaliza estas nociones.

poderosa flexibilidad en la ontología, que le permite ser mirada tanto en sentido holista (como si todas las proposiciones fueran correlativas al máximo nivel y "todo fuera idéntico a todo") como en sentido radicalmente opuesto (cuando la correlación entre todas las proposiciones es mínima y "nada se toca con nada", haciendo imposible el conocimiento, el movimiento, la generación y todos los fenómenos físicos), pasando por los grados medios en los que se cumplen las regularidades de la lógica clásica y la óntica discreta rinde buena cuenta de una gran cantidad de fenómenos.

Bertrand Russell decía que no podemos saber si el Axioma del Infinito es cierto o no, porque no hay necesidad lógica en aceptarlo; el mundo podría ser continuo, o estar conformado por pequeños átomos ónticos que saltan de uno a otro a través del tiempo sobre un vacío metafísico, como los fotogramas de una película (Russell, 1945). Defender dogmáticamente cualquiera de las dos posiciones sería un error, precisamente porque introduciría constricciones basadas, de una u otra forma, en presupuestos de no contradicción. Una ontología flexible le permite al entramado óntico ser alternativamente, o a la vez si cabe darse, continuo y compuesto. Esto tiene mucho que ver con las consideraciones metafísicas del dialecismo y la dialéctica, porque el realismo clásico vería en ello una contradicción, y la proscribiría.

4 . 5 Un ejemplo original

La presentación de una metafísica nueva que aporte interpretación ontológica a los conceptos de correlación y autocorrelación generalizadas, a la contradicción y a la incertidumbre, es una empresa que escapa por mucho a los alcances del presente trabajo; quedará esbozada como futura línea de investigación. Antes de terminar este capítulo señalaremos nada más, a modo de ilustración, una fantasía teórica que podría servir de modelo para estas ontologías.

En teoría de conjuntos se postula que todo sobre lo cual ella versa son conjuntos; y existe un conjunto primitivo, del cual es posible demostrar su existencia, que es el conjunto vacío. Para nuestra demostración consideraremos una teoría S cuyos elementos serán llamados *sistemas*. Los sistemas cumplen sólo dos propiedades primitivas o axiomas:

1) Todo sistema está formado por otros sistemas.
2) Todo sistema forma parte de otros sistemas.

Y postulamos la siguiente relación de identidad entre sistemas:

3) Dos sistemas son idénticos si y sólo si están formados por los mismos sistemas y forman parte

de los mismos sistemas.

La idea general es que las formas de combinación de los constituyentes de un sistema determinan su configuración de alto nivel, y que esta configuración determina su posibilidad de aparecer o no como parte de otros sistemas; como piezas de un juego de rompecabezas, cada una de las cuales es a su vez un rompecabezas.

Una formalización de la teoría S no puede hacerse con una lógica demasiado rígida, porque los constituyentes materiales de ésta no tienen *sustancia*, es decir, no existen sistemas que no estén formados a partir de más sistemas. Además, existen relaciones de identidad parcial entre los sistemas, por ejemplo, dos sistemas pueden ser distintos y estar formados por los *mismos* sistemas constituyentes (al mismo tiempo), sólo que dispuestos de forma distinta (lo que implica que participan como constituyentes de sistemas distintos).

Su semántica también debe ser máximamente difusa y su negación debe tolerar altos niveles de autocorrelación, porque no existe ninguna norma de jerarquización y por lo tanto un sistema puede formar parte de un sistema que forme parte de otro que forme parte del primero; por lo que las configuraciones pueden, en principio, darse en jerarquías enredadas.

Podemos hacer progresar nuestra teoría agregando nuevos elementos lógicos. Definamos una relación «Fxy» para decir que “x forma parte de y”. Esta relación es transitiva, es decir, cumple con que:

$$Fxy \rightarrow (Fyz \rightarrow Fxz)$$

Y esta implicación es, evidentemente, clásica, porque está definiendo las convenciones arbitrarias de uso de la relación mentada.

Podemos definir ahora un predicado difuso, «Zxy» para indicar que “x forma parte de y en un nivel próximo o cercano”. Lo que queremos indicar con esto es que *x* no forma parte de “tantos” constituyentes de *y* antes de formar (o no) parte de él. Podemos dar una definición estándar introduciendo el coeficiente “w”, tomado de los números naturales. Tenemos entonces la siguiente definición:

$$Z_w xy = Fxa_1 \rightarrow (Fa_1a_2 \rightarrow (\ldots (Fa_{n-2}a_{n-1} \rightarrow (Fa_{n-1}a_n \rightarrow Fa_n y)) \ldots)) \text{ si y sólo si } n < w$$

Dicho en términos coloquiales, sólo si se puede determinar en menos de “w” pasos que x es constituyente de y. El número “w” determina entonces un corte arbitrario entre lo que significa lejos o cerca en dicha determinación.

Sea ahora por ejemplo el predicado «Nx» la siguiente afirmación: “x no forma parte de sistemas que formen parte de él”. Vamos a decir que un sistema que satisfaga esta propiedad será un sistema *normal*.

¿Cómo determinamos la verdad de «Ns_1» para el sistema «s_1»? Es, en principio, imposible, ya que no existe un punto donde finalizar, porque ya hemos dicho que no existen sistemas primitivos. Tampoco es sencillo determinar la falsedad del predicado de *normalidad*, porque un sistema podría formar parte de otro que forme parte de otros que, en un nivel mucho más amplio (lejano) formen parte de uno que forme parte del primero en un nivel muy bajo (cercano). Pero, con ayuda del predicado «Z_wxy», podemos definir la relación «N_wx» así:

$$N_wx \quad \text{si y sólo si} \quad (y)\, .\, Z_wxy \rightarrow \neg\, Z_wyx$$

Es decir, x es normal en atención a “w” si y sólo si, para cada sistema del cual él forme parte en los primeros w – 1 niveles, no es cierto que ese sistema forme parte de él, al menos en los primeros w – 1 niveles.

Podemos definir ahora el conjunto $\mathbf{T}_w$, que es el total de los sistemas *normales* hasta el nivel w – 1 . La teoría S para los sistemas en este nuevo conjunto exhibe, por supuesto, ciertas propiedades muy cómodas; por ejemplo, que todos los sistemas normales hasta w – 1 son *primitivos*, en el sentido que están conformados por sistemas de los cuales ellos mismos no forman parte hasta el nivel w – 1. Dentro de estos márgenes, todos los sistemas construidos a partir de ellos pueden descomponerse en configuraciones de éstos; tenemos por tanto la emergencia en un alto nivel de propiedades regulares y estables, a partir de un bajo nivel máximamente indeterminado y difuso.

El coeficiente “w” indica la correlación generalizada entre dos sistemas. Modela, de alguna manera, su relativa independencia. Cuanto más alto sea el valor de w, más “normales” serán los sistemas y más propiedades estables exhibirán; la diferencia entre esta formalización y una formalización clásica, que sólo considere sistemas normales con reglas estables, es que la nuestra nunca pierde de vista que se trata de una aproximación teórica idealizada, mientras que la segunda opera con una fantasía y la toma por la realidad.

El punto de partida de toda metafísica es siempre el mundo fenoménico que nos presentan nuestros sentidos, el lenguaje con el cual nos comunicamos y los contextos sociales y culturales dentro de los cuales nos desenvolvemos. Una ontología basada en la lógica universal debería permitirnos transitar hacia una metafísica de la conciliación; por una parte, aceptar la preeminencia de la primera persona en la investigación, y por otra, aceptar las ventajas de un modelo idealizado de tercera persona, que permita atribuir a ciertos fenómenos propiedades epistémicas de objetividad, o a los objetos (entendidos quizás como sistemas normales de alto nivel) propiedades de permanencia y no-contradicción. Este camino no es nuevo, la gran mayoría de los filósofos en la historia ha adoptado posiciones parecidas; sólo que, en la metafísica por venir, la línea divisoria entre lo real y lo aparente podría quedar definitivamente desdibujada.

Capítulo V

Los dragones más allá del horizonte

"*Nous ne travaillons pas pour les faibles, les allergiques, mais pour ceux qui ont, comme on dit, de l'estomac*"

Louis Pauwels[41]

Wittgenstein en el prólogo del *Tractatus* afirma con lucidez que dibujar un límite siempre supone poder pensar a ambos lados de él. Trazar estas líneas ha sido característico del ser humano a lo largo de su historia política, social e intelectual: separar el orden del caos, la civilización de la barbarie, el bien del mal, lo verdadero de lo falso, lo racional de lo irracional. Platón en el Timeo lo afirma con pletórica grandilocuencia: "Porque Dios quiso que todas las cosas fueran buenas y que en lo posible nada fuera defectuoso, así entonces, después de tomar control de todo cuanto era visible, que no se mantenía en reposo sino que se movía en forma discordante y desordenada, lo condujo al orden desde el desorden, pues consideraba que aquello era de todas formas mejor" (Platón, 2004 p. 99-100 – 30a).

Más allá de los muros del *Lógos*, del universo ordenado de acuerdo a leyes y regularidades (políticas o naturales, morales o científicas), se extiende el valle peligroso y amorfo de la confusión y la locura, un paraje poblado de monstruos y fantasmas como el inconsciente del psicoanálisis (que C. G. Jung identificó con el bosque embrujado de los cuentos tradicionales germánicos) o los mares exteriores de las antiguas cartas de navegación. Parménides en el poema afirma que sólo hay dos caminos por donde conducir a la razón: el camino verdadero de la unidad y el camino falso de la pluralidad. *Ex falsum sequitur quodlibet:* de lo falso se sigue cualquier cosa, mientras que en el centro la Unidad de Parménides es el Bien de Platón, la Verdad y Dios, el Ser subsistente por sí mismo y siempre idéntico para consigo mismo.

Este último capítulo no tendrá un carácter conclusivo sino más bien sinóptico; se constituye, en efecto, como una defensa de la idea filosófica central, subyacente a todo este trabajo: la superación de la lógica clásica. Mostrará, o tal es su esperanza, que más allá del horizonte no hay dragones, pero sí

41 "*No trabajamos para los débiles, los alérgicos, sino para aquellos que, como se dice, tienen estómago*" en *Le matin des Mages.*

acaso islas indómitas y grandes territorios sin explorar. Al final, intentaremos ilustrar que la racionalidad no se reduce ni constriñe a los estrechos límites de la lógica aristotélico-fregueana; y pensar fuera de sus límites no es perder la cordura, sino extenderla.

5 . 1 Racionalidad con contradicción

El motivo más natural para aceptar la necesidad del Principio de Contradicción descansa sobre el hecho de que estamos acostumbrados a pensar que la no-contradicción es la marca distintiva de la *racionalidad,* a su vez que ésta es la marca distintiva de la *logicidad*; el Estagirita vendría a estipularlo por escrito, pero es un espíritu que podemos rastrear en el Sócrates-Platón, Parménides, los sofistas y los antiguos físicos hasta al menos Pitágoras y su célebre primera *reductio* y Tales de Mileto, padre de la filosofía. La cláusula aristotélica lo dice todo: *zóon lógon éjon*, el "animal que tiene *lógos*" (¿animal lógico? ¿animal que piensa? ¿animal que tiene discurso? ¿animal que tiene orden?), traducido luego al latín directamente como *animal rationale*, "racional".

Sin embargo, y aunque es indudable el valor de la herencia de la cultura griega en la configuración de la nuestra, es dudoso que ellos hayan sido "sin más" un paradigma perfecto y universal de toda la humanidad, a pesar de que incluso hasta nuestros días muchos intelectuales lo asumen casi sin cuestionamientos. El arrastre de esta generalización apresurada (un "error categorial", como veremos) es más profunda de lo que parece a simple vista, y tiene consecuencias muy significativas.

Es un lugar común heredado de nuestras raíces latinas el sostener que los griegos no sólo fueron la flor y nata de la civilización sino que además sus observaciones respecto de cómo es y cómo debe comportarse el ser humano fueron absolutamente objetivas, merced a esa racionalidad que habían descubierto (no inventado) en nuestra naturaleza intrínseca y que habían aprendido a utilizar con maestría. Sin embargo, los griegos estuvieron lejos de pretender que sus ideas aplicaran para nadie fuera del archipiélago helénico o por encima de su hegemonía; considérese por ejemplo la patética discusión entre atenienses y melios tal como la relata Tucídides en su *Historia de la Guerra del Peloponeso*, donde los primeros rechazan a los segundos la razón de derecho por ser extranjeros (Tucídides, 2000), o al mismo Aristóteles, quien al comienzo de la *Política* da por sentado que el hombre es un animal social y de ahí concluye sin ningún remordimiento de conciencia que "el insocial por naturaleza y no por azar es un ser inferior o superior al hombre" (Aristóteles, 1988b p. 50 – 1253a

5).

Esta pretendida universalidad de los valores culturales grecolatinos ha tenido consecuencias más o menos nefastas a lo largo de nuestra historia; justificaron la apropiación de los territorios americanos por parte de la corona española en el siglo XV (aduciendo el sencillo argumento de que, como Dios había creado el cielo y la tierra, Jesucristo era su único hijo y el Papa era su representante legítimo en la tierra, *ergo*, por necesidad la tierra debía ser administrada sin más por este último) y también provocó el genocidio de los pueblos autóctonos de la Patagonia, que no fueron considerados seres humanos por Darwin aduciendo que no poseían ritos religiosos (siendo que todos los demás pueblos "humanos" sí lo hacían). Sin embargo, nos atendremos al tema que nos convoca y hablaremos específicamente de la racionalidad entendida como facultad intelectual y la no-contradicción como propiedad esencial de los sistemas de creencias racionales.

En un conocido pasaje de su *Filosofía de la Ciencia Natural,* Hempel, para ilustrar lo que él llama el "requisito de relevancia explicativa", adelanta como ejemplo el siguiente pasaje de Francesco Sizi:

> "Hay siete ventanas en la cabeza, dos orificios nasales, dos orejas, dos ojos y una boca; así en los cielos hay dos estrellas favorables, dos que no son propicias, dos luminarias, y Mercurio, el único que no se decide y permanece indiferente. De lo cual, así como de muchos otros fenómenos de la naturaleza similares -los siete metales, etc.-, que sería tedioso enumerar, inferimos que el número de planetas es necesariamente siete... Además, los satélites son invisibles a simple vista, y por tanto no pueden tener influencia sobre la Tierra, y por tanto serían inútiles, y por tanto no existen" (en Hempel, 1992 p. 77)

Hempel afirma, a renglón seguido, que "el defecto crucial de esta argumentación es evidente: los "hechos" que aduce, incluso si se aceptaran sin ponerlos en cuestión, son enteramente irrelevantes para el asunto que se está discutiendo" (*ibidem*). El pasaje es por sí mismo muy sugerente[42]. Hempel tiene razón en que la argumentación es defectuosa, pero sólo si se considera que el estándar de la validez lógica viene dada por la deducción; es decir, por el tipo de razonamiento monotónico y no-contradictorio que cultivó y desarrolló la cultura europea de cuño aristotélico[43].

42 Bruno Biaghini, compañero mío en la Universidad de Chile, ha escrito un trabajo muy interesante respecto a este tema.

43 El argumento de Sizi no sólo no es inválido, sino que desde una perspectiva mágico-analógica es perfectamente correcto. Es posible descomponerlo en dos partes: la primera es la defensa numerológica de la necesidad de que haya tantos y no más astros que orificios en la cara, y la segunda es una aplicación excelente del criterio de navaja de Occam; de hecho, cuando la existencia de los planetas invisibles se aceptó en astronomía, la astrología se vio obligada a reformar su sistema original y aceptar la influencias de estos nuevos cuerpos celestes. Comentarios interesantes respecto a esto último pueden hallarse en Hinostroza, 1973.

Pese a la debilidad del argumento de Hempel[44], no parece necesario decir más cosas al respecto, pues resulta "evidente" que el argumento de Sizi es incorrecto y, como decía Hume, esforzarse mucho en defender una tesis evidentemente cierta es casi tan absurdo como tratar de refutarla. Por el contrario, es más esperable que alguien se escandalice ante la idea de que el argumento de Sizi sea correcto "desde otra lógica", y esto por argumentos similares a los que Quine levantó contra los revisionistas del principio de Contradicción que comentamos en el capítulo IV.

La posibilidad de que haya seres humanos racionales que acepten contradicciones sólo es una contradicción en los términos (una meta-contradicción, si se quiere) desde los estándares grecolatinos. En un artículo llamado *Some problems about rationality,* Steven Lukes comenta un caso muy interesante de disensión entre los antropólogos Evans-Pritchard y Winch respecto al sistema de creencias del pueblo Zande en África. Para ellos, un brujo siempre hereda su condición por línea paterna. Evans-Pritchard escribe:

> "Para nosotros es evidente que si un hombre es probado brujo el total de su clan es *ipso facto* brujo también, dado que los clanes Zande son un grupo de personas relacionadas entre sí biológicamente por línea masculina. Azande[45] comprende el sentido de este argumento pero no acepta sus conclusiones, y de hacerlo haría caer toda su noción de brujería en contradicción... Azande no percibe la contradicción como nosotros la percibimos porque no tiene interés teorético en el asunto, y las situaciones en las cuales expresan su creencia en la brujería no traen forzosamente este problema" (Evans-Pritchard citado en Lukes, 1995 p. 290)*

A lo que Winch agregará luego:

> "El contexto desde el cual se hace la sugerencia de contradicción, el contexto de nuestra cultura científica, no está al mismo nivel que el contexto en el cual la creencia acerca de la brujería opera. Las nociones de brujería Zande no constituyen un sistema teorético en los términos en que Azande intenta alcanzar un entendimiento cuasi-científico del mundo. Esto por otra parte sugiere que es el Europeo, obsesionado por presionar el pensamiento Zande hacia donde no iría naturalmente -una contradicción- quien es culpable de un malentendido, no el Zande. El Europeo comete en efecto un error categorial" (Winch citado en Lukes, 1995 p. 290-291)*

Este peculiar rasgo de paraconsistencia en el sistema de creencias Zande guarda estrecha relación con la forma en que comprenden el que una persona sea o no un brujo; tiene que ver con la forma en que su intestino delgado procesa los alimentos, lo que, cuando tales o cuales anomalías se dan, para ellos acarrean toda clase de facultades sobrenaturales (Lukes, 1995). De forma perfectamente análoga a lo

44 Aristóteles tiene un breve ensayo, *Sobre la adivinación*, donde presenta una refutación brillante de la astrología que es casi la misma de Hempel, pero basada en razonamientos modales.

45 Azande es el nombre de uno de los nativos Zande al que Evans-Pritchard toma como pupilo.

que ocurría en el caso de Hempel y Sizi, Evans-Pritchard concluirá que el ser o no un brujo para los Zande no tiene un correlato en la realidad objetiva; a lo que Winch argumentará que

> "lo que cuenta como real depende del contexto y del lenguaje usado (y por lo tanto "es en los usos religiosos del lenguaje que la concepción de la realidad de Dios tiene lugar"); más aún, "lo que es real y lo que es irreal se muestra a sí mismo en en el sentido que tiene el lenguaje... no podemos en efecto distinguir entre lo real y lo irreal sin comprender la forma en que esta distinción opera en el lenguaje"" (Lukes, 1995 p. 290 (las citas dentro de la cita corresponden a Winch))*.

La posición de Winch es claramente más interesante que la de Evans-Pritchard (quien, sin más, declara irracionales a los Zande) porque vuelve sobre las relaciones enredadas entre metafísica, lenguaje y lógica. Imaginemos a un antropólogo que llega a una tribu perdida en el interior de África, muy similar a los Zande. Supongamos que este antropólogo consigue traducir parcialmente el lenguaje de este pueblo y por ende logra comunicarse con ellos, a un nivel más bien básico; y comienza a aprender las costumbres y creencias del pueblo.

Supongamos que un día el antropólogo asiste a un ritual centrado en una persona (llamémosla Kiriku). Al preguntar por qué Kiriku es sometido a dicho ritual, se le dice: "porque Kiriku es un brujo". El antropólogo toma nota de esta situación.

Días después, llega el momento de realizar una celebración expiatoria similar a los exorcismos en la tribu, y se dispone el exilio de todos los brujos. Y al final del día todos son, en efecto, expulsados... menos Kiriku. El antropólogo pregunta entonces: "¿por qué Kiriku no ha sido expulsado?" A lo que los nativos le responden: "porque Kiriku no es un brujo".

Podría entonces el antropólogo suponer que el ritual inicial ha servido para limpiar a Kiriku de su brujería, pero pronto es obligado a rechazar esta hipótesis: al poco continuar su investigación, descubre que el ser o no ser brujo tiene que ver con ciertos rasgos propios de la persona, y que por lo tanto no es posible que una persona deje de ser brujo o empiece a serlo de un día para otro.

El antropólogo está en una situación compleja. En efecto, ha llegado a la manifestación explítica de una contradicción, a saber, que Kiriku es un brujo y no es un brujo; pero, ¿en qué nivel ha ocurrido esta contradicción? Bien podría darse que:

1) O la metafísica y cosmovisión de los nativos admiten que alguien sea brujo a la vez que no sea brujo, o
2) Los nativos sostienen creencias contradictorias respecto de su realidad sin darse cuenta de ello,

o

3) Lo que el antropólogo ha percibido como la partícula de negación en el lenguaje de los nativos no puede traducirse directamente como la negación clásica (podría ser, por ejemplo, una negación paraconsistente) a su lengua natural.

Sin que haya, en principio, manera de que el antropólogo salga de su predicamento. Su propio mundo y su propia cultura le han enseñado que, en el caso de (1), debe existir una forma de ajustar la explicación para hacer desaparecer la contradicción (por ejemplo que la brujería sea una propiedad parcial y que Kiriku sea mitad-brujo y mitad-no-brujo); en el caso de (2), los nativos son irracionales (y quizás eso justifique su posterior matanza), o en el caso de (3), un lingüista tendría que ayudarlo a ahondar en la estructura gramatical profunda del lenguaje de los nativos. Pero aceptar cualquiera de las tres, ¿no es igualmente un atropello a la cultura que está estudiando? ¿No es más justo aceptar que los nativos han desarrollado estructuras sociales y culturales que acomodan paraconsistentemente sus valores y creencias, sin que eso los haga *irracionales*? Notemos que en el lenguaje cotidiano una persona es *irracional* cuando no da motivos (razones) para justificar sus acciones, no necesariamente cuando cree cualquier cosa o cuando acepta que P es el caso y que P no es el caso, al mismo tiempo y en el mismo sentido.

5 . 2 Ciencias no clásicas

Que los ejemplos recién revisados correspondan a la antropología no debe ser tomado a la ligera. Gran parte de la confianza que se tiene en la lógica clásica radica en el hecho (nada despreciable) de que está a la base de nuestros más portentosos avances científicos, y por ende "funciona" bien para la matemática, la física, la química y otras ciencias naturales. De ahí que se haya dicho que, si es cierto que existen muchas lógicas, de todas formas sólo hay una correcta y esa debe ser la clásica.

Pero, ¿qué ocurre entonces con todas aquellas ciencias para las cuales no aplican criterios matemáticos y deductivos? No hay una respuesta inmediata a esta pregunta. Si decimos, por ejemplo, que no son ciencias por el hecho de no ajustarse a los criterios de certidumbre y monotonía de las ciencias físicas y matemáticas, incurrimos en una precipitación teórica no justificada; no porque creamos que "todos los cisnes son blancos" diremos de los cisnes negros que no son cisnes, a pesar de que el *Modus Tollens* sea un modo de razonamiento correcto.

La visión de la lógica universal china provee un marco teórico sólido desde el cual abordar esta clase de problemas. En UL el sistema de lógica clásica es sólo un caso particular en el cual no existe la incertidumbre y la correlación generalizada es de neutralidad perfecta: el caso de los escenarios idealizados de la física y la matemática. Sin embargo, ciencias donde la predicción es imprecisa o nula, como la Sociología, o donde la información nunca está completa, como en psicología, otras variantes deben ser consideradas, y resultados distintos a los clásicos pueden obtenerse sin que por ello debamos afirmar que ellos no son "científicos". Newton Da Costa, por ejemplo, considera que un campo interesante de aplicación de las lógicas paraconsistentes es el psicoanálisis (Bobenrieth, 1996), y en un sentido más amplio, toda la psicología abisal, por cuanto nuestro subconciente parece ser capaz de manejar contradicciones (entre pulsiones y represiones, o lo que se quiera) sobre la marcha de sus procesos.

No es por tanto extraño que los campos donde y para los que las lógicas no clásicas han sido diseñadas sean precisamente todas aquellas disciplinas que no habían conseguido constreñir sus objetos de estudio a las regularidades uniformes de los modelos ideales. Las ciencias de la inteligencia, de la psicología y la sociedad, las ciencias de los organismos vivos, la estadística y la economía por nombrar sólo algunas, han tenido que recurrir a aparatos lógicos más sofisticados para formalizar sus modos válidos de razonamiento, de modelamiento o de demostración de hipótesis. Aquí se hace útil la *ingeniería lógica* que la Teoría Universal de las Lógicas de Béziau favorece, porque provee una mirada sistemática sobre este proceso de formalización y abstracción, pero sobre todo porque exorciza en parte el prejuicio de que las lógicas no clásicas son sólo ampliaciones o debilitamientos de la clásica, y colocan a esta última en un lugar horizontal respecto de las primeras, haciendo ver que su pretendida preeminencia no se justifica en motivos matemáticos o filosóficos sino más bien históricos y sociológicos.

Por otra parte, la sola evidencia de que podamos comprender la lógica en sus muchas desdoblaciones y aprehender en qué sentido las lógicas no clásicas son también lógicas, nos sugiere que la Lógica debe ser más que cualquiera de los sistemas particulares. Podría argumentarse que las lógicas no clásicas yerran en no ser simples e intuitivas, pero esto también es fruto de un condicionamiento social y cultural. Basta con observar el tiempo que debe invertirse en los cursos elementales de lógica para enseñar las propiedades formales del condicional material, y justificar luego por qué él representa la manera "correcta" de formalizar la construcción "si... entonces...". Y no es inocua la extrañeza por esta sola conectiva, porque de hecho sus mismas propiedades se replicarán en los niveles superiores, en las nociones de demostración y consecuencia tautológica, y, en suma, en la *nada intuitiva* idea de monotonía.

Existen, con todo, evidencias estadísticas interesantes que soportan la tesis de que la lógica clásica no sólo no rescata las intuiciones naturales de los razonadores promedio, sino que incluso sus métodos válidos les son a éstos completamente ajenos. En el capítulo 13 de *Epistemology and Cognition* Alvin Goldman compendia y comenta algunos de estos resultados. Revisemos algunos de ellos.

Sin duda el caso más significativo compete a la tarea de decisión de Wason (cf. Wason, 1966): un grupo de sujetos experimentales son colocados frente a cuatro tarjetas, cada una de las cuales muestra una letra o un número. El escenario típico es éste:

E K 4 7

Los individuos saben que cada tarjeta tiene un número en una de sus caras y una letra en la otra. Ahora se les pide que consideren la siguiente proposición:

"Si una carta tiene una vocal en un lado, entonces tiene un número par en el otro lado"

Y decidan qué cartas deben ser volteadas para decidir si la proposición es verdadera o falsa.

Dado que la proposición tiene forma de condicional, existe sólo un caso crucial que puede falsearla, esto es, cuando una de las tarjetas tiene una vocal por un lado y un número impar por el otro. Por lo tanto, debe comprobarse que toda tarjeta con una vocal tenga un número par detrás, pero también que toda tarjeta con un número impar tenga una consonante detrás, con lo que la respuesta correcta es: E y 7.

A pesar de esto, los resultados obtenidos son muy diferentes: un 46% de los individuos elige E y 4, otro 33% elige voltear sólo E, y sólo un 7% de los individuos elige voltear E y 7, mientras que el 17% restante elige otras combinaciones (Goldman, 1986). Esto ilustra claramente que la interpretación natural de los condicionales de tipo "si... entonces..." considera la regla positiva (el *Modus Ponens*) pero no la regla negativa (el *Modus Tollens*), al tiempo que hace también natural cometer el error de afirmación del consecuente («$\{P \rightarrow Q ; Q\} \vdash P$»), que corresponde a decidir voltear el 4.

Otro de los datos presentados por Goldman corresponde a un experimento publicado por L. J.

Rips y S. L. Marcus, y que consiste en una tabla donde se organizan los resultados de un estudio en el que se interroga a los sujetos por la validez de ocho esquemas de razonamiento. La pregunta es si el modo presentado es válido siempre, a veces o nunca. La tabla original corresponde a la figura 13.1 de Goldman, 1986 p. 296, que reproduzco en la siguiente:

PORCENTAJE DE RESPUESTAS TOTALES PARA OCHO TIPOS DE RAZONAMIENTOS CONDICIONALES						
N°	Argumento	Nombre (!)	Ejemplo (!)	Siempre	A veces	Nunca
1	$P \rightarrow Q$ P $\vdash Q$	*Modus Ponendo Ponens*	Si llueve las calles se mojan, Llueve, *Ergo,* las calles se mojan.	100*	0	0
2	$P \rightarrow Q$ P $\vdash \neg Q$	?	Si llueve las calles se mojan, Llueve, *Ergo,* las calles no se mojan.	0	0	100*
3	$P \rightarrow Q$ $\neg P$ $\vdash Q$	?	Si llueve las calles se mojan, No llueve, *Ergo,* las calles se mojan.	5	79*	16
4	$P \rightarrow Q$ $\neg P$ $\vdash \neg Q$	*Negación del antecedente*	Si llueve las calles se mojan, No llueve, *Ergo,* las calles no se mojan.	21	77*	2
5	$P \rightarrow Q$ Q $\vdash P$	*Afirmación del consecuente*	Si llueve las calles se mojan, Las calles se mojan, *Ergo,* llueve.	23	77*	0
6	$P \rightarrow Q$ Q $\vdash \neg P$	?	Si llueve las calles se mojan, Las calles se mojan, *Ergo,* no llueve.	4	82*	14
7	$P \rightarrow Q$ $\neg Q$ $\vdash P$	?	Si llueve las calles se mojan, Las calles no se mojan, *Ergo,* llueve.	0	23	77*
8	$P \rightarrow Q$ $\neg Q$ $\vdash \neg P$	*Modus Tollendo Tollens*	Si llueve las calles se mojan, Las calles no se mojan, *Ergo,* no llueve.	57*	39	4

Fig. 5 – Porcentaje de respuestas totales para ocho tipos de argumentos condicionales. Obtenido de Goldman, 1986 p. 296. El asterisco (*) marca la solución correcta en cada caso, mientras que el punto de exclamación (!) indica las columnas que no aparecen en el texto original y que han sido agregadas aquí.

El análisis de esta nueva tabla muestra, por una parte, la significativa diferencia entre la capacidad de percibir la validez del *Modus Tollens* contra la del *Modus Ponens*, y por otra la alta tasa de error en la decisión de validez de la negación del antecedente y la afirmación del consecuente (aproximadamente uno de cada cuatro sujetos los considera modos de razonamiento universalmente válidos) (Goldman, 1986). Notemos, además, que un 0% de los individuos considera correcta (ni siquiera algunas veces) la opción 2, ya que de hacerlo, estarían admitiendo la posibilidad de deducir contradicciones (ya que aceptan el *Modus Ponens* como universalmente válido), sin embargo, un 23% de los individuos también considera que la opción 7 puede ser a veces correcta, y esta también lleva a la deducción de contradicciones, pero por vía de *Modus Tollens*; lo que, a mi parecer, ilustra que la necesidad de evitar las contradicciones se comprende sólo cuando ellas aparecen de manera explícita, lo que es habitual del conocimiento que se adquiere por costumbre. (Es importante notar además que, de todos los modos graficados, sólo hay dos que son universalmente válidos (1 y 8), mientras que sólo hay dos que son universalmente inválidos (2 y 7)).

Ciencias que son sensibles a las decisiones de razonadores humanos promedio, como la psicología, la sociología o la economía, necesitan lógicas capaces de rescatar estas características (que no *deficiencias*) peculiares de los razonadores, a fin de que sus explicaciones y sus predicciones (si las hay) sean correctas. Consideremos por ejemplo una encuesta en la cual se pide a un universo de votantes sus preferencias para las elecciones de fin de año. Asumamos que todos los votantes tienen en mente la siguiente información de base:

“Si el candidato A sale elegido, aumentará la cesantía”

“Si el candidato B sale elegido, aumentará la inflación”

“a mayor inflación mayor cesantía”

Si todos los razonadores son “clásicos”, entonces todos deberían percibir que, voten por quien voten, aumentará la cesantía, pero sólo si votan por B aumentará también necesariamente la inflación; por lo que la decisión racional-clásica en este escenario es votar por A y no por B. Sin embargo, de acuerdo con la tabla expuesta anteriormente, aproximadamente un 23% considera que la cesantía implica también inflación (afirmación del consecuente sobre la tercera premisa), por lo que no percibirá esta ventaja; un 21% considerará que no votar por B evitará tanto la inflación como la cesantía (por negación del antecedente sobre la segunda y tercera premisas), lo que los llevará a elegir A por razones incorrectas; y un 9% probablemente haga elecciones extrañas, basándose en razonamientos desde el consecuente hacia el antecedente (las filas 3 y 6 en la figura 5).

Ahora, si los resultados de la encuesta arrojan que un 57% de los votantes prefiere a A sobre B, el sociólogo "clásico" puede concluir que el universo de votantes "clásicos" prefiere aceptar que aumente la cesantía si con ello es posible enfrentar la inflación. Sin embargo, en el escenario "real" existe un 23% que no considerará los factores de cesantía e inflación, y un 21% dentro de ese 57% total probablemente eligió a A porque percibió, falsamente, que no elegir a B impediría tanto la cesantía como la inflación, lo que es la admisión directa de una contradicción (ya que, en el escenario donde no votar por B impide que suban la cesantía y la inflación, se sostiene que votar por A impedirá (por el argumento recién expuesto) y no impedirá (por la primera premisa) que aumente la cesantía). Ese porcentaje de votantes de seguro se mostrará defraudado con su candidato cuando, al año siguiente, la gente empiece a quedar sin trabajo, mientras que el otro 79% lo recibirá como una consecuencia esperada; algo que la visión clásica no era capaz de predecir.

Dicho sea de paso, esta variación en la interpretación del condicional material puede modelarse, por supuesto, apelando a la noción de correlación generalizada.

5 . 3 *Simplex sigillum veri*

Desde un punto de vista estrictamente filosófico, se ha defendido algunas veces que la lógica clásica es la correcta sencillamente porque el universo parece ajustarse perfectamente a ella. Este argumento, que es el más débil de todos pero, por el hecho de tener sus raíces hundidas en la metafísica, campo del cual no puede tenerse experiencia directa, también es el más habitual y generalizado, tiene dos variantes. La primera, a la que llamaré variante *positiva*, queda bien expresada en esta cita de Tuomas Tahko, defensor actual de la validez metafísica del Principio de Contradicción: "La lectura metafísica de la Ley de no contradicción sugiere una respuesta a la pregunta de por qué nuestras observaciones se ajustan al principio: porque la Ley de no-Contradicción es un principio metafísico verdadero acerca del mundo" (Tahko, 2009 p. 4). La segunda, llamada consecuentemente variante *negativa*, es la expresada por el parágrafo 3.031 del *Tractatus*: "Se dijo en otro tiempo que Dios podría crearlo todo a excepción de cuanto fuera contrario a las leyes lógicas. De un mundo "ilógico" no podríamos, en rigor, *decir* qué aspecto tendría" (Wittgenstein, 2001 p. 29).

De las dos variantes la más débil es, por supuesto, la primera; sin embargo, es significativo notar que es la más popular, y que ha sido traída a colación en numerosas ocasiones. El argumento, en efecto, es un razonamiento por inducción: *todas las cosas que hemos visto hasta la fecha parecen ajustarse al principio de contradicción. Entonces, él debe ser verdadero.*

Desde esta vertiente, la defensa es igual de débil: se le exige, en efecto, al dialecista o cualquier otro revisionista metafísico que presente alguna situación real que no pueda ser descrita sin recurrir a una contradicción verdadera. Luego, como parece no haber tales situaciones, se concluye que "al menos hasta donde sabemos", el Principio de Contradicción es (metafísicamente) verdadero.

El error sustancial que veo en esta línea de argumentación reposa sobre el hecho nada despreciable de que parece estarse interpretando un postulado metafísico en sentido físico. Si un creyente afirma: "todo ha sido creado por Dios", es *imposible* en principio mostrarle alguna cosa que no haya sido creada por Dios, porque una afirmación metafísica es *esencialmente* irrefutable; de ahí que la falta de falsador no sea un requisito válido para validar su afirmación. De igual manera, si el creyente desea interpretar toda la realidad como creada por Dios, y quiere tomar tales o cuales regularidades (las proporciones áureas, las simetrías, las altamente subjetivas categorías de belleza estética, etc) como evidencias de su afirmación, ello no hace que la forma de una caracola de mar sea un verificador de su afirmación, porque se incurriría en una petición de principio. De igual forma, cuando una persona dice: "toda la realidad se ajusta al Principio de Contradicción", la lógica *interna* de su afirmación hace que toda contradicción sea *irreal*, luego todas ellas son "aparentes" o lo que se quiera (cf. la sección 3.4). Los métodos de decisión y discusión en metafísica deben, pues, ir por caminos completamente diferentes que los de la ciencia empírica (a fuerza de seguir siendo, precisamente, *metafísicos*).

La versión negativa del argumento, por otra parte, sí puede ser considerada como un argumento metafísico *sensu stricto*, porque es de naturaleza contrafáctica. De hecho, examinado con cuidado, el parágrafo de Wittgenstein es sólo una reformulación del viejo *dictum* cartesiano: "si es pensable, entonces es posible" que por contraposición da su versión fuerte: "lo imposible es impensable". De acuerdo con esta idea, si el mundo fuera contradictorio entonces no podríamos figurárnoslo, mucho menos conocerlo, lo que por reducción al absurdo desde el sentido común parece ser falso.

Sin embargo, existen algunas pruebas duras para dudar de que "lo imposible" sea "impensable". Tenemos, por ejemplo, a Vaisiliev, precursor de las lógicas paraconsistentes que hizo, precisamente, el ejercicio de pensar mundos "imaginarios" donde las leyes de la lógica fueran distintas a las nuestras pero que hicieran su tanto en sus respectivos mundos (Bobenrieth, 1996). Pero ni siquiera es necesario alejarse tanto de nuestro propio mundo; Jorge Luis Borges, por ejemplo, fue un maestro en escribir cuentos fantásticos donde personas y cosas parecían trascender los límites de lo concebible o lo lógicamente posible, como el libro de infinitas páginas (Borges, 1980).

Dadas las particulares características de la investigación metafísica, las cosas que decimos o aceptamos acerca de ella no se juegan en refutaciones o demostraciones sino en decisiones. En este sentido, el argumento más sencillo para defender la validez metafísica del TLUC es el que, apelando a la simplicidad, defiende que la lógica clásica debe ser la correcta porque es más simple que sus competidoras.

Concuerdo en que este argumento es bastante bueno. Si la realidad puede ser dividida en verdadero y falso, ¿para qué agregar estados de transición? Si los Principios de Contradicción y Tercero Excluido nos han servido hasta ahora para hacernos representaciones consistentes de la realidad, ¿por qué cuestionarlos? Si los indiscernibles parecen ser idénticos, ¿por qué suponer que no lo son? Es cierto que algunos fenómenos o algunas situaciones se ven bastante extrañas, pero, como dijera Aristóteles, parece injusto condenar a aquellos por culpa de éstos en lugar de perdonar a éstos en favor de aquellos.

Es cierto que la simplicidad es una virtud nada despreciable, sobre todo en un campo como la metafísica, donde los criterios de discriminación son casi nulos; pero esta simplicidad no puede, a mi parecer, ser utilizada para ocultar o despreciar problemas. Aquí el matiz ya no es tanto metafísico en particular sino filosófico en general. Un pensar sin límites, sin constricciones, no prisionero de leyes y postulados que lo obliguen a rechazar *a priori* tales o cuales posibilidades, es siempre *mejor* que el pensamiento dirigido y disciplinado conforme a doctrinas, sobre todo si estas últimas provienen de áreas externas a la filosofía. Muchas veces la economía ontológica se hace posible por contaminaciones conceptuales, y no veo en qué sentido una cosa sea mejor que la otra. Si no quiere uno defender la trascendencia ontológica de la lógica (como Wittgenstein), de la física (como los realistas científicos) o de los dogmas de fe (como los teólogos), una filosofía *from scratch* debe poder darse la libertad de permitirlo, en principio, todo.

Aceptar o no aceptar un postulado en metafísica nunca es algo exento de consecuencias. Las cuatro cláusulas de TLUC en su interpretación ontológica generan constricciones profundas en la forma de la realidad, más profundas todavía por cuanto, al no haber espacio para la contrastación, no es siempre posible detectar de inmediato qué clase de situaciones han quedado “lógicamente” impedidas. Ilustremos este último punto con un ejemplo.

Existe una discusión reciente en metafísica (analítica) relativa a la noción de fundamento (*grounding*), esto es, ciertas relaciones ontológicas de dependencia no-causal (Correia & Schnieder, 2012; Alvarado, 2013). En una aproximación intuitiva, un hecho A es *fundamento* de otro B si corresponde a la versión más estricta de las construcciones naturales “B porque A” o “B en virtud de A”, por ejemplo: “esto es una pelota roja *porque* es redondo y es rojo” (Fine en Correia & Schnieder, 2012). Precisamente, el problema que los interesados en este problema enfrentan es, precisamente, resolver qué clase de relación es esta, cómo se la formaliza y qué tipos de reduccionismos favorece (Fine en Correia & Schnieder, 2012).

Lo interesante en este caso es que, utilizando los aparatos habituales de la lógica modal, se estudian las propiedades formales de una cierta relación ontológica primitiva que no necesariamente posee propiedades clásicas; de acuerdo con Alvarado 2013, la relación de *fundamentación* es:

1) Irreflexiva: ningún A puede estar fundado en el mismo A
2) Asimétrica: si A se funda en B, entonces B no se funda en A
3) Transitiva: si A se funda en B y B se funda en C entonces A se funda en C
4) No-monotónica: si A se funda en B, entonces no es cierto que A y C se fundan en B
5) Cumple *importe modal:* si A se funda en B entonces necesariamente B implica A

Por supuesto, que una relación cumpla con estas propiedades no implica que ellas vengan presupuestas en la lógica desde la cual se la formaliza (de hecho en Alvarado, 2013 se utiliza una lógica modal estándar); pero si queremos darle a la relación de *fundamentación* un lugar primitivo en nuestra ontología, entonces ello sí afecta su lógica, sobre todo en lo relativo al Carácter de Mundo Cerrado, porque, como mostramos en el capítulo anterior, él guarda relación (en su interpretación metafísica) con la independencia neutral entre todos los hechos. Dicho de otra forma: si aceptamos que existen relaciones de *fundamentación* entre ciertos hechos, y si estas relaciones son metafísicas (es decir, son *reales* y *necesarias*), entonces no puede ser cierto aquello de que “del darse o no darse efectivos de un estado de cosas no puede deducirse el darse o no darse efectivos de otros” (Wittgenstein, 2001 p. 23 - § 2.062); porque, cuando A se funda en B, entonces *necesariamente* B se sigue de A (por la condición de importe modal (Alvarado, 2013)). Y esto, como ya mencionamos en el capítulo anterior, exige revisar la lógica subyacente a nuestra ontología (véase la sección 4.4).

5 . 4 Ejercicios para una nueva cartografía ontológica

Estos son sólo tres casos que ilustran las limitaciones de la lógica clásica en las investigaciones filosóficas. Como intenté mostrar a lo largo de este trabajo, estas limitaciones están contenidas en el corazón de su núcleo conceptual y funcionan como postulados de constricción orientadas a facilitar la simplificación y estandarización de sus objetos de estudio.

En el capítulo I mostramos que la elaboración de este modelo idealizado fue una necesidad histórica en su desarrollo, y que las constricciones, introducidas originalmente por Aristóteles y sus contemporáneos, fueron mantenidas por la tradición e incorrectamente interpretadas como verdades innegables de la realidad (en la Edad Media), de la razón (en la Modernidad) y de la matemática (en la época contemporánea). De esta forma justificamos su superación en las décadas más recientes como un movimiento natural de toda teoría desde lo simple hacia lo complejo (He, Ma et al., 2007) y desde lo específico y concreto hacia lo más general (universal) y abstracto (Béziau, 2014b); y que lo que habitualmente se conoce como "desafío" a las leyes lógicas es en realidad un intento consciente por cuestionar su estatus de verdades *a priori* y volver a preguntarse por el rol que juegan en el interior de nuestras concepciones de la lógica y la racionalidad.

Este movimiento natural de la disciplina lógica y su correspondiente filosofía desde la unidad hacia la multiplicidad se volcaría, tarde o temprano, de vuelta hacia la unidad pero en un sentido superior, y esto debía llevar a la elaboración de una Teoría General de la(s) Lógica(s), que, como defendimos en el capítulo II, es la Lógica Universal de Jean-Yves Béziau y los múltiples especialistas alrededor del mundo que están actualmente trabajando bajo sus premisas. Esta Teoría Universal no sólo fundamenta el estudio matemático de las estructuras lógicas, sino que renueva las preguntas filosóficas acerca de la lógica y permite repensar los problemas desde una perspectiva novedosa.

Eso fue, precisamente, lo que quisimos llevar a cabo en los capítulos III y IV, utilizando las categorías abstractas de la Lógica Universal para cuestionar la relación entre lógica y metafísica en la tradición analítica clásica. En el capítulo III mostramos cómo la lógica clásica constriñe nuestras intuiciones metafísicas, para luego, en el capítulo IV, indicar vías posibles para repensar la ontología desde una nueva "libertad" lógica; que no es el rechazo ni el abandono de la lógica clásica, sino su superación en pos de un sistema más amplio. Propusimos que el sistema UL de Huacan He y sus colaboradores era un muy interesante candidato para este reemplazo.

Esta revolución no tiene tanto que ver con la estructura de la realidad (no es una investigación metafísica *sensu stricto*), sino con la forma en que nos representamos dicha estructura. Siguiendo mi analogía con los mapas, es un intento por cambiar la *cartografía*, que no la *geografía* de la realidad; una reflexión acerca de cómo diseñamos los mapas, pero no de cómo está de hecho constituido el territorio.

La investigación no pierde, en todo caso, su valor ni su relevancia desde esta perspectiva; un mapa que no señala los abismos es peligroso para el viajero, pero un mapa que señala más abismos de los que existen es un peligro para el explorador. Todo filósofo es, a la vez, explorador y viajero de los mundos posibles, de ahí que sea tan importante que pueda confiar en la carta de navegación que se lleva bajo el brazo.

Considero, por lo tanto, que los propósitos originales de esta investigación han sido alcanzados con éxito. Deja abiertas muchas más preguntas de las que responde, pero esto también era parte de su objetivo: sembrar la duda acerca del estatus metafísico de las mal llamadas “leyes lógicas” y su rol en toda filosofía.

Si estas dudas están justificadas o no, y si explorar sus posibilidades nos llevará o no a puerto seguro (a nuevos mundos, a continentes desconocidos), es algo que no puede todavía decirse, pero que tampoco puede de entrada rechazarse; razón suficiente para que el intento valga la pena.

Si esta exploración nos llevará a la concepción de nuevas ontologías, o si Lógica Universal es un nuevo gran capítulo en la historia de la lógica, es algo que sólo el tiempo lo dirá.

Primavera de 2014

ANEXO 1
La Lógica Universal de Béziau

Presentamos aquí someramente algunos conceptos clásicos, definidos de acuerdo a las normas de la Lógica Universal. Hago notar que estas formulaciones han sido adaptadas de trabajos mucho más técnicos y precisos y pueden verse algo "desnudas".

A1 . 1 Lógica

Una Lógica L es una estructura, $< \mathbf{L}, \vdash >$ donde:

1) **L** es un conjunto
2) $\vdash$ es una función que parea subconjuntos de **L** con elementos de **L**.

El contenido de **L** queda indeterminado; es decir, es irrelevante si contiene expresiones lingüísticas, fórmulas bien formadas, cadenas de símbolos, números, otras lógicas, o zapatillas. Lo mismo ocurre con su número a condición que sea no-vacío; puede ser finito, infinito o transfinito, y puede o no cumplir el axioma de extensionalidad.

La relación $\vdash$ se llama *relación de deductibilidad de L* y no está restringida por ningún axioma (Béziau, 1994).

A1 . 2 Ley Lógica

Un subconjunto **F** de **L** es llamado una *teoría de **L***.

La función $\vdash$ sobre un conjunto **L** es llamada *la lógica de **L***.

Una expresión acerca de la relación $\vdash$ de una lógica es una *Ley* (Béziau, 1999). Considérese el siguiente ejemplo (Béziau, 1998):

Una lógica es llamada *normal, polaca* o *fregueana* si cumple las siguientes condiciones:

- *Identidad infinita:* Para cada A *e* **L** se cumple que **L** $\vdash$ A
- *Corte infinito:* Si para cada A *e* **F** se cumple que **T** $\vdash$ A, y **F** $\vdash$ B, entonces **T** $\vdash$ B

Decimos entonces que toda lógica normal *cumple* con la *Ley* de *identidad infinita* y la *Ley* de *corte infinito.*

A1 . 3 Semántica

Una Semántica *S* es un triplete < **F**, **M**, mod > donde:

1) **F** es un conjunto de conjuntos, llamado *dominio* de la semántica
2) **M** es un conjunto de conjuntos, llamado *universo* de la semántica
3) mod es una función que parea objetos de **F** con subconjuntos de **M**.

Cuando **T** es un subconjunto de **F**, mod **T** designa al conjunto de todos los subconjuntos de **M** que han sido pareados con elementos de **T** por la función mod.

Dada una semántica *S*, llamaremos *relación de deducibilidad semántica estándar de S* a la función que parea subconjuntos de **F** con elementos de **F** de la siguiente forma: **T** $\models_S$ **F** si y sólo si mod **T** es parte de mod **F**.

Se puede demostrar que < **F**, $\models_S$ > es una lógica normal. (Béziau, 1998)

A1 . 4 Sistema deductivo

Sea **X** un conjunto.

Una regla *R* sobre **X** es un par < X, x > donde:

1) X es un subconjunto de **X**, llamado las *premisas* de *R*
2) x *e* **X**, llamada la *conclusión* de *R*

Caso de que X sea el conjunto vacío, decimos que *R* es una *regla axiomática*.

Una prueba de x_n desde el conjunto de asunciones X sobre un conjunto de reglas **R** es una secuencia $<x_1, x_2 \ldots x_n>$ tal que para cada $r \leq n$, x_r es la conclusión de una regla *R e* **R** tal que todas sus premisas son alguno de los x_s donde $1 \leq s < r$, o es un elemento de X.

Escribiremos X ├ x para designar que existe una prueba de x desde X.

Un sistema deductivo *G* es un triplete < **X**, **R**, ├ >. Llamamos a ├ la *Lógica del sistema deductivo **R** sobre **X**,* o más simplemente, la *lógica de **R***.

Una Lógica *L* sobre X es un par < X, ├ > donde ├ es un conjunto de reglas sobre X.

X ├ x es una abreviación para <X,x> *e* ├. (Béziau, 1999)

A1 . 5 El teorema de completitud

Una teoría *T* es *a-limitada* si existe un *a* tal que no se cumple que *T* ├ *a.* Si existe tal *a,* se dice que *T* es *limitada.*

Una teoría *T* es *a-excesiva* si y sólo si es *a-limitada* y para cada *b* que no pertenezca a *T* se tiene que *T u {b}* ├ *a.* Si existe tal *a*, se dice que *T* es *excesiva.*

La *función deductiva característica de T* (denotada δ_T) asigna a cada elemento *a* el valor 1 si y sólo si *T* ├ *a.*

Dada una relación de deductibilidad ├ que cumpla con las siguientes dos condiciones:

1) *Monotonía:* Si *T* ├ *a* entonces *T u F* ├ *a*
2) *Compacidad:* Si *T* ├ *a* entonces existe una subteoría finita de *T* llamada T_0 tal que T_0 ├ *a.*

Es posible demostrar el siguiente teorema:

TEOREMA LINDERBAUM-ASSER: *Toda teoría a-limitada puede extenderse a una teoría a-excesiva.*

En virtud de este teorema, es posible demostrar la completitud del conjunto de bivaluaciones de las funciones deductivas características de las teorías excesivas:

Demostración:

Si *T* ├ *a* entonces existe una extensión *E a-excesiva* de *T.* Sea δ_E la función deductiva característica de *E*. Tenemos entonces que $\delta_E(t) = 1$ para cada *t e T,* porque *E* es una extensión de *T*; y $\delta_E(a) = 0$ porque no se cumple que $E \vdash a$. (Béziau, 1994)

ANEXO 2

El sistema *Universal Logics*

Es absolutamente imposible presentar el sistema UL completo, dado que requiere el manejo especializado de estructuras matemáticas de alta complejidad. Sin embargo, he ajustado sus principales elementos y los he condensado para hacer una exposición natural de sus principios básicos y la forma en que ellos operan. El detalle de la propuesta completa puede revisarse en He, 2005, además de He & Ma, 2006 y He & Ma, 2013, donde se presentan ampliaciones que tomaré en consideración de manera secundaria.

A2 . 1 De la lógica difusa a UL

El sistema UL es un tipo de lógica difusa. En la lógica difusa, las proposiciones toman valores de verdad dentro del rango continuo [0,1], lo que constituye, como es evidente, un desafío directo a la Ley de Bivalencia. Sobre este rango se definen las conectivas y se estudian sus propiedades.

La versión estándar de la lógica difusa define sus conectivas de tal forma que se consideran ampliaciones conservativas de la lógica clásica. Así, las definiciones de la primera:

TABLAS DE VERDAD DE LA LÓGICA CLÁSICA						
A	B	¬ A	A & B	A *v* B	A → B	A ↔ B
1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0
0	0	1	0	0	1	1

Fig. A1 – Tablas de verdad de la lógica clásica

Se conservan en la última:

TABLAS BIVALENTES DE VERDAD EN LA LÓGICA DIFUSA						
A	B	¬ A	A & B	A *v* B	A → B	A ↔ B
1	1	1 – 1 = 0	min(1,1) = 1	max(1,1) = 1	min(1,(1-1)+1) = 1	1 – |1 – 1| = 1
1	0		min(1,0) = 0	max(1,0) = 1	min(1,(1-1)+0) = 0	1 – |1 – 0| = 0
0	1	1 – 0 = 1	min(0,1) = 0	max(0,1) = 1	min(1,(1-0)+1) = 1	1 – |0 – 1| = 0
0	0		min(0,0) = 0	max(0,0) = 0	min(1,(1-0)+0) = 1	1 – |0 – 0| = 1

Fig. A2 – Tabla de verdad de la lógica difusa para los valores 1 y 0.

Existe, sin embargo, más de una alternativa a la forma en que se pueden realizar ampliaciones conservativas desde la lógica bivalente hacia la infinivalente. La tabla siguiente muestra algunas de estas alternativas, tal como se presentan en He, 2005:

ALGUNOS OPERADORES DIFUSOS		
NOMBRE	CONJUNCIÓN	DISYUNCIÓN
Operadores de Zadeh	min(p,q)	max(p,q)
Operadores de probabilidad	pq	p + q – pq
Operadores ligados	max(0,(p + q) – 1)	min(1,p + q)
Operadores drásticos	ite{min(p,q)|max(p,q) = 1;0}	ite{max(p,q)|min(p,q) = 0; 1}

Fig. A3 – Algunnos operadores difusos. Aquí «ite{a|b;c}» quiere decir: "*a* si *b*, si no, *c*".

El paso desde la lógica difusa hacia UL será introducir la noción de *flexibilidad relacional*, que permitirá unificar todas las conectivas "similares" dentro de un conglomerado de integridad que será la conectiva universal. Esta idea de considerar flexibilidad en el nivel de las conectivas lógicas es algo que nunca antes se había hecho, y puede considerarse el aporte más importante del sistema UL a la lógica matemática.

A2 . 2 Correlación y Autocorrelación generalizada

En la lógica clásica, las proposiciones se consideran oraciones susceptibles de ser decididas "verdaderas" o "falsas". La relación entre el valor de verdad de dos proposiciones es libre, es decir, dos proposiciones pueden ser ambas verdaderas, ambas falsas, o tener valores de verdad diferentes.

La interpretación tradicional de la lógica difusa considera que la verdad de una proposición es completamente independiente de otra, por lo tanto, las operaciones lógicas sobre ellas sólo consideran la verdad de cada una. Sin embargo, la lógica universal considera que todas las proposiciones son correlativas en algún grado, es decir, dependen más o menos unas de otras. Se introduce por tanto un coeficiente de *correlación generalizada*, h *e* [0,1].

h = 1 indica el nivel máximo de correlación generalizada, y el nivel de atracción máximo entre las proposiciones; h = 0.75 indica independencia correlativa, h = 0,5 indica exclusión máxima entre las dos proposiciones, y es el estado natural considerado por la lógica difusa estándar. Finalmente, h = 0,25 indica estado de estancamiento y h = 0 por su parte es el mínimo nivel de correlación generalizada, y el nivel de restricción máximo entre las proposiciones.

Asimismo, a cada proposición le corresponde un coeficiente k de error o *autocorrelación generalizada.* En la lógica difusa, el valor de verdad de una proposición «p» y su negación «N(p)» cumplen con:

$$p + N(p) = 1$$

Este es un estado idealizado en el cual el margen de error de la determinación del valor de «p» es nulo. Bajo esas condiciones, la negación difusa es un operador de *contradictoriedad*. Pero cuando existe algún grado de error, los valores de una proposición y su negación podrían no ser complementarios. Así, su nivel de autocorrelación puede ir desde la coincidencia absoluta (k = 1) hasta la repulsión absoluta (k = 0) pasando por la independencia complementaria (k = 0,5), que sería el rasgo característico de la negación difusa.

Cuando el valor de todos los k es 0,5 la lógica universal resultante posee óptimos niveles de certeza y consistencia; y se dice que es de nivel 0. Cuando el valor de k es mayor o menor a 0,5, la lógica universal resultante es incierta y contradictoria, y se dice que es de nivel 1.

A2 . 3 Las conectivas universales

Teniendo presentes los coeficientes de correlación y autocorrelación generalizada, se definen las siete conectivas de UL:

1) *Negación:* $\sim_{k}$

2) *Conjunción:* $\&_{hk}$

3) *Disyunción:* v_{hk}

4) *Condicional:* $\rightarrow_{hk}$

5) *Bicondicional:* $\leftrightarrow_{hk}$

6) *Promedio:* ®$_{hk}$

7) *Combinación:* ©$_{hk}$

Cada una de estas conectivas representa un conjunto infinito de conectivas posibles, determinadas por la definición matemática de cada conglomerado de integridad en función de los valores que pueden tomar h y k. Cada operador lógico en UL tiene un modelo maximal, un modelo minimal y un modelo base, desde el cual se efectúan las transformaciones correspondientes, como se indica a modo de ejemplo en la siguiente tabla[46]:

ALGUNAS CONECTIVAS DE LA LÓGICA UNIVERSAL DE NIVEL 0			
CONECTIVA	OPERADOR MINIMAL	OPERADOR BASE	OPERADOR MAXIMAL
Conjunción:	h = 0 ite{min(x,y)|max(x,y) = 1; 0}	h = 0,5 max (0, x + y – 1)	h = 1 min(x,y)
Disyunción:	h = 1 max(x,y)	h = 0,5 min(1,x + y)	H = 0 ite{max(x,y)|min(x,y) = 0; 1}
Condicional:	h = 1 ite{1 | x≤y ; y}	H = 0,5 min(1,1 – x + y)	h = 0 ite{y|x = 1; 1}
Bicondicional:	h = 1 ite{1|x = y ; min(x,y)}	h = 0,5 1 – |x – y|	h = 0 ite{x | y = 1; y | x = 1 ; 1}
Promedio:	h = 1 max(x,y)	h = 0,5 (x + y) /2	h = 0 min(x,y)

Fig. A4 – Algunas conectivas de la lógica universal de nivel 0

A2 . 4 El cuantificador de umbral

El sistema UL cuenta con cuantificadores especiales. El principal es el cuantificador de umbral,

46 He excluido la conectiva de combinación, porque ella requiere el uso de coeficientes especiales y sus formulaciones distan por mucho de ser tan simples como éstas.

designado «$♂^{k}$».

El cuantificador de umbral indica el grado de error (autocorrelación generalizada) del valor de verdad de una proposición. Así por ejemplo,

$$♂^{0,75}\ p$$

indica que el grado de autocorrelación generalizada de p es de 0,75.

Las propiedades del cuantificador de umbral son las que más se han estudiado, y puede hallarse un desarrollo extenso en He, 2005. Algunas de ellas son las siguientes:

1) *Primera ley de cambio*: $♂^{k} \sim p = \sim_{k} ♂^{k}\ p$
2) *Tercera ley de cambio*: $♂^{k1} ♂^{k2} p = ♂^{k2} ♂^{k1}\ p$

A2 . 5 Otros cuantificadores

Además del cuantificador de umbral, encontramos otros cuatro cuantificadores: hipotético, de alcance, posicional y de transición.

El cuantificador hipotético «$\$^{k}$» indica que la proposición ligada por él es hipotética, y k mide la credibilidad de dicha hipótesis.

El cuantificador de alcance « $§^{x:c}$ » constriñe la variable x a un cierto ámbito, indicado por c e [0,1].

Cuando c = 1, la variable se recoge de todo el universo de discurso y consecuentemente «$§^{x:1}$» es un cuantificador universal.

Cuando c ≥ 0,5 la variable se recoge de la mayor parte del universo de discurso, y entonces el comportamiento de «$§^{x:c}$» es isomórfico al del operador modal de necesidad.

Cuando c < 0,5 el comportamiento de «$§^{x:c}$» es isomórfico al del operador modal de posibilidad, y cuando c > 0 « $§^{x:c}$ » es un cuantificador existencial, el cual se expresa mediante la notación especial «$§^{x:+}$»; y el cuantificador existencial con cláusula de unicidad se expresa así: « $§^{x:!}$ ».

El cuantificador posicional «$♀^{x*d}$» divide el universo de discurso en tres partes, de manera que, si x y d son elementos de ese universo, * e {<,=,>}. Este cuantificador puede comportarse como operador temporal (antes, ahora, después), espacial (abajo, al mismo nivel, arriba), etc.

Finalmente, el cuantificador de transición «$\int^{x*c}$», que aplica otras restricciones específicas en el carácter de transición del predicado sobre el cual rige, y que es inocuo señalar aquí.

A2 . 6 La semántica de UL

Las fórmulas de UL recogen sus valores de verdad sobre un espacio multi-dimensional ultra ordenado[47] definido de la siguiente forma:

$$W = [0,1]^n \; u \; \{ Ŧ \} < a,b,c\ldots > n > 0$$

Para n = 1, los valores se recogen en el intervalo real [0,1], como en la lógica difusa estándar.

Para n > 1, los valores de verdad son vectores multidimensionales, es decir, pares ordenados de valores recogidos del mismo intervalo [0,1].

Ŧ es una constante fuera del espacio multi-dimensional que significa "fuera de consideración", "no definido" o *absurdo*. Al definir las conectivas, se las hace obedecer a una única regla para operar con Ŧ, y es la siguiente: *cualquier operación sobre Ŧ arroja como resultado Ŧ.*

Las condiciones especiales *a, b, c...* le permiten a la estructura matemática que subyace a esta definición lidiar con la incertidumbre en el razonamiento, formalizando los conceptos de *azar*, *vaguedad*, *defecto* y *caos*. Véase la sección 5.5.2 de He, 2005 para más detalles.

A2 . 7 Las reglas de inferencia en UL

Las reglas de inferencia en UL, como era de esperarse, dependen de los valores h y k de las conectivas. El operador de razonamiento serial (*serial reasoning*), equivalente al torniquete de deducción formal de la lógica clásica, se define también como un conglomerado de integridad.

Algunas de las reglas de inferencia en UL son las siguientes:

1. *Regla de Conjunción:* $\{p,q\} \vdash p \;\&_{bk}\; q$
2. *Regla de derivación*: $\{p, p \rightarrow_{hk} q\} \vdash q$
3. *Tollendo Tollens*[48]: Si «$\{p\} \vdash q$» o «$h = 0{,}5$», entonces: $\{\sim_k q, p \rightarrow_{hk} q\} \vdash \sim_k p$

47 Se llama "ultra ordenado" porque existe un elemento fuera de toda relación de orden dentro de ese espacio (Ŧ).

48 En He, 2005 p. 275 aparece enunciado como Tollendo Ponens; sin embargo, corresponde a la regla con el nombre que

4. *Prueba por contradicción*: «$A \,\&_{0,5\,k} \sim_k B = 0$» si y sólo si: $\{A\} \vdash B$

NOTA: La prueba por contradicción sólo puede ser utilizada cuando h = 0,5.

En He & Ma, 2006 hallamos un sistema axiomático para UL de nivel 0, basado en los axiomas del sistema BL (*basic logic*) de lógica difusa. El cálculo proposicional PC (*propositional calculus*) dado por h y denotado PC(h) se define de la siguiente forma:

Elementos:

1) variables proposicionales: p, q, etc.
2) conectivas: &, →
3) Constante: Ŧ (cuyo valor es 0)

Conectivas derivadas:

4) $A \wedge B = A \,\&\, (A \rightarrow B)$
5) $A \vee B = (A \rightarrow B) \rightarrow B \,.\, \wedge \,.\, (B \rightarrow A) \rightarrow A$
6) $\neg A = A \rightarrow$ Ŧ
7) $A \leftrightarrow B = (A \rightarrow B) \,\&\, (B \rightarrow A)$

Axiomas:

A1 $(A \rightarrow B) \,.\rightarrow .\, (B \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow C)$

A2 $(A \,\&\, B) \rightarrow A$

A3 $(A \,\&\, B) \rightarrow (B \,\&\, A)$

A4 $A \wedge B \rightarrow B \wedge A$

A5a $A \rightarrow (B \rightarrow C) \,.\rightarrow .\, (A \,\&\, B) \rightarrow C$

A5b $(A \,\&\, B) \rightarrow C \,.\rightarrow .\, A \rightarrow (B \rightarrow C)$

A6 $(A \rightarrow B) \rightarrow C \,.\rightarrow .\, [(A \rightarrow B) \rightarrow C] \rightarrow C$

---

yo he colocado, que no son equivalentes.

A7 $\text{Ŧ} \rightarrow A$

A8 $A \Lambda B : \rightarrow : [(A \rightarrow \text{Ŧ}) \,.\, v \,.\, B \,.\, v \,.\, (A \Lambda A) \Lambda (B \,\&\, B)]$

Recuérdese que como se trata de un sistema para lógica universal de nivel 0, k = 0,5 y por lo tanto los razonamientos por absurdo equivalen a los razonamientos por contradicción, y por el axioma A7 el sistema es explosivo. La semántica para este sistema se define sobre los conglomerados de identidad para la conjunción, la negación y el condicional de UL, y de esa forma se pueden obtener resultados tales como la completud y la corrección de este cálculo. Los detalles se encontrarán en He & Ma, 2006.

A2 . 8 Otros sistemas deducibles en UL

La lógica clásica puede obtenerse directamente de UL si se restringe la semántica al espacio unidimensional finito binario {0,1} y se fijan h y k en 0,5. Cuando se realiza esta transformación, las conectivas de promedio y combinación se vuelven inútiles, ya que se comportan igual que la conjunción y la disyunción.

La lógica tetravalente puede obtenerse directamente de UL si se restringe la semántica al espacio bidimensional finito binario $\{0,1\}^2$. Cada variable proposicional toma por valor de verdad un par ordenado,

$$p = \langle p_1, p_2 \rangle$$

Y cada operación lógica calcula su respectivo valor de la suma vectorial de cada uno de estos valores. Así entonces, para

$$p = \langle p_1, p_2 \rangle$$
$$q = \langle q_1, q_2 \rangle$$

Tenemos:

$$p \,\&\, q = \langle p_1 \,\&\, q_1, p_2 \,\&\, q_2 \rangle$$

Por ejemplo:

$$p = <1,0>$$
$$q = <1,1>$$
$$p \;\&\; q = <1 \;\&\; 1, 0 \;\&\; 1> = <1,0>$$

La lógica octovalente puede obtenerse directamente de UL si se restringe la semántica al espacio tridimensional finito binario $\{0,1\}^3$. La ampliación del funcionamiento de las conectivas es similar al caso de la lógica tetravalente.

La lógica trivalente de Bochvar puede obtenerse directamente de UL si se restringe la semántica al espacio unidimensional finito binario {0,1} *u* Ŧ.

A2 . 9 Un pequeño ejemplo

El aparato puede resultar abstruso en primera instancia, pero demuestra su utilidad cuando se estudian ejemplos concretos. El que presentaré a continuación lo he adaptado de He, 2005.

Consideremos una cierta enfermedad que afecta a algún sector de la población. La enfermedad es grave y muy contagiosa, y consecuentemente se toman medidas para combatirla y prevenir al público. Existe un examen que la gente puede hacerse, para saber si tiene o no la enfermedad.

Sea «Fx» el siguiente predicado: "*x* está enfermo". Por supuesto, el predicado «Fx» toma su valor de verdad del resultado del examen.

En condiciones ideales, cuando el examen es perfecto y la confianza del público en él es total, «Fx» recoge su valor de verdad en el conjunto {0,1}. Una persona está sana o está enferma, sin que haya término medio o posibilidad de error.

Sin embargo, no siempre la realidad cumple con estas exigencias. Por ejemplo, existen exámenes que son incorrectos, como el test de embarazo doméstico, que señala embarazo sólo cuando la persona está embarazada, pero no siempre que lo está. O también hay casos de enfermedades virulentas que atacan de forma violenta a una población, y a fin de detener su avance se la diagnostica por una sintomatía aproximada; en todos esos casos, cualquier persona con algunos pocos síntomas es considerada enferma, y sólo la persona perfectamente sana es considerada como no enferma. Todos estos casos se alejan radicalmente del escenario idealizado, y no pueden ser modelados correctamente por la lógica difusa clásica, sin embargo, sí por UL.

Caso #1: k = 0.

Si $\sigma(Fx) = 0$, entonces $\sigma(\sim_0 Fx) = 1$.
Si $\sigma(Fx) > 0$, entonces $\sigma(\sim_0 Fx) = 0$.

Una interpretación natural para este escenario es que la enfermedad es muy contagiosa y la gente no confía en los instrumentos de medición. De tal forma, sólo cuando es absolutamente falso que una persona está enferma, es absolutamente verdadero que no está enferma; pero si presenta cualquier clase de síntoma, la gente asume de inmediato que la persona está enferma.

Caso #2: k = 0.5

Si $\sigma(Fx) = 1$, entonces $\sigma(\sim_{0.5} Fx) = 0$.
Si $\sigma(Fx) < 1$, entonces $\sigma(\sim_{0.5} Fx) = 1 - \sigma(Fx)$.

Este es el caso idealizado de la lógica clásica, cuando la gente confía absolutamente en los instrumentos de medición. El operador de negación es entonces una negación difusa estándar.

Caso #3: k = 1

Si $\sigma(Fx) = 1$, entonces $\sigma(\sim_1 Fx) = 0$.
Si $\sigma(Fx) < 1$, entonces $\sigma(\sim_1 Fx) = 1$.

Esta es la situación de máximo riesgo, cuando la autocorrelación de «Fx» es de máxima atracción; la gente cree que la enfermedad no es contagiosa y desconfía de los instrumentos. Por lo tanto, sólo cuando la persona reúne todas las condiciones acepta que no está sana; pero si el examen no es terminante, se asume que no está enferma.

Bajo esta interpretación también podemos construir otras oraciones con sentido, por ejemplo:

- «§ $^{x:1}$ Fx» significa que todos los miembros de la población están enfermos.
- «♂ ^{1} § $^{x:1}$ Fx» significa que el peligro de error en la determinación del valor de verdad de la proposición anterior es máximo.
- «♀ $^{x<45}$ § $^{x:0.98}$ Fx» podría significar que la gran mayoría de las personas menores de 45 años están enfermas.

Bibliografía y referencias

Los títulos señalados con un punto de exclamación (!) corresponden a la bibliografía principal. Los demás fueron considerados de forma secundaria o sólo se tomaron de ellos referencias puntuales.

En todas las citas textuales donde figure un asterisco se estará indicando que el pasaje referido ha sido traducido desde el idioma original.

N/E (no especificado) indica que la copia del documento utilizado no provee dicha información.

Alvarado, J. T. :

2013 "Fundación y reducción" en *Aporía – revista internacional de estudios filosóficos.* N° 6 p. 59 – 74. Obtenido a través de www.academia.edu/JoséTomásAlvarado. Noviembre de 2014.

Aristóteles:

1982a! *Metafísica de Aristóteles (Edición trilingüe)*. (Trad: García Yerba, V.) Madrid: Gredos editores.

1982b! *Tratados de Lógica (Órganon) I.* (Trad: Candel Sanmartín, M.) Madrid: Gredos editores.

1988a! *Tratados de Lógica (Órganon) II.* (Trad: Candel Sanmartín, M.) Madrid: Gredos editores.

1988 *Política.* (Trad: Manuela García Valdés) Madrid: Gredos editores.

Ayer, A. :

1981 *El Positivismo lógico.* México D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Béziau, J-Y. :

1994! "Universal Logic".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

1997 "Logic may be simple".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Julio de 2014.

1998 "Recherches sur la logique abstraite: les logiques normales".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Julio de 2014.

1999 "Rules, derived rules, permissible rules and the various types of systems of deduction". Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Julio de 2014.

2002 "Are paraconsistent negations negations?"

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

2003a! "Bivalence, excluded middle and non contradiction".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

2003b "New light on the Square of Oppositions and its Nameless corner".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

2004! "What is the principle of identity? (identity, logic and congruence)".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

2005 "Le Château de la Quantification et ses fantômes Démasqués".

Obtenido a través de: http://www.jyb-logic.org/start1.html. Abril de 2014.

2006a! "13 Questions about Universal logic".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

2007a "From Consequence operator to Universal Logic: a survey on General Abstract Logic".

Obtenido a través de *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Junio de 2014.

2009 "Rougier: logique et metaphysique".

Obtenido a través de *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

2010a "Logic is not logic".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

2010b "What is a logic? - Towards Axiomatic Emptiness".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Julio de 2014.

2014a! "Is modern logic non-aristotelian?".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

2014b! "The relativity and Universality of logic".

Obtenido a través de: *http://www.jyb-logic.org/start1.html*. Abril de 2014.

Béziau, J-Y., Costa-Leite, A. (Eds.):

2007b *Perspectives on Universal Logic*. Monza: Polimetrica.

Bobenrieth, A. :

1996! *Inconsistencias ¿Por qué no?* Santa Fé de Bogotá: Colcultura.

Borges, J. L. :

1980 *El libro de arena.* Buenos Aires: Alianza Editorial.

Correia, F., Schnieder, B. (Eds.):

2012 *Metaphysical grounding: understanding the structure of reality.* New York: Cambridge University Press.

Da Costa, N. :

1993 *Sistemas formais inconsistentes.* Curitiba: Ed. da UFPR.

Ferrater Mora, J. :

1986 *Diccionario abreviado de filosofía.* Barcelona: Edhasa.

Goble, L. (Ed.):

2001 *The Blackwell guide to philosophical logic.* Malden: Blackwell Publishing.

Goldman, A. :

1986 *Epistemology and cognition.* Cambridge: Harvard University Press.

Haack, S. :

1991 *Filosofía de las lógicas.* Madrid: Cátedra.

He, H. :

2005! *Principle of Universal Logics.* Beijing: Science Press.

He, H. Ma, Y. :

2006 “The Axiomatization for 0-level universal logic”
en *Lecture Notes in Computer Science* Volumen 3930, pp. 367 – 376.

2013 “Predicate formal system based on 1-level universal AND operator and its Soundness”
en *Journal of Computers*, vol. 8 No. 6 (Recurso electrónico)

He, H. Ma, Y., He, Zh. Ai, L. :

2007! “Philosophical significance of universal logic”.
en Béziau, Costa-Leite 2007 p. 83 – 100.

Hegel, G. F. W. :

2011 *Ciencia de la Lógica* (edición de Félix Duque). Madrid: Abada Editores.

Heijenoort, J. :

1967 *Handbook on Mathematical Logic: from Frege to Gödel.* Cambridge: Harvard University Press.

Heyting, A. :

1967 *Introducción al Intuicionismo.* Madrid: Editorial Tecnos.

Hempel, C. :

1992 *Filosofía de la Ciencia Natural.* Madrid: Alianza Editorial.

Hinostroza, R. :

1973 *El sistema astrológico. Teoría y práctica.* Barcelona: Barral editores.

Hirschberger, J. :

1982 *Historia de la filosofía, Tomo I: Antigüedad, Edad Media, Renacimiento. (Edición ampliada).*
Barcelona: Editorial Herder.

Horn, L. :

1989 *A natural history of negation*. Chicago: The University of Chicago press.

Isaac, A., Szymanik, J. :

2010 “Logic in cognitive science: bridging the gap between symbolic and connectionist paradigms” (recurso electrónico).

Kim, J. Sosa, E. (Eds.):

2003 *Metaphysics: An antology.* Cornwall: Blackwell Publishing.

Kneale, W., Kneale, M. :

1972! *El desarrollo de la lógica.* Madrid: Editorial Tecnos.

Kripke, S. :

2005 *El nombrar y la necesidad.* México: UNAM.

Lukes, S. :

1995 “Some problems about rationality”
En Martin & McIntyre 1995, pp. 285 – 298.

Łukasiewicz, J. :

N/E *Estudios de lógica y filosofía.* Santiago: Escuela de Filosofía Universidad ARCIS
Recurso electrónico obtenido de www.philosophia.cl.

Martin, M. McIntyre, C. (Eds.):

1995 *Readings in the philosophy of social science.* Cambridge: MIT Press.

Melero, A. (Trad.):

1996 *Sofistas: testimonios y fragmentos.* Madrid: Gredos editores.

Platón:

2004 *Timeo* (Trad. Óscar Velásquez). Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile.

Priest, G. :

1995 *Beyond the limits of thought.* Cambridge: Cambridge University Press.

Russell, B. :

1945 *Introducción a la filosofía de las matemáticas.* Buenos Aires: Editorial Losada.

2010 *The philosophy of logical atomism.* Oxon: Routledge Classics.

Tahko, T. :

2008a "The Metaphysical status of logic".
Obtenido a través de: *www.ttahko.net/research*. Abril de 2014.

2008b *The Necessity of Metaphysics (PhD thesis).*
Durham: Durham University.

2009! "The Law of non-contradiction as a metaphysical principle".
Obtenido a través de: *http://www.philosophy.unimelb.edu.au/ajl/2009*. Abril de 2014.

2013 "The Metaphysical Interpretation of Logical Truth".
Obtenido a través de: *http://www.ttahko.net/research/*. Junio de 2014.

Tucídides:

2000 *Historia de la Guerra del Peloponeso (V-VI).* Madrid: Gredos editores.

Valdés Villanueva, (Ed.):

N/E *La búsqueda del significado.* Apuntes de filosofía, Universidad de Chile.

Wang, P. :

N/E "Cognitive Logic versus Mathematical Logic"
(recurso electrónico)

Wason, P. C. :

1966 "Reasoning"
en *New horizonts in Psychology* pp. 135-151.

Whitehead, A. Russell, B. :

1960 *Principia Mathematica* Vol. I. Cambridge: Cambridge University Press.

Wittgenstein, L. :

2001! *Tractatus logico-philosophicus.* Madrid: Alianza Editorial.