

# Lógica, sistemas normativos y modelos aritméticos

Miguel Sánchez-Mazas

SUMARIO: I. *Introducción general.* – II. *Análisis lógico y modelos aritméticos de los sistemas normativos al nivel de las normas analizadas en sus componentes lógicos (condiciones deónticamente determinantes y hechos acciones deónticamente determinadas, o casos y soluciones); A. Consideraciones preliminares; B. La teoría de los sistemas deductivos según Alfred Tarski, su modelo aritmético y su aplicación a los sistemas normativos; C. Explotación informática del modelo.*

## I. INTRODUCCIÓN GENERAL

1. Quiero dedicar la primera parte de mi intervención en estas Jornadas de Lógica e Informática Jurídica de Palma de Mallorca a introducir una reflexión general, que todos podemos desarrollar después en común, sobre los siguientes temas:

¿Cuál puede ser el papel de la lógica moderna y de los modelos matemáticos en el universo de las normas?

¿De qué forma y desde qué perspectivas pueden las ciencias formales y exactas extender su tratamiento matemático de los sistemas científicos a esos otros sistemas que regulan la conducta de los hombres y de la sociedad: los sistemas normativos?

¿Tiene sentido intentar con alguna esperanza de resultados teóricos – para el conocimiento y perfeccionamiento de la estructura interna de esos sistemas – y prácticos – para un tratamiento informático exhaustivo y ambicioso de los mismos – un nuevo proceso de racionalización en las ciencias normativas, cuando contemplamos hasta qué punto en las propias ciencias físicas y naturales la antigua seguridad en los postulados del positivismo lógico va dando paso, primero a versiones siempre más modestas del falsacionismo de Popper, luego a una relativización progresiva de los resultados de la investigación científica, con concepciones como la de los paradigmas y las revoluciones científicas de Kuhn o los programas de investigación de Lakatos – sociología de la ciencia – y finalmente a un irracionalismo confesado o, mejor, anarquismo científico –, como el de un Feyerabend que se declara abiertamente contra el método en la ciencia?

¿Tiene sentido un nuevo intento de aproximación lógica y metodológica entre las ciencias exactas y naturales, de un lado, y las ciencias humanas y sociales, de otro, animados por perspectivas interdisciplinarias como los continuos desarrollos del estructuralismo de Lévi-Strauss o de la teoría general de sistemas de Bertalanffy cuando vemos acrecentarse ese divorcio en-

tre el espíritu de unas y otras ciencias que ya quedó patente en el choque histórico de Popper y Adorno en el Coloquio de Tubinga de 1961 sobre la sociología alemana y cuando, al mismo tiempo, es la investigación científica la que se ve constantemente orientada, perturbada, interferida y manejada para fines extracientíficos tanto como antisociales por los poderes estatales y multinacionales de una sociedad por ellos dirigida hacia la confrontación nuclear y la guerra, la degradación del medio ambiente, las manipulaciones genéticas y del sistema nervioso, el control psicológico, la tortura y la represión?

No tengo la pretensión de contestar a estos grave interrogantes, que seguirán por mucho tiempo abiertos para todos nosotros, sino sólo referirme, en el marco de los mismos, al tema de la relación entre la lógica moderna, los métodos y modelos de la matemática y los sistemas normativos, examinando las nuevas perspectivas teóricas y prácticas que esta relación puede abrir y está efectivamente abriendo.

## 2. Pero, ante todo, ¿qué es la lógica moderna?

Hace ahora seis años, en septiembre de 1976, el Instituto de la Enciclopedia Italiana y la Sociedad Italiana de Lógica y Filosofía de la Ciencia organizaban en Roma una conferencia internacional para intentar contestar a esta pregunta que el extraordinario desarrollo teórico y práctico de esta disciplina a lo largo de los últimos cien años ha venido haciendo cada vez más difícil<sup>1</sup>.

Entre los numerosos participantes a esta conferencia<sup>2</sup>, fueron especialmente dos grandes lógicos polacos, Bochenski y Surma, quienes intentaron apresar, cada uno a su manera y con su estilo peculiar, los rasgos característicos de esta ciencia básica y tentacular que, desde su nacimiento en los geniales ensayos de Leibniz y su espectacular despliegue en el último siglo, a través de los trabajos de Boole, Peirce, Frege, Peano, Lesniewski y sus seguidores en los recientes decenios, cuyos nombres están en la mente de todos, intenta proyectar por igual su potencial formalizador, algorítmico y sistemático sobre las ciencias exactas y naturales y, más recientemente y con mayores resistencias, sobre las humanas y sociales.

Stanislaw Surma<sup>3</sup> quiso definir la lógica moderna de una manera simple y sugestiva, viendo en ella esencialmente dos funciones o aspectos característicos, uno de tipo explicativo y otro de tipo algorítmico.

---

1. Las ponencias presentadas a esta Conferencia se han publicado en AGAZZI, 1981.

2. Los participantes que presentaron ponencias fueron los siguientes: J.M. Bochenski, S.J. Surma, K. Schütte, A. MacIntyre, G. Kreisel, J. Barwise, A. Rose, N.D. Belnap Jr., E. Casari, G. Takeuti, H. Hermes, A.A. Troelstra, J.E. Fenstad, G.E. Reyes, E. Agazzi, J. Hintikka, C. Böhm, G.J. Massey, M.L. Dalla Chiara, L.J. Cohen, C. Lejewski, G.H. Von Wright, B.C. Fraassen, R. Stalnaker y Ch. Perelman.

3. SURMA, 1981.

La función explicativa hace de esta lógica un instrumento de análisis, explicación y eventualmente formalización de porciones de los lenguajes ordinarios de la ciencia y, en especial, de las matemáticas, convirtiéndola así en un poderoso rival de la lingüística general, al proporcionarle un formalismo eficaz para revelar las estructuras profundas de tales lenguajes.

La función algorítmica, por su parte, convierte a la lógica moderna en una teoría general del razonamiento o de la inferencia y, en particular, de la inferencia deductiva.

Considerada en su aspecto algorítmico — observa Surma —, puede decirse que la lógica moderna pretende contestar a estas tres cuestiones:

Primera: ¿cómo describir el hecho de que cierto enunciado se deduce de cierto conjunto de enunciados? La respuesta a esta pregunta se halla en la teoría de la demostración.

Segunda: ¿cómo describir el hecho de que cierto enunciado no se deduce de cierto conjunto de enunciados? La respuesta a esta nueva pregunta se halla en la teoría de modelos.

Tercera: ¿cómo describir, finalmente, el hecho de que no es posible decidir si cierto enunciado se deduce o no se deduce de cierto conjunto de enunciados? La respuesta a esta última pregunta constituye la teoría de la decidibilidad, tercero de los capítulos esenciales de la lógica moderna en su aspecto algorítmico.

Como es bien sabido, los primeros ejemplos de sistemas deductivos formalizados que contienen enunciados que no son demostrables ni refutables se deben a Kurt Gödel.

Por su parte, el dominico Bochenski<sup>4</sup>, uno de los mejores historiadores de la lógica aún vivientes, con quien hace bastantes años tuve la satisfacción de trabajar en Friburgo de Suiza, para preparar un libro de lógica<sup>5</sup>, ofreció una definición más compleja de la lógica moderna, fijando las relaciones de esta disciplina con la filosofía y con las matemáticas.

Para Bochenski, la lógica moderna es un tipo particular de lógica — distinta tanto de la tradicional como de la dialéctica hegeliana, a la cual algunos denominan también de ese modo —, que adopta tres principios metodológicos de las matemáticas — el simbolismo, el formalismo y el objetivismo — y puede considerarse a la vez de tres maneras distintas:

Primera: como una disciplina autónoma e independiente, por su tecnicismo peculiar y sofisticado y por la dedicación exclusiva a la misma de sus cultivadores.

Segunda: como la parte más general y más básica de las matemáticas, porque estudia teoremas en los que se fundan reglas universalmente aplicadas.

---

4. BOCHENSKI, 1981.

5. SÁNCHEZ-MAZAS, 1963.

Tercera: como parte e instrumento (órganon) de la filosofía, porque aporta también soluciones a problemas filosóficos tradicionales, como el de la unicidad del ser, a través del tratamiento russelliano de las paradojas mediante la teoría de la ambigüedad sistemática, el de la definición del realismo, a través de la rigurosa formalización tarskiana del concepto de verdad como correspondencia<sup>6</sup>, o el de la imposibilidad de sistemas que pretendan abarcarlo todo, al estilo del hegeliano, a través del primer teorema de Gödel.

Según Bochenski, la lógica moderna – a la que se da también igualmente el nombre de lógica matemática o de lógica simbólica – es, por otra parte, el primer tipo de lógica que admite como igualmente válidos sistemas diferentes en una misma esfera – por ejemplo, un cálculo proposicional bivalente junto a uno multivalente – y, de igual modo, la primera que ha sido efectivamente aplicada a otras ciencias, como – ejemplo significativo – las que componen la cibernética.

### 3. ¿Cuál puede ser el papel de esta lógica en la esfera normativa?

Recordando las funciones esenciales que, según Surma, caracterizan a la lógica moderna, podríamos decir que plantearse esa cuestión equivale a preguntarse si tal lógica cuenta con los medios necesarios para construir lenguajes que admitan realizaciones en las estructuras normativas y para describir algoritmos que permitan decidir problemas de inferencia en la esfera normativa.

Ahora bien, en este sentido, la proyección de la lógica moderna y, a través de ella, de los métodos y modelos de las ciencias formales y exactas en el campo normativo quedó virtualmente abierta hace treinta años, desde el momento en que una nueva, peculiarísima y siempre discutida rama de la lógica – la lógica deóntica o lógica de las normas – hizo acto de presencia en el panorama científico y filosófico europeo surgiendo casi simultáneamente, en el trienio 1951-1953, en Gran Bretaña, Alemania y Polonia, a través de tres trabajos tan breves como revolucionarios.

Esos trabajos – que debemos considerar como los primeros intentos serios y viables de aplicación de los métodos rigurosos de la lógica formal moderna a los conceptos deónticos (o relacionados con el deber) como permitido, obligatorio o prohibido, fueron, por orden de aparición, los siguientes:

en 1951, el brevísimo artículo del lógico y filósofo finlandés, sucesor de Wittgenstein en su cátedra de la Universidad de Cambridge, Georg Henrik Von Wright, titulado *Deontic Logic* y publicado en la revista «Mind», que, en los años sucesivos habría de recoger toda la polémica que se desató en torno a la viabilidad y alcance de la nueva rama lógica;

en 1952, el pequeño libro *Untersuchungen über den Modalkalkül* del lógico

---

6. TARSKI, 1972 a).

y fenomenólogo alemán Oscar Becker, fallecido en 1964, a la sazón profesor en la Universidad de Bonn; por último, en 1953, el artículo *Théorie des propositions normatives* del lógico y filósofo del Derecho polaco Georges Kalinowski — cuya participación a estas Jonadas saludamos como un honor y un privilegio para todos nosotros —, a la sazón profesor de la Universidad de Cracovia, que se publicó en la revista polaca «*Studia Logica*».

Los treinta años que nos separan de aquel fecundo trienio 1951-1953 que marca el nacimiento oficial de la nueva disciplina — cuya historia y antecedentes, que se remontan hasta Leibniz y, según Kalinowski, hasta Aristóteles, sólo hoy empiezan a escribirse — han contemplado un desarrollo espectacular de la misma, tan rico en disputas, contradicciones y paradojas como en la construcción de sistemas, de bases, orientaciones y metodologías muy distintas.

Uno de los creadores, pues, de esa lógica de las normas, el filósofo del Derecho y lógico polaco Georges Kalinowski, al que me unen vínculos de agradecimiento<sup>7</sup>, decía en 1953 en la revista polaca «*Studia Logica*», donde apareció su trabajo fundacional<sup>8</sup>, que «hasta la actualidad, los lógicos se han ocupado casi exclusivamente de las proposiciones teóricas» y «de las ciencias formadas de este tipo de proposiciones». «Sin embargo — añadía —, son las ciencias normativas..., cuyas tesis proporcionan reglas de acción, las que, en una época de transformaciones como las que conoce nuestro mundo, adquieren una importancia singular»<sup>9</sup>. «Esto explica — concluía — la actualidad y el alcance de las investigaciones sobre los fundamentos de estas ciencias», que nos permiten «descubrir los teoremas lógicos en que se fundan las reglas del razonamiento significativas para el conocimiento normativo, es decir para el conocimiento que tiene como objeto *dirigir la acción*, que es una de las formas que toma el conocimiento práctico»<sup>10</sup>.

Se percibirá fácilmente la revolución teórica y práctica que puede implicar el hecho de que la lógica moderna, a través de su nuevo vástago — la lógica de las normas —, se disponga a pasar, de modo deliberado y explícito, del tratamiento riguroso y matemático de los enunciados de tipo descriptivo y las inferencias sobre lo que *es* — que han constituido hasta hoy su esfera de dominio o control — al de los enunciados de tipo prescriptivo y las inferencias sobre lo que *debe ser*.

En un artículo publicado hace unos meses en la «*Revue Internationale de Philosophie*»<sup>11</sup>, el lógico y jurista, también polaco, Jerzy Wroblewski (hoy

7. Ante todo, porque tuvo conmigo la generosidad de formar parte del tribunal de mi tesis *Cálculo de las Normas*, presentada en la Universidad de Neuchâtel en 1973 para obtener el título de doctor en letras por dicha Universidad y luego publicada en castellano en Barcelona (Véase SÁNCHEZ-MAZAS, 1973).

8. KALINOWSKI, 1953.

9. *L. c.*, 19.

10. *Ibid.*

11. WRÓBLEWSKI, 1981.

rector de la Universidad de Lodz), señalaba precisamente que «la relación entre el Es y el Debe aparece como uno de los problemas básicos en todo razonamiento práctico y en toda reflexión científica o filosófica acerca de la descripción, evaluación y regulación de la conducta humana. Estrechamente relacionada con esta dicotomía se halla la llamada falacia naturalista, tanto cuando ésta es rechazada como falacia como cuando se le niega este carácter»<sup>12</sup>.

Se recordará el famoso párrafo del *Tratado de la Naturaleza Humana* en el que David Hume explica de qué modo tantos filósofos de temas morales pasan sutilmente y sin justificación de una consideración descriptiva de los hechos a una normativa:

«En cada uno de los sistemas de moralidad con que hasta la fecha me he encontrado — dice —, he observado invariablemente que el autor procede durante un cierto tiempo razonando a la manera ordinaria... pero de pronto me encuentro sorprendido al comprobar que, en lugar de la cópula 'es' que usualmente interviene en las proposiciones, apenas hay lugar para otras proposiciones que aquéllas en que el verbo 'es' ha dejado paso al verbo 'debe'»<sup>13</sup>.

4. Ahora bien, la idea misma de una lógica de las normas parece encerrar una contradicción interna, en la medida en que, como lógica, debe proporcionar reglas de inferencia para deducir la verdad o falsedad de unos enunciados de la verdad o falsedad de otros y, al ocuparse de normas, debe aplicar esas reglas a unos enunciados — los enunciados normativos — cuyo carácter veritativo es sumamente discutible, pues no pueden pretender fundarse en verdades empíricas, como los de las ciencias físicas y naturales, ni ser verdaderos en virtud de su forma como los de las ciencias formales.

En este sentido, el filósofo finlandés Von Wright, otro de los fundadores de la actual lógica de las normas, abrió hace dos años su intervención en el Congreso sobre «Lógica, Informática y Derecho», celebrado en Florencia<sup>14</sup>, planteando una vez más la cuestión que se cierne permanentemente sobre esta disciplina desde su nacimiento.

«Una dificultad filosófica — decía Von Wright — vinculada a la idea de una 'lógica de las normas' es la siguiente:

Una 'lógica' se ocupa, al parecer, de relaciones tales como implicación (consecuencia lógica) o compatibilidad e incompatibilidad entre las entidades que estudia. El modo más natural de explicar lo que tales relaciones significan se basa en la noción de verdad y en las de varias funciones de verdad. Por ejemplo: decir que algo se sigue lógicamente de algo 'significa' algo así como que si lo segundo es *verdadero*, lo primero *no puede ser falso*.

12. *L. c.*, 508.

13. HUME, 1898, libro III, parte I, sección I.

14. Las ponencias presentadas a esta Conferencia se han publicado en MARTINO, 1982.

Ahora bien, es una opinión corriente, si no universalmente compartida por los filósofos, que las normas no tienen valor veritativo, es decir que no son verdaderas ni falsas. Por tanto, parece, por lo menos, discutible si las normas tienen una 'lógica' y si puede decirse, por ejemplo, que una norma se sigue lógicamente de otra norma»<sup>15</sup>.

Para salir al paso de esta dificultad, algunos lógicos de las normas — entre ellos, el mismo Von Wright — introdujeron y utilizaron una distinción fundamental entre una interpretación *prescriptiva* de los enunciados normativos y una interpretación meramente *descriptiva*, que, en cierto modo, está relacionada con la distinción de Kelsen entre *normas jurídicas* y *reglas de derecho*<sup>16</sup>.

Utilizando esta distinción, cuando un enunciado normativo como «ningún español de origen podrá ser privado de su nacionalidad» es interpretado descriptivamente como mera expresión de la existencia de una norma que establece esa prohibición, o, si se quiere, como parte de la descripción de cierto código moral — en este caso, la Constitución española hoy vigente —, ese enunciado podrá ser considerado verdadero o falso en la medida en que corresponda o no corresponda al contenido del código que se pretende describir. Por el contrario, tal enunciado carecerá de valor veritativo si es interpretado en un sentido prescriptivo, como la orden o mandato emanado de la autoridad, es decir, con una función imperativa.

La analogía de esta distinción habitual en la actual lógica de las normas con la aludida distinción kelseniana puede percibirse en el siguiente párrafo del escrito sobre *Ciencia y Política*, contenido en la selección de artículos de Kelsen titulada *¿Qué es la justicia?*

«Si llamamos *reglas de derecho* — decía el jurista y filósofo de la escuela legal vienesa — a las proposiciones que la ciencia del Derecho utiliza para describir su objeto, tenemos que distinguirlas de las normas jurídicas — que son el objeto a describir por la ciencia jurídica —. Las reglas de derecho son instrumentos de la ciencia jurídica, mientras que las normas jurídicas tienen una función de autoridad jurídica. Al describir el Derecho mediante las reglas de derecho, la ciencia jurídica no ejerce la función correspondiente a la autoridad legal que es una función de decisión, sino que ejerce una función cognoscitiva»<sup>17</sup>.

Sin olvidar que hay filósofos — como el propio Kalinowski en su *Querelle de la science normative*<sup>18</sup> — que admiten la posibilidad de que las propias normas tengan un valor veritativo, tenemos que señalar que ya en su primer trabajo de 1951 Von Wright introdujo<sup>19</sup>, al lado de los valores de verdad y

15. WRIGHT, 1982.

16. KELSEN, 1982.

17. *L. c.*, 269-270.

18. KALINOWSKI, 1969.

19. WRIGHT, 1951.

de las funciones de verdad aplicables a los enunciados ordinarios, otros tipos de valores y de funciones, como los *valores de ejecución* y las *funciones de ejecución*<sup>20</sup> y los *valores deónticos* – *permitido* o *prohibido* – y las *funciones deónticas*, aplicables a las expresiones de *actos*<sup>21</sup> y que también podemos, como es natural, considerar *valores y funciones de validez* aplicables a las normas, como ya hicimos en nuestro *Cálculo de las Normas*<sup>22</sup> publicado en 1973, lo cual permite la introducción de leyes y reglas lógicas más allá de la esfera de los enunciados susceptibles de adoptar valores veritativos.

5. Por otra parte, hay que reconocer que la noción de *sistema*<sup>23</sup> no sólo es inseparable de toda teoría científica y de la Ciencia, en general, sino igualmente del Derecho, en tanto que sistema de normas y de la propia sociedad, como «orden que regula la conducta de los hombres», según la definición de Kelsen<sup>24</sup>.

Ahora bien, todo *sistema* supone necesariamente una *estructura* y en este sentido ni la ciencia del Derecho ni la de la sociedad pueden sustraerse a las leyes y reglas generales estudiadas por las ciencias formales o lógico-matemáticas para todos los tipos de estructura.

Recordemos, en efecto, a este respecto, la importante distinción de Lévi-Strauss entre *estructuras puras* o *sin encarnación* alguna – correspondientes,

---

20. «The performance or non-performance of a certain act (by an agent) we shall call performance-values (for that agent). An act will be called a performance-function of certain other acts, if its performance-values for any given agent uniquely depends upon the performance-values of those other acts for the same agent. The concept of a performance-function is strictly analogous to the concept of a truth function in propositional logic» (*l. c.*, 2).

21. «Let us call 'permitted' and 'forbidden' the two deontic values. An act will be called a deontic function of certain other acts, if the deontic value of the former uniquely depends upon the deontic values of the latter» (*l. c.*, 6).

22. SÁNCHEZ-MAZAS, 1973, especialmente p. 72 y siguientes.

23. Las acepciones y vertientes generales de la noción de *sistema* que pueden interesarnos en nuestro contexto son fundamentalmente dos: la primera esencialmente lógica y estática, en el sentido de que es independiente de la variable tiempo, es la de *sistema deductivo*, tal como ha sido formulada, por ejemplo, en la *teoría de los sistemas deductivos* de Alfred Tarski. La segunda, esencialmente dinámica y aplicable a los sistemas físicos, biológicos y cibernéticos tanto como a los sociales, es la correspondiente a la concepción de Ludwig Von Bertalanffy y su escuela.

La *teoría general de sistemas* concebida e iniciada por Bertalanffy tiene hoy, entre algunos de sus seguidores, la pretensión de establecer las leyes aplicables a todo tipo de *sistema*, en cualquier ciencia o actividad humana, convirtiéndose así en una ciencia tan general y básica como la lógica o las matemáticas. Oigamos a Bertalanffy: «existen modelos, principios y leyes que se aplican a los sistemas generalizados o a sus sub-sistemas; tales modelos, principios y leyes no tienen en cuenta la especie particular de los sistemas, la naturaleza de sus elementos ni de las relaciones o 'fuerzas' entre los mismos. La necesidad de una teoría que no se aplique a sistemas de un tipo más o menos especial, sino a los principios de los sistemas en general, es, por consiguiente, legítima. En este sentido, reclamamos una nueva disciplina, llamada *teoría general de los sistemas*. Su fin es formular los principios válidos para todo sistema y deducir sus consecuencias» (BERTALANFFY, 1973, 31-32).

Sobre la teoría general de los sistemas y sus aplicaciones, puede verse también EUGENE, 1981 y, para aspectos complementarios, THOM, 1980.

24. KELSEN, 1953, 18. Dice, por su parte, Bergson: «Humaine ou animale, une Société est une organisation: elle implique une coordination et généralement aussi une subordination d'éléments les uns aux autres; elle offre donc, ou simplement vécu, ou de plus, représenté, un ensemble de règles ou de lois» (BERGSON, 1932, 22).

en cierto modo, a los *sistemas formales no interpretados* en la perspectiva lógico-matemática —, de un lado, y *estructuras encarnadas*, de otro; entre éstas últimas, Lévi-Strauss cree significativo elegir tres ejemplos fundamentales: las *lenguas naturales*, las *creaciones musicales* y los *mitos*, que se caracterizan por las estructuras encarnadas ya en sonidos y significados a la vez, ya sólo en sonidos y no en significados, ya sólo en significados y no en sonidos.

En este esquema, los *seres matemáticos — estructuras puras —* y las *lenguas naturales — estructuras doblemente encarnadas, en sonidos y en significados*, de acuerdo con la intersección definida por Saussure — se hallarían en una situación de oposición y correlación recíprocas, ocupando los polos de un eje, respecto del cual las *creaciones musicales — encarnadas sólo en sonidos y despegadas de los significados —*, de un lado, y los *mitos — encarnados sólo en significados y despegados de los sonidos —*, de otro, ocuparían posiciones simétricas, como polos de otro eje, perpendicular al primero<sup>25</sup>.

Ahora bien, si prescindimos de sus particulares, ocasionales y nunca exclusivas encarnaciones de que nos habla Lévi-Strauss, creo que podríamos decir que las estructuras puras, cuyas leyes estudia la matemática al servicio de todas las ciencias, circulan y transitan, como auténticas almas pitagóricas, por todas las esferas del universo científico, tanto puramente formales como empíricas, normativas y hasta oníricas — como lo prueban los trabajos de mis compañeros, los profesores Víctor Gómez Pin y Javier Echeverría<sup>26</sup> de la Universidad del País Vasco en San Sebastián —, reencarnando de unas ciencias en otras, como proyección de una ciencia central: la ciencia de las estructuras.

No olvidemos, a este respecto, que el gran físico de la expansión del universo Sir Arthur Eddington, evocaba sin cesar este neo-pitagorismo siempre latente en la ciencia de hoy, con su famosa frase: «A la pregunta: ¿qué es lo que conocemos?, sólo puedo contestar una cosa: lo que conocemos son *estructuras*».

Desde la perspectiva lógico-matemática, *estructura* es — como se sabe — todo conjunto de elementos entre los cuales se han definido una o varias operaciones o leyes de composición, una o varias relaciones, una o varias topologías.

Entre los distintos tipos de estructuras, la sociedad podría quedar caracterizada, según Lévi-Strauss, por una serie de reglas de comunicación o intercambio, que se establecen a distintos niveles, entre los cuales el introductor de la concepción estructuralista en las ciencias sociales y humanas quiere

---

25. Véase *L'homme nu*, LÉVI-STRAUSS, 1971, 578.

26. Los primeros atisbos están contenidos en *Ciencia de la Lógica y Lógica del sueño* de Víctor GÓMEZ PIN, con un apéndice de Javier ECHEVERRÍA (GÓMEZ PIN, 1978), pero es en el libro de próxima aparición *Límites del matema y del inconsciente* (Madrid, Taurus, 1983) donde los autores desarrollan su concepción de un estudio de las estructuras lógico-matemáticas del inconsciente.

considerar tres niveles esenciales y complementarios — el del parentesco, el económico y el lingüístico — «porque — explica — las reglas del parentesco y del matrimonio sirven para asegurar la comunicación de las mujeres entre los grupos, como las reglas económicas sirven para asegurar la comunicación de los bienes y de los servicios y las reglas lingüísticas la comunicación de los mensajes»<sup>27</sup>.

6. La posibilidad de una reelaboración o reconstrucción racional de la noción de *sistema normativo*, sobre la base de la definición tarskiana de *sistema deductivo*, aunque con las obligadas adaptaciones, viene siendo seriamente considerada, desde hace unos años, entre otros por la escuela analítica argentina de Lógica y Filosofía del Derecho, creada por los profesores Alchourrón y Bulygin<sup>28</sup>.

«Se ha considerado siempre — dicen los filósofos del Derecho argentinos — que el Derecho tiene algún tipo de orden sistemático, pues la sistematización (u ordenación) de las disposiciones jurídicas es tradicionalmente considerada como una tarea importante, que compete tanto al legislador (codificación del Derecho) como al científico... En tanto en cuanto sistema de normas, el Derecho debe adecuarse a ciertas pautas de racionalidad; la *coherencia interna* de las normas jurídicas, así como su *compatibilidad mutua*, son ejemplos de tales exigencias básicas. La *eliminación de las contradicciones* en las normas jurídicas es, por lo tanto, uno de los objetivos más importantes de la ciencia del Derecho.

Un papel no menos importante desempeña en la teoría jurídica la idea de *completitud*, que ha sido muy debatida por los juristas y los filósofos del Derecho bajo el rótulo de *lagunas del Derecho*. Por último, la *independencia* de las disposiciones legales y la consiguiente *eliminación de las redundancias* es también uno de los objetivos del legislador y del científico.

De tal manera, las ideas de *coherencia*, *completitud* e *independencia*, así como la noción de *sistema jurídico*, ofrecen un fundamento intuitivo adecuado para el tratamiento analítico (reconstrucción racional) de tales conceptos...

La noción de sistema u orden jurídico como conjunto de todas las normas válidas, cuya validez puede derivarse de alguna fuente común, como el soberano (Austin), la norma básica (Kelsen) o la regla de reconocimiento (Hart), es de relativamente poca utilidad para la ciencia jurídica. Los juristas nunca analizan los problemas de *completitud* (lagunas) o *coherencia* (contradicciones) en relación a *todo* el orden jurídico. Se preguntan a menudo si tal ley o código, o algún conjunto definido de normas, es completo en relación a algún *problema específico*, pero sólo los filósofos del Derecho hablan acerca de la completitud de *todo* el orden. Así, pues, para dar cuenta de la

27. Véase *Anthropologie structurale*, LÉVI-STRAUSS, 1958, 95.

28. La obra fundamental de ALCHOURRÓN y BULYGIN, 1971, en versión inglesa y 1974, en versión castellana.

actividad de los abogados y de los juristas, se requiere un *concepto más general de sistema normativo*: la noción de *orden jurídico* es tan sólo un *caso especial de aquél*»<sup>29</sup>.

Estas constataciones explican y justifican — a juicio de Alchourrón y Bulygin — la necesidad de elaborar — como ellos han hecho — «un concepto general de sistema normativo basado en algunas ideas de Alfred Tarski. El *sistema normativo* es definido como un *conjunto cerrado de enunciados que tiene (algunas) consecuencias normativas (para algún Universo de Casos y algún Universo de Soluciones)*. La definición del concepto de *sistema* en términos de *consecuencias normativas* permite dar cuenta de enunciados no-normativos...».

«Al mismo tiempo, el énfasis puesto en las *consecuencias* permite desentenderse de cuestiones tales como el número o el origen de los enunciados que forman la base de un sistema»<sup>30</sup>.

Ahora bien, un *análisis* lógico apropiado de los *sistemas normativos*, al igual que el de otros sistemas — físicos, biológicos o cibernéticos — que se producen y desarrollan *en el tiempo*, no puede reducirse, como es natural, al estudio del aspecto *estático* de su *estructura*, concebida como *red de relaciones lógicas* entre los componentes últimos de tales normas, sino que debe abordar también y de modo primordial el estudio del aspecto *dinámico*, es decir de las *transformaciones* de los sistemas normativos como consecuencia de los sucesivos actos de *promulgación* y de *derogación*, en el marco de un *orden jurídico* que les proporciona la *estructura fundamental* y relativamente *permanente*.

Este segundo tipo de análisis se ve desarrollado a partir del anterior por la escuela analítica a la que me estoy refiriendo, que ha elaborado *procedimientos de decisión* para determinar las consecuencias lógicas de las aludidas transformaciones.

Podría decirse en este contexto que el *orden jurídico* — estructura *invariante* bajo las transformaciones — viene a desempeñar en la esfera normativa un papel en cierto modo análogo al que desempeña en la esfera científica el *paradigma* de Kuhn, que es, a la vez, la comunidad científica y su sistema de hábitos, métodos, esquemas y resultados básicos y ejemplares que actúan como invariantes en una etapa determinada del desarrollo científico, mientras que, por otra parte, los cambios más radicales en la esfera normativa, es decir, las sustituciones de un orden jurídico por otro serían comparables a las revoluciones científicas en el marco de Kuhn.

7. No sería justo ni realista ocultar que los crecientes esfuerzos de proyección de los métodos de la lógica moderna, a través de la *lógica de las nor-*

29. *L. c.*, 22-23.

30. *L. c.*, 23.

mas y otros instrumentos, sobre la esfera normativa y estos intentos de «reconstrucción racional» del *concepto de sistema* normativo y de aplicación de las *nociones meta-matemáticas*<sup>31</sup> — como las de *consistencia, completitud e independencia* —, rigurosamente definidas por Tarski y su escuela sobre una base conjuntista, a tales sistemas, han venido despertando en los últimos decenio fuertes reacciones de recelo y de desconfianza en ciertos ambientes jurídicos.

Las incomprensiones recíprocas entre quienes estudian y trabajan, respectivamente, en el área de las ciencias humanas y en la de las ciencias exactas y naturales se agudizan especialmente cuando se trata del Derecho, por un lado y de la Lógica y las Matemáticas, por otro: «La calle de Saint-Jacques, que separa la Facultad de Ciencias de la Facultad de Derecho (en la Sorbona, en París) — decía con gracia en su obra *La Cibernética y lo humano* el filósofo y sociólogo francés Aurel David, en unas páginas que siempre me gusta recordar — es, intelectualmente hablando, más ancha y más profunda que el Océano»<sup>32</sup>.

En otro trabajo, de carácter más específico, sobre documentación jurídica automática, el mismo autor insistía en esa idea y la precisaba en los siguientes términos:

«El Derecho (y no solamente los Derechos anglosajones) utilizan modos de pensamiento muy diferentes de los que emplean las ciencias. El Derecho no puede, o no ha podido aún, codificarse integralmente o dejarse axiomatizar. El Derecho estalla, en efecto, sin transición alguna, en multitud de artículos de códigos o de leyes que no permiten remontarse hasta las definiciones y las relaciones fundamentales. Ahora bien, el pensamiento (científico) actual se ve contrariado al tener que investigar en el seno de un cuerpo de documentos que no se dejan estructurar y no permiten la *circulación lógica*»<sup>33</sup>.

Otros juristas y filósofos del Derecho, entre los cuales Theodor Viehweg, se muestran aún más tajantes en su defensa de la tesis de que el Derecho es esencialmente refractario a los métodos del análisis lógico-matemático. En su brillante prólogo a la famosa obra de Viehweg *Tópica y Jurisprudencia*, representativa de esta posición, nuestro compatriota Eduardo García de Enterría la resume en las siguientes palabras:

«La Ciencia jurídica ha sido siempre, es y no puede dejar de ser una ciencia de problemas singulares, jamás reductible — frente a ingenuos intentos, siempre fallidos — al esquema mental axiomático-deductivo expresado en las matemáticas»<sup>34</sup>.

A los métodos rigurosos y exactos de la lógica formal moderna — hoy con-

31. Véase TARSKI, 1972 b).

32. DAVID, 1970, 138.

33. DAVID, 1968, 629.

34. Eduardo GARCÍA DE ENTERRÍA, prólogo a VIEHWEG, 1964, 13.

vertida, como es bien sabido, en una nueva provincia del saber matemático — habría que contraponer, pues, a juicio del jurista de Monaco de Baviera, como método característico del Derecho, una suerte de *tópica* que, en la línea de los *Tópicos* de Aristóteles, sería una ciencia del razonamiento sobre lo probable, acorde, en cierto modo, con la concepción de Chaïm Perelman y la escuela de Bruselas según la cual la verdadera lógica jurídica nada tiene que ver con la lógica formal, cuyo objeto es la demostración, porque es, en realidad, una *nueva retórica*, cuyo auténtico fin es la *persuasión*.

García de Enterría señala así, en el ya citado prólogo a la obra *Tópica y Jurisprudencia* de Viehweg, cómo, en la misma, «importa retener, sobre todo, como enseñanza central para el jurista... que por *tópica* ha de entenderse... la *techné* del pensamiento que opera por ajustes concretos para resolver problemas singulares partiendo de directrices o de guías que no son principios lógicos, desde los que poder deducir con resolución, sino simples *loci communes* de valor relativo y circunscrito revelados por la experiencia»<sup>35</sup>.

8. Desde mi perspectiva de lógico, respetando sinceramente esa experiencia jurídica a la que soy por completo ajeno, pero reteniendo también, la convicción, compartida por tantos juristas, de que la *certeza* sique siendo un ideal permanente e irrenunciabile del Derecho tanto como de la Ciencia, considero — y así lo vengo señalando desde hace casi diez años<sup>36</sup> — que esa contraposición radical del método científico y el método jurídico va haciéndose cada día más gratuita e insostenible, a medida que a través de la lógica moderna, en general, y, más precisamente, a través de la lógica deóntica o lógica de las normas, por un lado, y la ciencia de los modelos, por otro, se afinan y perfeccionan los enfoques para una formalización y representación adecuada de los sistemas normativos, sus transformaciones y las consecuencias lógicas implícitas en los mismos.

Considero siempre válida, en el panorama científico actual, la observación de Aristóteles en su *Ética a Nicómaco* de que no es justo pedir a todas las ciencias un mismo grado de certeza pero, al mismo tiempo, me aparece infundada e ilegítima la actitud acientífica y asistemática de aquellos filósofos y profesionales del Derecho que, como graciosamente observaba el gran jurista italiano Luigi Lombardi Vallauri en un Congreso celebrado hace dos años en Florencia, sólo retienen prácticamente, como único algoritmo válido para resolver los problemas jurídicos, el drástico algoritmo utilizado por el juez Bridoie — según nos cuenta Rabelais en su *Gargantúa* — para decidir una sentencia, una vez oídas las partes contrarias: jugar esa sentencia a los dados.

Frente a esas tendencias irracionalistas, hoy es innegable y evidente que las tendencias logicistas y racionalizadoras iniciadas hace casi treinta años en

35. *L. c.*, 14.

36. SÁNCHEZ-MAZAS, 1973, 21-22 y 34-35 y SÁNCHEZ-MAZAS, 1974 *b*), 20-21.

Estados Unidos, primeramente de modo ingenuo y elemental – y perspectivas esencialmente estadísticas – con la *Jurimetría* y luego de modo más elaborado y crítico con el movimiento conocido como MULL<sup>37</sup> – *Usos modernos de la lógica en el Derecho* – empiezan a dar frutos positivos, tanto en el plano teórico como práctico, esencialmente informático.

Recordemos que el padre de la *Jurimetría*, Lee Loevinger, observaba ya en 1954:

«Casi no sería exagerado afirmar que el único extremo en el que coinciden todos los pensadores del Derecho es el que afirma la necesidad de usar la *lógica* para determinar las reglas aplicables y para decidir los casos»<sup>38</sup>.

En contraste con esa preocupación unánime, Loevinger reconocía, sin embargo, que hasta ese momento no se habían realizado apenas esfuerzos serios en esa línea:

«Lo que resulta más notable – decía –, al pasarse revista a la literatura que trata de la lógica jurídica, es la casi total ausencia de cualquier tentativa sería encaminada a someter a un análisis formal el razonamiento jurídico. Según parece, la lógica entendida en sentido formal ha significado para los juristas el razonamiento por medio del tradicional silogismo aristotélico, o bien, en sentido no formal, toda aplicación de reglas de Derecho que, en forma un tanto intuitiva, se piensa o siente que es correcta»<sup>39</sup>. Y comentaba este hecho en los términos siguientes: «En general, los juristas escritores apenas se han dado por enterados o no han reconocido el hecho de que, en el pensamiento moderno, la lógica ha progresado mucho más allá de la simple dicotomía de silogismo o juicio intuitivo. Tal vez la causa está en que se trata de un desarrollo que ha tenido lugar solamente en el último medio siglo, y que su influjo sólo ahora comienza a extenderse a otros sectores. También puede ser debido, al menos parcialmente, a que la moderna lógica, con todo su profundo desarrollo, es una de las disciplinas más impresionantes y difíciles»<sup>40</sup>.

9. Junto a la invencible desconfianza de tantos juristas en la posibilidad o en el valor de una aplicación de los métodos de la lógica moderna y de las ciencias formales y exactas a la esfera normativa y jurídica, nos encontramos también, por otro lado, en una perspectiva más amplia, con la posición de científicos de gran valor que habiendo aplicado con notables resultados a algunas ciencias humanas, como la antropología o la lingüística, procedimientos rigurosos de análisis y de modelización comparables a los utilizados en las ciencias exactas y naturales, sólo conceden plenamente a éstas últimas un estatuto de ciencias auténticas, reconociendo el uso por parte de las

---

37. Modern Uses of Logic in Law.

38. LOEVINGER, 1954, 34.

39. *L. c.*, 51.

40. *L. c.*, 52.

mismas de métodos científicos propios y originales, mientras que niegan a las disciplinas sociales y humanas — y muy especialmente a las jurídicas — la propiedad de métodos análogos, considerando que cuando algunas de estas disciplinas, excepcionalmente, los usan, ese uso tiene un carácter artificial y extrínseco.

En esta línea, una de las posiciones más radicales es la mantenida por el ya mencionado Claude Lévi-Strauss en su famosa respuesta a una encuesta organizada entre científicos por la Conferencia general de la UNESCO en 1964 sobre las tendencias principales de la investigación en las ciencias sociales y humanas.

Dice, por ejemplo, Lévi-Strauss que habiendo «consagrado su vida entera al estudio de las ciencias sociales y humanas... no experimenta empacho alguno al reconocer que entre éstas y las ciencias exactas y naturales no se sabría simular una igualdad verdadera: que las unas son ciencias y que las otras no lo son; y que si se las designa no obstante con el mismo término, es en virtud de una ficción semántica y de una esperanza filosófica que todavía están faltas de confirmación. En consecuencia de lo cual, el paralelismo implicado en las dos encuestas, aunque sólo fuese a nivel de mero enunciado, delata una visión imaginaria de la realidad»<sup>41</sup>.

Agrega el antropólogo y estructuralista francés que es necesario «definir de modo preciso la diferencia que desde un principio afecta al empleo del término 'ciencia' en los dos casos. Nadie duda de que las ciencias exactas y naturales son efectivamente ciencias... La connotación común de todas las actividades que se despliegan bajo la cobertura de las ciencias exactas y naturales no puede ser puesta en tela de juicio. Expresándolo en el lenguaje de los lógicos diríase que, en el caso de las ciencias exactas y naturales, su definición *en extensión* se confunde con su definición *en comprensión*; los caracteres que hacen que una ciencia merezca esa apelación se unen también, en líneas generales, al conjunto de actividades concretas cuyo inventario abarca empíricamente el dominio de las ciencias exactas y naturales»<sup>42</sup>.

Por el contrario — observa Lévi-Strauss —, «cuando se trata de las ciencias sociales y humanas, las definiciones en extensión y en comprensión dejan de coincidir. El término 'ciencia' no es ya más que una apelación ficticia que designa un gran número de actividades completamente heteróclitas y de las cuales sólo un pequeño número ofrecen un carácter científico (a poco que se quiera definir la noción de ciencia de la misma manera)»<sup>43</sup>.

Interpreta esta diferencia entre los dos grupos de disciplinas de la siguiente manera: «La desgracia de las ciencias humanas es que el hombre no sabría dejar de manifestar interés por sí mismo. Preocupación en nombre de la

---

41. LÉVI-STRAUSS, 1978, 19.

42. *L. c.*, 19-20.

43. *L. c.*, 20.

cual desde un principio ha rehusado ofrecerse a la ciencia como objeto de investigación, puesto que esta concesión le habría forzado a moderar y a limitar sus impacencias»<sup>44</sup>.

Esta idea procede del padre de la cibernética, Norbert Wiener, de quien de la tomó Lévi-Strauss.

En un estudio recientemente publicado, uno de nuestros más profundos pensadores y juristas, Antonio Hernández Gil, interpreta y comenta, sobre todo en lo que afecta a las ciencias jurídicas, la tesis radical de Lévi-Strauss que acabamos de resumir: «Reducida la tesis a la máxima síntesis, cabe expresarla así: las ciencias sociales y humanas carecen de entidad científica autónoma y sólo alcanzarán el *status* de ciencias si terminan por confundirse con las ciencias exactas y naturales, dejando de diferenciarse de éstas. Es decir: o se integran en donde únicamente habita la ciencia o no llegan a serlo. Aplicada la fórmula a la ciencia jurídica, en principio, equivaldría a predicar el retorno al paradigma de la *historia natural*»<sup>45</sup>. Pero — observa Hernández Gil — «la ciencia jurídica a que se refiere Lévi-Strauss... será probablemente la tradicional, la dogmática (la misma que se ha elaborado a imagen de la ciencia natural), y no *esa ciencia nueva que se ha quedado más en proclamación metodológica que en auténtica realidad*»<sup>46</sup>.

Y concluye su reflexión evocando el papel formalizador del *estructuralismo*, por un lado, y de la *lógica simbólica*, por otro, en relación con un posible — y deseable — «*tratamiento científico del Derecho*»<sup>47</sup>.

10. Ahora bien, la posibilidad y el interés de un «tratamiento científico del Derecho» — aplicando al término ‘científico’ un sentido próximo al que éste tiene en las ciencias matemáticas — son evocados y reconocidos incluso entre aquellos juristas y filósofos del Derecho como el ya mencionado Theodor Viehweg que, como hemos tenido ocasión de ver, sitúan el método jurídico en el polo opuesto al representado por los sistemas hipotético-deductivos, a saber, en la *tópica*, a la que ya nos hemos referido.

Así Viehweg observa que la *tópica* misma puede admitir alguna suerte de matematización y, recordando los ejemplos jurídicos del joven Leibniz en su *De Arte Combinatoria* (1666) — a los que el jurista de Múnaco había dedicado un importante trabajo<sup>48</sup> —, los interpreta como un intento de someter los aspectos que podemos llamar casuísticos, aleatorios, probabilísticos y heurísticos del método jurídico a la Combinatoria y, en último término, al *control aritmético*.

---

44. *Ibid.*

45. HERNÁNDEZ GIL, 1981, 31.

46. *L. c.*, 32.

47. *L. c.*, 32-33.

48. *Die juristische Beispielfälle in Leibnizens ars combinatoria*, in *Beiträge zur Leibnizforschung*, 1946 (Monographien zur philos. Forschung, tomo I, 88 y siguientes).

«La jurisprudencia — empieza constatando Viehweg — no es un método, sino un estilo, que tiene, como cualquier otro estilo, mucho de arbitrio amorfo y muy poco de comprobabilidad rigurosa. Con alguna aptitud se puede imitar y practicar. Puede incluso alcanzar, como actitud espiritual que se ejercita, un alto grado de perfección. Pero sólo el proyecto de un sistema deductivo puede hacer de este estilo un auténtico método»<sup>49</sup>.

Ahora bien, frente a la concepción del sistema deductivo, Viehweg descubre otra perspectiva matemática cuya posible aplicación a la esfera jurídica cuenta con el precedente leibniziano. En efecto, esa obra grandiosa de Leibniz, precursora en tantas direcciones del pensamiento lógico-matemático moderno — *De Arte Combinatoria* — «muestra — a juicio de Viehweg — con especial claridad el esfuerzo de su autor por concordar el tradicional estilo de pensamiento de la Edad Media con el matemático del siglo XVII. El joven Leibniz no dice que... haya que desterrar la *tópica* en favor del *sistema*, sino que admite que el heredado *ars inveniendi*, como tal, es decir, sin eliminar en absoluto su estructura fundamental, puede ponerse *bajo control aritmético*. Es necesario, en su opinión, concebirlo como *ars combinatoria*. Es decir, intenta *matematizar la tópica*»<sup>50</sup>.

No es posible olvidar, en este contexto, que el mismo Leibniz había abordado también desde otras perspectivas lógico-matemáticas diversos problemas relacionados con la formalización y racionalización de los sistemas deónticos, normativos y jurídicos.

Recordaremos aquí dos de estas perspectivas que guardan relación con los problemas que estamos considerando:

1) Primeramente, con su fundamental opúsculo *Elementa Juris Naturalis*<sup>51</sup>, escrito en 1671 y estudiado y analizado en 1974 por dos grandes lógicos, Georges Kalinowski y Jean-Louis Gardies<sup>52</sup>, Leibniz puede ser considerado como el auténtico fundador de la *lógica deóntica* o *lógica de las normas*, que él intenta reducir a la *lógica modal alética* y a una *constante axiológica*.

2) En segundo lugar, Leibniz desarrolló en una tesis juvenil, escrita al mismo tiempo que *De Arte Combinatoria*, a saber, *Specimen difficultatis in jure seu dissertatio de casibus perplexis* (1666), su concepción de los casos perplejos en el Derecho, que intenta someter a análisis lógico.

El lógico italiano Giuliano Di Bernardo dedicó un importante estudio a esta concepción leibniziana, recogido en su obra *L'indagine nel mondo sociale*<sup>53</sup>, publicada en 1979.

«Para Leibniz — señala Di Bernardo —, el concepto de 'caso perplejo' resulta compuesto por dos nociones: el caso y la perplejidad. Por *caso*, en

49. VIEHWEG, 1964, 105.

50. *L. c.*, 106.

51. LEIBNIZ, 1671.

52. KALINOWSKI y GARDIES, 1974, 79-112.

53. DI BERNARDO, 1979, 146-158.

general, Leibniz entiende el *antecedente* de una *proposición hipotética*, antecedente que, en el ámbito específico de la *jurisprudencia*, recibe el nombre de *hecho*, mientras que el *consecuente* se llama *derecho*. De este modo, el caso queda definido por Leibniz mediante la expresión: hecho en orden al derecho»<sup>54</sup>.

¿No podemos ver en este análisis leibniziano un lejano precedente de los recientes intentos de Alchourrón y Bulygin por formalizar las relaciones lógicas entre *casos* y *soluciones*?<sup>55</sup>

Tenemos, pues, a Leibniz en la raíz de las distintas líneas tradicionales que vienen a confluír hoy en el problema de las relaciones entre Lógica, Matemática y Derecho o, más precisamente, en el problema de las relaciones entre el análisis lógico-matemático, de un lado, y los sistemas normativos y ciencias normativas, en general, de otro.

11. Pero, ¿qué debemos entender en este contexto por *ciencias normativas*?

Según Georges Kalinowski, el término 'ciencia normativa' admite tres sentidos fundamentales, que son los siguientes:

- 1) ciencia *compuesta* de normas;
- 2) ciencia que *estudia* normas;
- 3) ciencia que *fundamenta* normas<sup>56</sup>.

Al construir su *Teoría de las proposiciones normativas* (1953), una de las tres obras — junto con la de Von Wright<sup>57</sup> y la de Becker<sup>58</sup> — fundacionales de la moderna *lógica deóntica*, el lógico y filósofo polaco pretendió establecer una lógica general de la ciencia normativa entendida en el primer sentido.

12. Otra cuestión importante: ¿qué clase de normas pueden ser objeto de las *ciencias normativas*?

Es bien conocida la argumentación de Kelsen para concluir a este respecto que sólo las *normas positivas* pueden aspirar a un tratamiento *científico*.

Tratando en su ensayo sobre *Ciencia y política*, sobre el tema de la liberación de la ciencia respecto de la política, el creador de la *teoría pura del Derecho* — que había terminado patéticamente su prólogo a la edición francesa de su obra así titulada, escrito en Ginebra en los días triunfales del nacionalsocialismo aludiendo a la «amenaza secular de una subordinación de la ciencia a la política»<sup>59</sup> — decía:

---

54. *L. c.*, 146.

55. ALCHOURRÓN y BULYGIN, 1971 y 1974, especialmente los capítulos II (El concepto de caso) y III (El concepto de solución)

56. KALINOWSKI, 1953, 19.

57. WRIGHT, 1951.

58. BECKER, 1952.

59. KELSEN, 1953, 8.

«Postular la separación entre la Ciencia y la Política presupone que el objeto de la Ciencia es la realidad, que las afirmaciones científicas son afirmaciones acerca de la realidad, en oposición a los juicios de valor en el sentido específico del término. Sin embargo, existen ciencias o disciplinas que tradicionalmente se consideran ciencias, tales como la Ética o la Jurisprudencia, cuyo objeto parecen ser los valores y no la realidad. Describen normas que constituyen valores y, en este sentido, se pueden considerar ciencias 'normativas'.

La Jurisprudencia, como *ciencia* del Derecho, tiene por objeto las normas positivas. Sólo el Derecho positivo puede ser el objeto de la ciencia jurídica. Este es el principio que caracteriza el positivismo legal en oposición a la doctrina jusnaturalista, la cual pretende presentar normas legales que no han sido creadas por actos humanos, sino que se deducen de la naturaleza. Deducir normas de la naturaleza, es decir, considerar que la naturaleza legisla, presupone que la naturaleza está creada por Dios y, como tal, es la manifestación de su voluntad, y que es absolutamente buena. Por tanto, la doctrina del Derecho natural no es una ciencia, sino una metafísica del Derecho»<sup>60</sup>.

En su tesis de que las normas positivas son el único objeto posible de las ciencias normativas y jurídicas, Kelsen seguía, como es bien sabido, la línea iniciada un siglo antes por John Austin, especialmente en su ensayo sobre *La utilidad del estudio de la Jurisprudencia*, escrito en 1834, donde decía:

«El objeto adecuado de la Jurisprudencia, en cualquiera de sus diferentes esferas, es el Derecho positivo, entendiendo por Derecho positivo... el Derecho establecido o 'positum' (puesto) en una comunidad política independiente, por la autoridad expresa o tácita de su soberano o gobierno supremo»<sup>61</sup>.

13. Sin embargo, admitida la idea de que las ciencias normativas y jurídicas puedan ser, en la perspectiva expuesta, es decir, a condición de tener como único objeto las normas positivas, efectivamente ciencias, no resulta fácil su clasificación dentro de éstas, por no ser posible incluirlas en ninguno de los dos grandes grupos en que el moderno desarrollo de la Ciencia a partir del Renacimiento escindió la primitiva unidad aristotélica del saber.

Las *ciencias normativas* no pueden, en efecto, ser incluidas entre las *ciencias formales*, porque sus tesis o afirmaciones específicas no tienen un *fundamento formal* (es decir, no resultan *verdaderas en virtud de su forma*), ni entre las *ciencias empíricas*, porque esas tesis no tienen tampoco un *fundamento empírico* (es decir, no pueden concebirse *experiencias* destinadas a *demonstrarlas* o a *refutarlas*).

---

60. KELSEN, 1982, 263-266.

61. AUSTIN, 1885, 1072.

A este respecto, observan Alchourrón y Bulygin, representantes de la *escuela analítica argentina*:

«Es verdad que la ciencia jurídica no puede clasificarse sin más como una ciencia empírica, y mucho menos aún como una ciencia formal. Tiene, sin duda, sus rasgos peculiares que justificarían tal vez su inclusión dentro de las *ciencias normativas*, como categoría autónoma distinta tanto de la ciencia formal como de la ciencia empírica. Pero ésto no excluye la posibilidad de aprovechar para la ciencia del Derecho parte del conocimiento logrado y algunos de los métodos usados en la metodología de otras disciplinas más desarrolladas.

Cabe, pues, esperar razonablemente que el enfoque de los problemas tradicionales de la filosofía jurídica, a la luz de las modernas investigaciones lógicas y metodológicas, producirá resultados interesantes. La noción de *sistema normativo* parece especialmente adecuada para este propósito»<sup>62</sup>.

«Pero ésto supone — observan los juristas argentinos en otro lugar — el abandono de la concepción clásica y la adopción del nuevo ideal de *sistema*: ... aprovechar para la ciencia del Derecho las investigaciones y adelantos metodológicos alcanzados en los últimos años en otros campos del saber (sobre todo en la fundamentación de la matemática y de la física), para mostrar que existe un concepto de *sistema* que puede utilizarse con provecho en el ámbito jurídico» y que «la sistematización es una de las tareas fundamentales del jurista»<sup>63</sup>.

Ahora bien, esta nueva idea de *sistema* que evocan Alchourrón y Bulygin precisamente en su obra sobre *Sistemas normativos*<sup>64</sup>, no es otra que la noción de *sistema deductivo* elaborada en el seno de esa teoría general de las ciencias deductivas que iniciaron, de modo simultáneo y convergente, diversas escuelas lógicas modernas: fundamentalmente, la escuela alemana de Göttingen (bajo la dirección de Hilbert y Bernays) y la polaca, sobre todo a través de la obra de Tarski y Lukasiewicz (sin olvidar las geniales aportaciones solitarias de Herbrand en Francia).

Desde esta perspectiva, resultaría posible estudiar los *sistemas normativos* — con las reservas y variantes necesaria — en el marco de una *teoría de las ciencias deductivas*, como *conjuntos cerrados de enunciados* — o conjuntos de enunciados que contienen todas sus consecuencias —, cuyas *propiedades metamatemáticas* — *consistencia, completitud, independencia* — cabe analizar.

14. En mi modesta opinión, enteramente en la línea de la escuela analítica argentina, sólo este tipo de análisis lógico de los sistemas normativos puede ser un instrumento auxiliar eficaz para nuevos planteamientos científicos y

---

62. ALCHOURRÓN y BULYGIN, 1974, 21.

63. *L. c.*, 92.

64. ALCHOURRÓN y BULYGIN, 1971 en inglés y 1974 en castellano.

rigurosos de los acuciantes problemas teóricos y metodológicos de sistematización en las ciencias jurídicas, tanto como para la integración del Derecho, el Derecho comparado, la reconstrucción racional del Derecho mediante la supresión sistemática de las incompatibilidades, lagunas y redundancias y los programas de unificación jurídica, a escala regional, continental o universal.

Por otra parte, acompañado de los modelos matemáticos adecuados — de los que hemos propuesto algunos, que están siendo experimentados y utilizados por un grupo de investigadores italianos encargados de los proyectos informáticos del Istituto per la Documentazione Giuridica del Consiglio Nazionale delle Ricerche de Italia, en Florencia<sup>65</sup> —, este tipo de análisis es el único que puede desembocar en una informática jurídica capaz de trascender el nivel meramente documentario para convertirse en analítica y decisional.

Ha sido precisamente este tipo de análisis de los sistemas normativos por Alchourrón y Bulygin el que ha permitido revelar y precisar, entre otras cosas, las formas de indeterminación en que pueden encontrarse tales sistemas después de ciertos actos de derogación cuyas consecuencias lógicas, en forma de derogaciones implícitas mínimas, pueden admitir distintas alternativas, en forma de una familia de conjuntos de normas por derogar, todos ellos capaces de restablecer la coherencia del sistema<sup>66</sup>. Para elegir debidamente entre estas alternativas. Alchourrón propone procedimientos de decisión basados en criterios jerárquicos — jerarquías entre normas y ultrajerarquías entre conjuntos de normas<sup>67</sup> —, para cuyo tratamiento informático también hemos propuesto algoritmos numéricos<sup>68</sup>.

15. Los problemas planteados se situán, de hecho, en un plano interdisciplinario, en la confluencia de tres nuevos campos de investigación, que son:

- la lógica de los sistemas normativos y sus transformaciones;
- la construcción de modelos matemáticos de aquéllos y de éstas;
- el tipo de informática jurídica que, por trascender la esfera de la mera documentación jurídica automática y aspirar a aplicar procedimientos de decisión en el ámbito del Derecho podemos llamar decisional.

Es imprescindible precisar, para evitar equívocos, que la noción de decisión debe entenderse aquí en el sentido que tiene en la lógica formal algorítmica, pero en modo alguno en el sentido de las decisiones o sentencias judiciales ni en el de las decisiones políticas, aunque está claro que las deci-

---

65. Veanse los trabajos dedicados a mis modelos matemáticos en BIAGIOLI et al., 1982, DINI, 1982 y MARTINO, 1982.

66. ALCHOURRÓN, 1981 a).

67. Véase el estudio lógico-matemático de las jerarquías en ALCHOURRÓN and MAKINSON, 1981 c).

68. Véase SÁNCHEZ-MAZAS, 1981.

siones lógicas pueden y deben tener un papel en las judiciales y hasta en las políticas, sin por ello merecer el reproche fundado en la «boutade» de Bismarck de que la política no es una ciencia exacta.

16. En cuanto al papel negativo que, según algunos, está destinado a desempeñar, en la progresiva centralización de las decisiones y opresión social, el instrumento informático, hijo legítimo de la mentalidad lógico-matemática, considerado en sí mismo y no en función de sus eventuales utilizadores, creo instructivo recordar aquí la tesis opuesta, sostenida con fuerza, en recientes conversaciones con Foucault, publicadas bajo el título *Justicia o Poder*, Noam Chomsky, cuya autenticidad científica y sensibilidad humana ante los problemas de la verdadera libertad intelectual moral y política, y cuya incesante denuncia de la creciente manipulación de la ciencia para fines extracientíficos, inmorales y antisociales por parte de la «tecnocultura» es difícil poner en duda.

Se refería Chomsky a «la idea de que existe algún imperativo técnico, alguna peculiaridad de la sociedad técnicamente avanzada que requiere un poder centralizado y una toma de decisiones centralizada» y decía:

«Me parece que la tecnología moderna – como la *tecnología del proceso de datos* o la de la *comunicación*, etc. – tiene precisamente las implicaciones opuestas. Implica que la información y el conocimiento relevantes pueden ser llevados a todos con rapidez. No tiene por qué estar concentrada en las manos de un pequeño grupo de directores que controlen todo el conocimiento, toda la información y todas las decisiones a tomar. Por tanto, creo que la tecnología puede ser liberadora, que tiene la posibilidad de ser liberadora; es el hecho de que el poder está mal distribuido el que la ha convertido, como a cualquier otra cosa, al igual que al sistema de justicia, en un instrumento de opresión. No creo que en la tecnología, o en la sociedad tecnológica, haya nada que impida la descentralización del poder, sino más bien lo contrario»<sup>69</sup>.

17. Pero las objeciones al papel que el proceso de racionalización matemática puede desempeñar en la opresión y deshumanización del hombre y de la sociedad no se limitan, en general, a atacar los últimos eslabones tecnológicos de la cadena; atacan, por el contrario, con frecuencia, el origen mismo de ese proceso, como en el caso de Adorno, uno de los más ilustres representantes de la Escuela de Frankfurt.

A la acusación lanzada por Adorno en su *Dialéctica negativa*<sup>70</sup>, en el sentido de que el proceso creciente de objetivación y de racionalización matemática iniciado con Descartes puede identificarse con una progresiva *cuantificación* de las *cualidades* de la vida del hombre y de la sociedad, podemos

69. CHOMSKY y FOUCAULT, 1976, 77-78.

70. ADORNO, 1973, 53.

contestar, apoyandonos en Lévi-Strauss<sup>71</sup>, que en modo alguno es legítimo reducir la noción de *estructura* a la de *cantidad*. Como ciencia general de las estructuras, la matemática puede estudiar aspectos esenciales de estructuras eminentemente cualitativas. Y si, como también ha observado Lévi-Strauss, la moderna noción de *categoría*, último nivel de la abstracción matemática, definida por un conjunto de objetos *cualesquiera* y un conjunto de *morfismos* cualesquiera entre los mismos<sup>72</sup>, permite analizar y describir las estructuras del parentesco y otras estructuras sociales, por mi parte puedo agregar que los sistemas de *coordenadas numéricas* en que se basan mis *modelos* de las *proposiciones* y de los *sistemas normativos* traducen estrictamente *relaciones cualitativas* de *compatibilidad* e *incompatibilidad deóntica* entre *actos* o *casos* y *soluciones*<sup>73</sup>, o *relaciones de consecuencia* entre *normas*<sup>74</sup>. Se trata, pues, de coordenadas, en un sentido distinto de las cartesianas, porque otorgan a las entidades a las que están asociadas su auténtica tarjeta de identidad lógica dentro de la estructura a la que pertenecen.

Recordemos aquí — antes de entrar en la descripción de nuestros modelos — que *modelo aritmético de una teoría es toda realización aritmética del lenguaje de ésta que otorga validez a todos los axiomas de la misma* y que, de un modo análogo, *llamamos modelo aritmético de un sistema normativo a toda realización numérica del lenguaje deóntico de éste que otorga validez a todas las normas del mismo*.

## II. ANALISIS LÓGICO Y MODELOS ARITMÉTICOS DE LOS SISTEMAS NORMATIVOS AL NIVEL DE LAS NORMAS ANALIZADAS EN SUS COMPONENTES LÓGICOS (CONDICIONES DEÓNTICAMENTE DETERMINANTES Y HECHOS ACCIONES DEÓNTICAMENTE DETERMINADAS, O CASOS Y SOLUCIONES)

### A. Consideraciones preliminares

1. Las exigencias crecientes de la informática jurídica plantean la conveniencia, cuando no la necesidad, de una representación matemática adecuada de los diferentes tipos de relaciones y estructuras lógicas en el campo del Derecho.
2. El papel o función de tal representación puede considerarse a dos niveles distintos de la informática jurídica, a saber: el de la informática jurídica documentaria y el de la informática jurídica decisional.
3. Al nivel meramente documentario, la representación matemática de las relaciones y estructuras lógicas que subyacen, desde múltiples perspectivas,

---

71. LÉVI-STRAUSS, 1958, 310.

72. Véase HILTON, 1973.

73. SÁNCHEZ-MAZAS, 1982.

74. SÁNCHEZ-MAZAS, 1981.

en los sistemas normativos (y en los ordenamientos jurídicos, en general) puede facilitar y simplificar la memorización racional y sistemática de aquellas y la comparación, desde el punto de vista lógico, de distintos sistemas normativos, tanto en un sentido sincrónico (sistemas coexistentes en un momento dado) como diacrónico (sistemas sucesivos en el tiempo, dentro de un mismo ordenamiento jurídico).

4. Al nivel decisonal, dicha representación matemática puede desembocar en un modelo activo para la deducción automática, a través de una sucesión de cálculos o algoritmos debidamente programados, de las consecuencias lógicas implícitas en un sistema normativo u ordenamiento jurídico, ya estáticamente considerado en un momento de su historia, ya dinámicamente en la transformaciones del mismo a lo largo del tiempo, por efecto de los sucesivos actos de promulgación y de derogación realizados por el legislador.

5. Es evidente que los tipos de representación matemática de las relaciones y estructuras lógicas que configuran la esfera jurídica pueden ser muy variados, tanto si la representación persigue una finalidad meramente teórica como si está orientada al tratamiento informático de problemas prácticos y casos concretos.

6. Dentro del amplio espectro de representaciones matemáticas posibles, vengo intentando, desde hace algún tiempo<sup>75</sup>, desarrollar un tipo de representación fundado en una codificación numérica de las distintas clases de elementos u objetos lógicos que componen las estructuras mencionadas y en una traducción de las relaciones lógicas entre tales elementos por relaciones aritméticas entre los números asociadas a los mismos.

7. El modelo elegido para la representación aritmética de las relaciones y estructuras lógicas de la esfera jurídica sólo será, como es natural, adecuado a la misma y cumplirá su propósito cuando lleve a una codificación numérica tal de los elementos de cada sistema normativo que, en virtud de la misma, cualquier relación lógica entre dos o más elementos será verdadera o conforme con el citado sistema, si y sólo si la correspondiente relación aritmética entre los números asociados a éstos últimos es también verdadera.

8. Cuando ésto ocurra, será legítimo considerar al modelo aritmético de un sistema normativo, a cualquiera de los niveles en que éste admite un análisis y formalización lógicos, como un auténtico sistema de coordenadas cuya asociación a los correspondientes elementos no tiene un valor meramente convencional y arbitrario sino, por el contrario, esencial e intrínseco al sistema considerado, en la medida en que todas las propiedades y consecuencias lógicas de éste pueden, gracias a esas coordenadas, respectivamente quedar reflejadas en propiedades aritméticas del modelo o ser deducidas por las consecuencias aritméticas implícitas en el mismo.

---

75. Véase SÁNCHEZ-MAZAS, 1973, 1974 a), 1978, 1981, 1982.

9. Hay que señalar ahora que este método general de representación aritmética de los sistemas normativos a través de una codificación numérica racional de los elementos lógicos de los mismo puede ser aplicado, con modalidades específicas, a distintos niveles de formalización lógica de los sistemas normativos.

10. Mencionaremos, a este respecto, dos niveles distintos, a saber:

a) el de las redes deónticas o sistemas de relaciones deónticas entre los componentes lógicos elementales de las normas, analizadas como nexos entre condiciones deónticamente determinadas y hechos/acciones deónticamente determinados (cuyas determinaciones deónticas constituyen las *soluciones* que para los distintos casos ofrece el sistema);

b) el de las redes de consecuencias normativas o sistemas de relaciones de implicación o dependencia lógica entre las normas de un sistema, consideradas como átomos, es decir, sin descender a su análisis como nexos deónticos entre condiciones y hechos/acciones.

11. El primer nivel corresponde pues, al de las normas analizadas y las relaciones deónticas en el interior de las normas y el segundo al de las normas inanalizadas y las relaciones de dependencia entre normas distintas. No es necesario decir que los dos niveles son inter-dependientes en la medida en que las relaciones lógicas entre norma distintas pueden expresarse como resultantes de las respectivas relaciones internas de las normas consideradas y deducirse a partir de dichas relaciones internas.

12. La aplicación de nuestro método de codificación numérica al primer nivel permite memorizar las distintas redes deónticas que componen un sistema normativo en forma de redes de números característicos asociados a los componentes lógicos elementales del sistema, gracias a los cuales y utilizando programas de cálculo como los que he denominado «*Calculus Ratiocinator II*» y «*Calculus Consequentiarum II*»<sup>76</sup> es posible aritmetizar de

---

76. Las expresiones *Calculus Ratiocinator* y *Calculus Consequentiarum* son los títulos de dos importantes opúsculos lógicos de Leibniz publicados por Couturat en su recopilación: *Opuscles et fragments inédits de Leibniz*, extraits des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre par Louis Couturat, Paris, Félix Alcan, 1903. — Véanse, respectivamente, PHIL., VII, B, II, 8-9 (primera versión de *Specimen Calculi universalis*, seguida de *Consequentiae*), en LEIBNIZ, *Opuscles*, pp. 239-245 y PHIL., V, 8, f, 24-27, en LEIBNIZ, *Opuscles*, pp. 24-27.

Se trata, por lo demás, de dos expresiones muy reveladoras de la concepción lógico-matemática de Leibniz y que recurren constantemente en su obra. La primera evoca el objetivo final de la *mathesis universalis* leibniziana, a saber, la traducción de los *razonamientos* por *calculos*, mientras que la segunda recuerda la búsqueda leibniziana de algoritmos que permitan la deducción automática de todas las *consecuencias* de cualquier sistema de premisas o de axiomas.

Es, por otra parte, significativo que la más famosa declaración de fe leibniziana sobre la posibilidad de la aritmetización de todas las consecuencias — «*J'ai même trouvé une chose étonnante, c'est qu'on peut représenter par les Nombres toutes sortes de vérités et conséquences*» — se encuentre en el mismo contexto — y, más precisamente en el mismo opúsculo — donde Leibniz lleva a cabo una aproximación entre el razonamiento de los matemáticos y el de los juristas: «*Les hommes ont su quelque chose du chemin pour arriver à la certitude: la logique d'Aristote et des Stoïciens en sont la preuve, mais surtout l'exemple des Mathématiciens, et je puis ajouter celui des Jurisconsultes romains, dont plusieurs raisonnements dans les digestes ne diffèrent en rien*

forma muy sencilla los mecanismos de respuesta del ordenador sobre las consecuencias deónticas y jurídicas de cualesquiera condiciones o situaciones fácticas propuestas por el usuario, como lo vienen demostrando las experiencias realizadas sobre mi sistema en el *Istituto per la Documentazione Giuridica* del CNR en Florencia por el equipo de investigación dirigido por el prof. Antonio A. Martino<sup>77</sup>.

13. La codificación numérica a este nivel permite también, como ya he indicado en trabajos anteriores<sup>78</sup>, identificar y clasificar todos los componentes lógicos elementales (ya se trate de condiciones determinantes o de hechos/acciones determinados) de un sistema normativo con arreglo a la coordenada numérica asociada al componente considerado en cada una de las redes numéricas en que éste figura, lo que equivale, en la práctica, a asociar a cada componente un par de coordenadas, tales que la primera coordenada de cada par identifica una de las redes en que figura el componente dado y la segunda precisa el número asociado a éste en dicha red. Se trata, en cierto modo de un «thesaurus» more mathematico.

14. A su vez, la aplicación de nuestro método de codificación numérica al segundo nivel — el de las normas inanalizadas — permite memorizar las distintas redes de consecuencias normativas — o, más precisamente, de relaciones de dependencia o implicación lógica entre normas — que componen un sistema normativo, en forma de redes de números característicos asociados a las distintas normas.

15. A este nivel, resulta posible reflejar en el modelo matemático el aspecto esencialmente temporal y dinámico del Derecho, en continua transformación, en la medida en que, a partir de la representación aritmética de cada red de consecuencias normativas de un sistema normativo, en un momento dado, es posible representar aritméticamente las consecuencias lógicas de cada nueva promulgación o derogación, reflejando adecuadamente, tanto para las promulgaciones como para las derogaciones, la posible indeterminación inicial de sus consecuencias lógicas, magistralmente revelada y explicada por Carlos E. Alchourrón en su luminosa ponencia<sup>79</sup> al reciente Congreso «Logica, Informatica, Diritto», celebrado en Florencia en el mes de abril de 1981; y para resolver dicha indeterminación, con arreglo a los criterios de ordenación jerárquica de las normas y los conjuntos de normas, propuestos por el jurista y lógico argentino<sup>80</sup>, se proponen también los algoritmos adecuados.

---

d'une démonstration» («Projet et Essai pour arriver à quelque certitude pour finir une bonne partie des disputes et pour avancer l'art d'inventer», *PHIL.*, IV, 12, e, 9-13, en *LEIBNIZ, Opusculés*, p. 175).

77. Véase BIAGIOLI et al., 1982, DINI, 1982 y MARTINO, 1982.

78. Véase SÁNCHEZ-MAZAS, 1982, 176, § 3.

79. ALCHOURRÓN, 1981, a).

80. *Ibid.* y ALCHOURRÓN and MAKINSON, 1981 c).

B. *La teoría de los sistemas deductivos según Alfred Tarski, su modelo aritmético y su aplicación a los sistemas normativos*

El objetivo que nos proponemos ahora es el de precisar — en el marco de la concepción de Alfred Tarski — el sentido y las propiedades de algunos conceptos importantes de la *metodología de las ciencias deductivas*, que suele denominarse generalmente, desde David Hilbert, *metamatemática*, a veces *teoría de la demostración*, así como *metalógica* o *sintaxis lógica y semántica de las ciencias deductivas*.

A lo largo de toda su obra, Tarski ha utilizado indiferentemente las expresiones arriba mencionadas, atribuyendo a las mismas un sentido idéntico o muy análogo y admitiendo, en cualquier caso, su intercambiabilidad práctica para designar la esfera de problemas de la que vamos a ocuparnos.

Las *teorías deductivas* constituyen el campo de investigaciones de la *metamatemática* del mismo modo que las *entidades espaciales* constituyen el campo de investigaciones de la *geometría*.

Desde el punto de vista metamatemático, consideramos estas *teorías* como *conjuntos de proposiciones*.

Estas *proposiciones* — o, más precisamente, siguiendo una sugerencia de Stanislaw Lesniewski, *proposiciones dotadas de sentido*, son consideradas como *objetos concretos*, a saber, como *inscripciones de forma bien definida*.

‘S’ representará aquí el *conjunto de todas las proposiciones*.

A partir de un *conjunto cualquiera X* de *proposiciones* y con ayuda de ciertas operaciones llamadas *reglas de inferencia* se obtienen *nuevas proposiciones*.

Estas últimas serán denominadas *consecuencias del conjunto X*.

‘Cn(X)’ representará el *conjunto de todas las consecuencias del conjunto X*.

Una definición exacta de los conceptos de *proposición* y de *consecuencia* sólo puede ser establecida, desde una perspectiva *metamatemática*, cuando ésta se propone como objeto de investigación *una teoría formalizada concreta*.

*Representación aritmética de los conceptos introducidos*

— Cada proposición será representada por un número natural o entero positivo

— El conjunto S de todas las proposiciones será representado por un conjunto finito o infinito numerable — de acuerdo con el Axioma I de Tarski que enunciamos a continuación — de números naturales o enteros positivos. Este conjunto numérico asociado a S debe cumplir las siguientes condiciones de cierre o clausura:

- a) todo supremo – mínimo compuesto binario común – de números del conjunto pertenece también al conjunto;
- b) todo ínfimo – máximo componente binario común – de números del conjunto pertenece también al conjunto;
- c) todo complementario de un número del conjunto – diferencia entre el supremo de todos los números de éste y el número dado – pertenece también al conjunto.

— Todo conjunto  $X$  de proposiciones quedará representado por un subconjunto finito o infinito numerable del conjunto numérico anteriormente mencionado asociado a  $S$ .

— Las operaciones lógicas denominadas 'reglas de inferencia', que definiremos más adelante de acuerdo con la teoría tarskiana de los sistemas deductivos, serán representadas o traducidas por las operaciones aritméticas que precisaremos.

— El conjunto  $C_n(X)$  de todas las consecuencias de un conjunto  $X$  de proposiciones será representado por el conjunto de todos los componentes binarios del supremo – mínimo compuesto binario común – de todos los números asociados a proposiciones del conjunto  $X$ .

### C. Explotación informática del modelo

Utilizamos los programas informáticos «Calculus Ratiocinator II» y «Calculus Consequentiarum II», concebidos y realizados en principio para el ordenador de mesa Hewlett-Packard 9815, pero adaptables, naturalmente a ordenadores más potentes, respectivamente para calcular los números característicos asociados, en tanto que coordenadas, en una red numérica binaria, a los diferentes componentes de una red deóntica o jurídica cualquiera y a las funciones lógicas de estos componentes y para deducir o verificar, mediante cálculos aritméticos, fundándonos en la asociación mencionada, las consecuencias deónticas o jurídicas de cualquier situación deónticamente o jurídicamente determinante en dicha red.

En relación con otros programas matemáticos elaborados en trabajos precedentes para los sistemas normativos, el programa «Calculus Consequentiarum II» expuesto en mi trabajo de 1982 antes mencionado presenta algunos perfeccionamientos esenciales.

Entre estos perfeccionamientos, los más importantes se refieren a los algoritmos o tests aritméticos sucesivos a los que es preciso someter los números característicos o coordenadas de los diferentes casos o situaciones hipotéticas, formadas por conjunciones teóricamente posibles de condiciones, para decidir (o para que el ordenador decida):

- a) si el caso o situación presentada al ordenador bajo forma numérica (a través de sus coordenadas) y aritméticamente tratada es deónticamente o ju-

rídicamente determinante de una consecuencia (necesidad deóntica u obligación, imposibilidad deóntica o prohibición, posibilidad deóntica o permisión, etc.);

b) en el caso en que la respuesta a la cuestión precedente sea afirmativa, cuál es precisamente la consecuencia de la situación considerada.

Es cierto que en los trabajos precedentes ya había establecido el algoritmo o test aritmético que permite al ordenador detectar o denunciar automáticamente toda contradicción o incompatibilidad entre las condiciones que definen una situación propuesta, así como los algoritmos o tests aritméticos que permiten verificar, para toda situación que se haya revelado determinante el carácter positivo o negativo de la consecuencia implicada en el situación.

Pero ahora hemos agregado a los tests precitados dos nuevos tests, igualmente aritméticos, por los que el ordenador puede responder, mediante el cálculo, a las dos cuestiones siguientes:

a) si la situación propuesta es redundante o, si se quiere, si una de las condiciones que la componen es superflua, una vez dadas las anteriores, por no ser independiente de éstas últimas;

b) si la situación propuesta no es determinante, es decir, si la conjunción de las condiciones que la componen no es suficiente para entrañar con certeza una consecuencia deóntica o jurídica, pidiéndose entonces que se agreguen nuevas condiciones.

El orden de sucesión de los tests aritméticos de aplicación de los algoritmos queda ahora precisado y permanecerá esencialmente invariable, sea la que fuere la red deóntica tratada.

El organigrama siguiente muestra ese orden de sucesión en su aplicación concreta a la red deóntica número I, correspondiente a la capacidad para contraer matrimonio con arreglo a la edad en el Código civil suizo. La forma del organigrama sería idéntica para cualquier otra red deóntica. Solamente cambiarían los números fundamentales de la red: número de la contradicción, número de la consecuencia positiva (aquí matrimonio lícito) y número de la consecuencia negativa (aquí matrimonio ilícito), que ya no serían 8.191, 8.042 y 447, sino otros distintos.

#### NOTA COMPLEMENTARIA (julio de 1983)

En los meses transcurridos desde las Jornadas de Lógica e Informática Jurídica de Palma de Mallorca, los modelos aritméticos de los sistemas normativos de los que ofrezco una sucinta muestra en estas páginas han venido conociendo, por una parte, un notable desarrollo, dirigido tanto a una mayor universalidad como a una mayor eficacia práctica, y, por otra, han

venido siendo objeto de análisis teóricos y verificaciones experimentales, realizados, respectivamente, en Estados Unidos y en Italia.

Así, por ejemplo, en el 3<sup>er</sup> Congreso Internacional de Informática Jurídica, organizado en Roma por el Centro Electrónico de Documentación de la Corte Suprema de Casación italiana entre el 9 y el 14 de mayo último, una de las sesiones del mismo, presidida por el Profesor Antonio A. Martino, Director del Instituto para la Documentación Jurídica del Consejo Nacional de Investigaciones de Italia, estuvo prácticamente dedicada a una discusión general, teórica y práctica, relacionada con esos modelos y fundada en tres ponencias presentadas al Congreso:

1) mi ponencia *Sistemas normativos, sistemas de Bertalanffy y redes numéricas binarias*, en la que propongo una versión más universal que las precedentes de mis modelos, aplicable a todo tipo de sistemas normativos, completos o incompletos, coherentes o incoherentes y cualquiera que sea su estructura, capaz de traducir mediante números característicos todos los estatutos deónticos posibles de una acción o conducta en un caso o situación dada, es decir, las seis soluciones o estatutos fuertes y los seis estatutos débiles opuestos;

2) la ponencia *Two modes of representing sets of legal norms: normalization and an arithmetic model* del Profesor Layman E. Allen, Director del Departamento Jurídico de la Universidad de Michigan (Ann Arbor, USA), cuyo objetivo es someter a un análisis paralelo y a una comparación sistemática, por un lado, la versión arriba esbozada de mi modelo aritmético de los sistemas normativos y, por otro, su propio lenguaje normalizado, para mostrar las profundas analogías estructurales y equivalencias de ambos procedimientos;

3) la ponencia *Un modello automatico per l'analisi dei sistemi normativi: una proposta sperimentale*, presentada por un grupo de investigadores italianos, dirigido por el Profesor Antonio A. Martino y compuesto, además del mismo, por el Doctor Carlo Biagioli, el Profesor Gilberto Dini, la Doctora Paola Mariani Biagini, la Doctora Fiorenza Socci Natali, la Doctora Daniela Tiscornia y el Doctor Giuseppe Trivisonno, dedicado, desde hace unos años, a la experimentación y desarrollo informático de mis modelos en el Instituto para la Documentación Jurídica de Florencia.

Un mes más tarde, el 6 de junio último, pronuncié en el Seminario *Droit et Informatique*, dirigido en la Universidad de Friburgo (Suiza) por el Profesor Paul-Henri Steinauer, Catedrático de Derecho Civil de dicha Universidad y conocido especialista en Lógica e Informática Jurídica, una conferencia titulada *Un langage arithmétique pour l'analyse logique et l'informatisation des systèmes de normes* (que será publicada en una revista suiza), en la cual desarrollaba nuevas perspectivas de mis modelos aritméticos.

Finalmente, el 29 de junio inicié con el grupo de investigadores del IDG de Florencia, arriba mencionado, un plan de colaboración, crítica recíproca y comparación de nuestros respectivos puntos de vista para un análisis auto-

mático de la legislación italiana a través de los repetidos modelos, que se realizará mediante una serie de Seminarios por mí dirigidos, el primero de los cuales tuvo lugar los días 29 y 30 de junio sobre el tema *Costruzione di un modello aritmetico per l'analisi logica, la codificazione numerica, la memorizzazione e il trattamento informatico dei sistemi normativi*.

En este Seminario (cuyo memorandum, en italiano, está a disposición de quien me lo solicite), mostré, entre otros desarrollos teóricos y prácticos, el modo de generalizar el concepto leibniziano de número característico, que vengo utilizando desde hace bastantes años, y los cálculos en él fundados, a las sucesiones ordenadas de números, de tal forma que se sigan cumpliendo las propiedades algebraicas características de aquéllos. Esta generalización trae consigo la ventaja práctica sumamente importante desde el punto de vista informático de permitir reducir a voluntad el tamaño máximo de los números necesarios para representar aritméticamente redes deónticas de cualesquiera dimensiones, de forma que «quepan» en el ordenador.

El próximo Seminario de este tipo tendrá lugar, siempre en Florencia, a fines del próximo mes de septiembre.

#### BIBLIOGRAFIA

ADORNO, Theodor W.:

1973 *Negative Dialektik. Jargon der Eigentlichkeit*, Frankfurt, Suhrkamp.

1979 (ADORNO, Theodor W., POPPER, Karl R. et al.) *De Vienne à Francfort. La querelle allemande des sciences sociales*, Bruxelles, Editions Complexe. (*Der Positivismusstreit in der deutschen Soziologie*, traducción francesa).

AGAZZI, Evandro:

1981 Editor, *Modern Logic. A Survey. Historical, Philosophical and Mathematical Aspects of Modern Logic and its Applications*, Dordrecht-Boston-London, Reidel.

ALCHOURRÓN, Carlos E.:

1971 (ALCHOURRÓN, Carlos E. and BULYGIN, Eugenio) *Normative Systems*, Viena-New York, Springer.

1974 (ALCHOURRÓN, Carlos E. y BULYGIN, Eugenio) *Introducción a la Metodología de las Ciencias Jurídicas y Sociales*, Buenos Aires, Astea. (*Normative Systems*, traducción española).

1978 (ALCHOURRÓN, Carlos E. e BULYGIN, Eugenio) *Un modello per la dinamica dei sistemi normativi*, in *Logica, informatica, diritto*, a cura di A. A. Martino, E. Maretti, C. Ciampi, Firenze, Le Monnier, tomo 2, 133-145.

1981 a) *Normative Order and Derogation*, in *Pre-Proceedings of the International Study Congress on Logic, Informatics, Law*, Florence, 6-10 April 1981. Florence, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Documentazione Giuridica, 99-119.

- 1981 b) (ALCHOURRÓN, Carlos E. and BULYGIN, Eugenio) *The Expressive Conception of Norms*, in HILPINEN, Risto (editor), *New Studies in Deontic Logic. Norms Actions and the Foundations of Ethics*, Dordrecht-Boston-London, Reidel, 95-124.
- 1981 c) (ALCHOURRÓN, Carlos E. and MAKINSON, David) HILPINEN, Risto (editor), *New Studies in Deontic Logic. Norms, Actions and the Foundations of Ethics*, Dordrecht-Boston-London, Reidel, 125-148.

AUSTIN, John:

- 1885 *On the Uses of the Study of Jurisprudence*, in AUSTIN, John, *Lectures on Jurisprudence or the Philosophy of Positive Law*, London, John Murray, vol. II, 1071-1091.

BECKER, Oscar:

- 1952 *Untersuchungen über den Modalkalkül*, Meisenheim-Glan, Anton Hain.

BERGSON, Henri:

- 1932 *Les deux sources de la morale et de la religion*, Paris, Alcan.

BERTALANFFY, Ludwig von:

- 1973 *Théorie générale des systèmes* (1968), Paris, Dunod.

BIAGIOLI, Carlo:

- 1982 (BIAGIOLI, Carlo, SOCCI NATALI, Fiorenza, SPINOSA, Pier Luigi and TRIVISONNO, Giuseppe) *Experiments on the «model» of Sánchez-Mazas*, in MARTINO, A. A. (editor), *Deontic Logic, Computational Linguistics and Legal Information Systems*, Amsterdam-New York-Oxford. North-Holland, vol. II, 215-226.

BOBBIO, Norberto:

- 1960 *Teoria dell'ordinamento giuridico*, Torino.
- 1981 *Kelsen e il problema del potere*, «Rivista Internazionale di Filosofia del Diritto», LVIII, 549-570.

BOCHENSKI, J.M.:

- 1981 *The General Sense and Character of Modern Logic*, in AGAZZI, Evandro (editor), *Modern Logic. A Survey. Historical Philosophical and Mathematical Aspects of Modern Logic and its Applications*, Dordrecht-Boston-London, Reidel, 3-14.

CHOMSKY, Noam:

- 1976 (CHOMSKY, Noam y FOUCAULT, Michel) *La naturaleza humana ¿Justicia o poder?*, introducción de Manuel Garrido, versión castellana de Ana Sánchez, Valencia, Revista «Teorema».

DAVID, Aurel:

- 1968 *La recherche documentaire automatique appliquée au Droit*, «Revue internationale de Droit Comparé», 629-245.

DI BERNARDO, Giuliano:

- 1977 Editor, *Logica Deontica e Semantica*, Actas de la Conferencia de Bielefeld, República Federal de Alemania, 17-22 de marzo de 1975, Bolonia, Il Mulino.

DINI, Gilberto:

- 1982 *A modified version of an arithmetic model for legal informatics of Sánchez-Mazas*, in MARTINO, A.A. (editor), *Deontic Logic, Computational Linguistics and Legal Information Systems*, Amsterdam-New York-Oxford, North-Holland, vol. II, 205-214.

ECHVERRÍA, Javier:

- 1983 (ECHVERRÍA, Javier y GÓMEZ PIN, Victor) *Límites del matema y del inconsciente*, Madrid, Taurus (en prensa, aparecerá en febrero de 1983).

EUGENE, J.:

- 1981 *Aspects de la théorie générale des systèmes. Une recherche des universaux*, préface de R. Lataret, Paris, Maloine.

FEYERABEND, Paul:

- 1975 *Against method. Outline of an Anarchist Theory of Knowledge*, London, Lowe & Brydone.

GARDIES, Jean-Louis:

- 1973 *Logique déontique et théorie générale des fonctions complétives*, «Logique et Analyse», 143-220.

GÓMEZ PIN, Victor:

- 1978 *Ciencia de la Lógica y Lógica del sueño* (con apéndice de Javier ECHVERRÍA), Madrid, Taurus.

HERNÁNDEZ GIL, Antonio:

- 1971 *Metodología de la Ciencia del Derecho*, 2 volúmenes, Madrid.  
1973 (HERNÁNDEZ GIL, Antonio y otros) *Estructuralismo y Derecho*, Madrid, Alianza Editorial.  
1981 *Problemas epistemológicos de la Ciencia Jurídica*, Madrid, Civitas.

HILPINEN, Risto:

- 1971 Editor, *Deontic Logic: Introductory and Systematic Readings*, Dordrecht, Reidel.  
1981 Editor, *New Studies in Deontic Logic. Norms, Actions and the Foundations of Ethics*. Dordrecht-Boston-London, Reidel.

HILTON, Peter J.:

- 1973 *Le langage des catégories*, préface de Papy, traduit de l'anglais par J.-C. Matthys, Paris-Lyon, CEDIC.

HOTTOIS, G.:

- 1980 *L'itinéraire déontique de G.H. von Wright*, «Dialectica», vol. 34, No 1, 61-87.

HUME, David:

- 1898 *A Treatise of Human Nature*, London, Longmans, Green and Co. (2 tomos). La primera edición es de 1739.

KALINOWSKI, Georges:

- 1953 *Théorie des propositions normatives*, «Studia Logica», I, 147-182; reproducido, con modificaciones, en KALINOWSKI, Georges, *Etudes de Logique Déontique*, I, 1953-1969, Paris, Librairie Générale de Droit et de Jurisprudence, 1972, 19-53.
- 1966 *De la spécificité de la logique juridique*, «Archives de Philosophie du Droit», XI, 7-23.
- 1969 *Querelle de la science normative: une contribution à la théorie de la science*, Paris, Librairie Générale de Droit e de Jurisprudence.
- 1972 *La logique des normes*, Paris, Presses Universitaires de France.
- 1974 *Sur un nouveau système de logique déontique: à propos de «Logique déontique et théorie générale des fonctions complétives» de J.L. Gardies*, «Logique et Analyse», N.S., 343-387.
- 1980 *Sobre las semánticas de los mundos posibles para los sistemas de lógica déontica*, «Teorema», X, 4, 307-325.

KELSEN, Hans:

- 1953 *Théorie pure du Droit, Introduction à la Science du Droit* traduit de l'allemand par Henry Thévenaz, Neuchâtel, Editions de la Baconnière.
- 1982 *¿Qué es la justicia?*, Barcelona, Caracas-México, Ariel. (*What is justice? Justice, Law and Politics in the Mirror of Science*, traducción castellana de Albert Cal-samiglia).

KUHN, Thomas S.:

- 1970 *The Structure of Scientific Revolutions*, Second Edition, Enlarged, International Encyclopedia of Unified Science, Chicago-Londres, University of Chicago Press.
- 1974 *Second Thoughts on Paradigms*, in SUPPE, Frederick (editor), *The Structure of Scientific Theories* (simposio celebrado en Urbana, Estados Unidos, 26-29 de marzo de 1969), Urbana, University of Illinois Press, 459-499; discusión 500-517.

LAKATOS, Imre:

- 1968 *Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes*, in *Proceedings of the Aristotelian Society*, vol. 69, 149-186.

LEIBNIZ, G. W.:

- 1671 *Elementa Juris Naturalis*, in: *Sämtliche Schriften und Briefe*, hrsg. von der Preussischen Akademie der Wissenschaften, Darmstadt, Otto Reichl., 6 Reihe, 1 Band, 1930, 465-485.

LÉVI-STRAUSS, Claude:

- 1959 *Anthropologie structurale*, Paris, Plon (réimpr. 1980).
- 1971 *L'homme nu (Mythologiques 4)*, Paris, Plon.
- 1973 *Anthropologie structurale deux*, Paris, Plon.

1978 *Criterios científicos en las disciplinas sociales y humanas* (respuesta a una encuesta de la Conferencia General de la UNESCO), Valencia Revista «Teorema».

(*Critères scientifiques dans les disciplines sociales et humaines*, traducción castellana de Francisca Castilla Rosero, introducción de José Rubio Carracedo).

LOEVINGER, L. J.:

1954 *Una introducción a la lógica Jurídica*, traducción y prólogo de José Puig Brutau, Barcelona, Bosch (*An Introduction to Legal Logic*, «Indiana Law Journal», 27, 1952).

LOSANO, Mario G.:

1969 *Giusecibernetica. Macchine e modelli cibernetici nel diritto*, Torino, Einaudi.

1982 *Introducción a la Informática Jurídica*, traducción y presentación de Manuel Atienza, Palma de Mallorca, Facultad de Derecho.

MARTINO, A. A.:

1978 (MARTINO, A. A., MARETTI, E. e CIAMPI, C., editores) *Logica, Informatica, Diritto*, Firenze, Le Monnier (2 tomos).

1982 *Introduction to the comment on the model of Sánchez-Mazas*, in MARTINO, A. A. (editor), *Deontic Logic, Computational Linguistics and Legal Information Systems*, Amsterdam-New York-Oxford, North-Holland, vol. II, 203-204.

MUGUERZA, Javier:

1970 «Es» y «debe». *En torno a la lógica de la falacia naturalista*, in *Teoría y Sociedad*, homenaje al Profesor Aranguren, ensayos Sánchez de Zavala, Barcelona, Ariel.

PÉREZ LUÑO, Antonio-Enrique:

1976 *Cibernética, Informática y Derecho*, Studia Albornotiana, 28, Bolonia, Colegio de España.

POPPER, Karl R.:

1973 *La logique de la découverte scientifique*, préface de Jacques Monod, Paris, Payot (*The logic of scientific discovery*, London, 1959, traducción francesa).

1978 *La connaissance objective*, Paris, Presses Universitaires de France (tres primeros capítulos de *Objective knowledge*, London, 1972).

1979 *La société ouverte et ses ennemis*, Paris, Seuil. (*The open society and its enemies*, edición francesa ampliada).

1980 *La démarcation entre la science et la métaphysique*, in JACOB Pierre (editor), *De Vienne à Cambridge. L'héritage du positivisme logique de 1950 à nos jours*, Paris, Gallimard, 121-176.

SÁNCHEZ-MAZAS, Miguel:

1963 *Fundamentos matemáticos de la Lógica Formal* (Premio Menendez Pelayo del C.S.I.C.), Caracas, Universidad Central de Venezuela.

1973 *Cálculo de las normas*, Barcelona, Ariel.

- 1974 a) *L'arithmétisation du langage juridique et le fonctionnement d'un ordinateur*, «Archives de Philosophie du Droit», tome XIXI, (Le langage du Droit), 291-313.
- 1974 b) *De la Jurimetria a la Informatica Jurídica actual*, «Sistema», 6, 17-30.
- 1978 *Modelli aritmetici per l'informatica Giuridica*, in: MARTINO, A. A., MARETTI, E. e CIAMPI, C. (editores), *Logica, Informatica, Diritto*, Firenze, Le Monnier (2 tomos), 163p215.
- 1981 *Un método matemático para automatizar la documentación jurídica y la deducción de consecuencias jurídicas* (ponencia presentada a las II Jornadas Latinoamericanas de Informática Jurídica, Brasilia, 9-14 de agosto de 1981).
- 1982 *Algebraic and arithmetical translations of normative systems and applications to legal informatics*, in MARTINO, A. A. (editor), *Deontic Logic Computational Linguistics and Legal Information Systems*. Edited Versions of Selected Papers from the International Conference on «Logic, Informatics, Law», Florence, Italy, 1981, Amsterdam, North-Holland, vol. II, 169-201

STEINAUER, Paul-Henri:

- 1975 *L'informatique et l'application du Droit*, Fribourg, Editions Universitaires.
- 1979 *La logique au service du Droit: Etude de Logique contemporaine pour une meilleure communication de la pensée juridique*, Fribourg, Editions Universitaires.

SURMA, Stanislaw J.:

- 1981 *The Growth of Logic out of the Foundational Research in Mathematics*, in AGAZZI, Evandro (editor), *Modern Logic. A Survey, Historical, Philosophical and Mathematical Aspects of Modern Logic and its Applications*, Dordrecht-Boston-London, Reidel, 15-33.

TARSKI, Alfred:

- 1972 a) *Le concept de vérité dans les langages formalisés*, in TARSKI, Alfred, *Logique, sémantique, métamathématique (1923-1944)*, tome I, Paris, Armand Colin, 157-269. (*Der Wahrheitsbegriff in der formalisierten Sprachen*, «Studia Philosophica», 1936, traducción francesa).
- 1972 b) *Sur quelques concepts fondamentaux de la métamathématique*, *ibid.*, 35-43. (*Ueber einige fundamentale Begriffe der Metamathematik*, «Comptes rendus de la séance de la Société des Sciences et des Lettres de Varsovie», 1930, III, 22-29, traducción francesa).

VIEHWEG, Theodor:

- 1964 *Tópica y jurisprudencia*, traducción de Luis Diez Picazo, prólogo de Eduardo García de Enterría, Madrid, Taurus. (*Topik und Jurisprudenz*, Munich, 1963).
- 1966 *La «Logique moderne» du droit*, «Archives de Philosophie du Droit», XI, 207-209.

WIENER, Norber:

- 1948 *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Paris-Cambridge-New York.

WRIGHT, Georg H. Von:

- 1961 *Deontic Logic*, «Mind», 60, 1-15.
- 1981 a) *Problems and Prospects of Deontic Logic: A Survey*, in AGAZZI, Evando (editor), *Modern Logic. A Survey. Historica, Philosophical and Mathematical Aspects of Modern Logic and its Applications*, Dordrecht-Boston-London, Reidel, 399-423.
- 1981 b) *On the Logic of Norms and Actions*, in HILPINEN, Risto (editor), *New Studies in Deontic Logic. Norms. Actions and the foundations of Ethics*, Dordrecht-Boston-London, Reidel, 3-35.
- 1981 c) *Action Theory as a Basis for Deontic Logic*, Seminar on normative Structures of the Social World, Libera Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Metodologia, Teoria e Storia Sociale.
- 1982 *Norms, Truth and Logic*, in MARTINO, A. A. (editor), *Deontic Logic, Computational Linguistics and Legal Information Systems*. Edited Versions of Selected Papers from the International Conference on «Logic, Informatics, Law». Florence, Italy, 1981, Amsterdam, North-Holland, vol. II, 3-20.

WRÓBLEWSKI, Jerzy:

- 1981 *Kelsen, the Is-Ought Dichotomy and Naturalistic Fallacy*, «Revue Internationale de Philosophie», 35, 138, 508-517.

## SISTEMAS DEDUCTIVOS

(Tarski)

S = conjunto de *todas* las proposiciones

X = *cualquier* conjunto de proposiciones

A partir de X, se obtienen, mediante *reglas de inferencia*, nuevas proposiciones (consecuencias de X)

Cn (X) = *conjunto de todas las consecuencias* de X

### AXIOMAS

*Primer grupo: para todas las teorías*

- A. 1. — S es *finito* o infinito numerable  
Si X está incluido en S, entonces:
- A. 2. — X está incluido en Cn (X)  
Cn (X) está incluido en S
- A. 3. — Cn (Cn (X)) = Cn (X)
- A. 4. — Cn (X) es la reunión de todos los conjuntos de consecuencias de los subconjuntos finitos de X
- A. 5. — Hay una proposición z de X tal que:  
Cn ({z}) = S

*Segundo grupo: para las teorías que presuponen el cálculo proposicional*

- A. 6\*. — Si la proposición x pertenece a S y la proposición y pertenece a S, entonces:
- $x \rightarrow y$  (si x, entonces y) pertenece a S;  
 $\bar{x}$  (no-x) pertenece a S

(El conjunto S es *cerrado* respecto de las operaciones: *implicación material* y *negación*)

- A. 7\*. — Si  $\left\{ \begin{array}{l} X \text{ está incluido en S,} \\ y \text{ pertenece a S,} \\ z \text{ pertenece a S,} \\ (y \rightarrow z) \text{ pertenece a Cn (X),} \end{array} \right.$  entonces:  
z pertenece a Cn (X + {y}),

- A. 8\*. — Si  $\left\{ \begin{array}{l} X \text{ está incluido en S,} \\ y \text{ pertenece a S,} \\ z \text{ pertenece a S,} \\ z \text{ pertenece a Cn (X + \{y\}),} \end{array} \right.$  entonces:  
(y → z) pertenece a Cn (X)  
(teorema de la deducción)

- A. 9\*. — Si x pertenece a S, entonces:  
Cn ({x,  $\bar{x}$ }) = S  
(De un par de proposiciones *contradictorias* se deducen todas las proposiciones)

- A. 10\*. — Si x pertenece a S, entonces  
Cn ({x}) ∩ Cn ({ $\bar{x}$ }) = Cn (0)  
(Las *únicas consecuencias comunes* de dos proposiciones *contradictorias* son las del conjunto nulo de proposiciones, es decir, las *tautologías*)

(A. 8\* y A. 10\* sólo aplicables a teorías sin variables libres)

## PROPIEDADES METAMATEMÁTICAS DE LAS TEORÍAS

### DEFINICIONES

- 1) X es un *sistema deductivo* si está incluido en S  
y si:  $Cn(X) = X$   
(o sea si X coincide con el conjunto de sus consecuencias)
- 2) X e Y son *logicamente equivalentes* si están incluidos en S  
y si:  $Cn(X) = Cn(Y)$   
(o sea, si X e Y tienen las mismas consecuencias)
- 3) X es *consistente* si está incluido en S  
y si:  $Cn(X) \neq S$   
(o sea, si al menos una proposición no se deduce de X)
- 4) X es *completo* si está incluido en S  
y si, para todo conjunto consistente Y que incluye X:  $Cn(X) = Cn(Y)$
- 5) X es *independiente* si está incluido en S  
y si, para todo conjunto Y equivalente a X e incluido en X:  $X = Y$
- 6) Y es una *base axiomática* de X si es independiente y finito  
y si:  $Cn(X) = Cn(Y)$

### TEOREMAS IMPORTANTES

- T. 9\*. — X es *consistente* si y solo si:  
X está incluido en S, y  
no existe una proposición y de S tal que  
    { y pertenece a  $Cn(X)$ , e  
    {  $\bar{y}$  pertenece a  $Cn(X)$   
(es decir, si de X no se deducen proposiciones contradictorias)
- T. 10\* — X es *completo* si y solo si:  
X está incluido en S, y  
para toda proposición y de S:  
    { o bien y pertenece a  $Cn(X)$   
    { o bien  $\bar{y}$  pertenece a  $Cn(X)$   
(es decir, si de X se deduce al menos una de cada 2 proposiciones contradictorias)
- T. 13\*. — Si X está incluido en S,  
y será una *consecuencia* de X  
si y solo si y pertenece a S  
y  $X + \{y\}$  no es consistente

TRADUCCIÓN ARITMÉTICA DE LOS CONCEPTOS  
DE LA TEORÍA DE LOS SISTEMAS DEDUCTIVOS  
PARA S FINITO

A cada <i>proposición</i> $x$ de $S$	<i>queda asociado</i>
Al <i>conjunto de todas las proposiciones</i>	un <i>número natural</i> $x$
$S = \{x_1, \dots, x_n\}$	el conjunto de números
A un <i>conjunto cualquiera</i>	$S = \{x_1, \dots, x_n\}$
$Y = \{y_1, \dots, y_m\}$	el conjunto de números
A la <i>conjunción lógica</i>	$Y = \{y_1, \dots, y_m\}$
$x_1 \wedge \dots \wedge x_n$	el <i>supremo</i> binario
de todas las proposiciones de $S$	$[x_1, \dots, x_n] = f$
	(mínimo compuesto binario común de todos los números de $S$ )
A la <i>negación</i> $\bar{x}$ de $x$	el número $f-x$
A la <i>disjunción</i> $x \vee y$	el <i>infimo</i> binario $(x, y)$
	(máximo componente binario común de $x$ e $y$ )
A la <i>condicional</i> $x \rightarrow y$	el número $(\bar{x}, y)$
A $C_n(X)$	el <i>conjunto</i> de todos los <i>componentes binarios</i> de $f$
A toda <i>proposición tautológica</i> $t$	el número $0$ ( <i>cero</i> )
A toda <i>proposición contradictoria</i> $f$	el número $f$ ( <i>supremo</i> de todos los números)
A la relación $x \rightarrow y$	la relación $(\bar{x}, y) = 0$
( $x$ <i>implica</i> $y$ )	o, lo que es lo mismo: $x : y$
	( $x$ es <i>compuesto binario</i> de $y$ )
	o también: $y x$
	( $y$ es <i>componente binario</i> de $x$ )
A la relación $\vdash x \leftrightarrow y$	la relación $x = y$
( $x$ es <i>equivalente</i> a $y$ )	( $x$ es <i>igual</i> a $y$ )
A toda <i>proposición atómica</i>	$2^i$
$a_i$	
(tal que, para todo $x$ ,	
$\vdash x \rightarrow a_i$ o $\vdash x \rightarrow \bar{a}_i$ )	
A toda <i>proposición saturada</i>	$f-2^i$
$s_i$	
(tal que, para todo $x$ ,	
$\vdash s_i \rightarrow x$ o $\vdash s_i \rightarrow \bar{x}$ )	

## TRADUCCIÓN ARITMÉTICA DE LAS DEFINICIONES DE LAS PROPIEDADES METAMATEMÁTICAS

Sean  $[x_i]$  e  $[y_i]$  respectivamente el *supremo de todos los números*  $x_i$  asociados a proposiciones de un conjunto  $X$  y el *supremo de todos los números*  $y_i$  asociados a proposiciones de un conjunto  $Y$ .

- 1)  $X$  es un *sistema deductivo*:  
si todo componente binario de  $[x_i]$  pertenece a  $X$
- 2)  $X$  es *lógicamente equivalente* a  $Y$ :  
si  $[x_i] = [y_i]$
- 3)  $X$  es *consistente*:  
si  $[x_i] \neq f$
- 4)  $X$  es *completo*:  
si para todo  $Y$  tal que  $[y_i] \neq f$  que incluye a  $X$ ,  $[x_i] = [y_i]$
- 5)  $X$  es *independiente* si para todo  $Y$  incluido en  $X$  tal que  $[x_i] = [y_i]$ :  $X = Y$
- 6)  $Y$  es una *base axiomática* de  $X$  si  $Y$  es independiente y finito y si:  $[x_i] = [y_i]$

### CASO, SOLUCIÓN, ENUNCIADO NORMATIVO CONJUNTO NORMATIVO y SISTEMA NORMATIVO (según Alchourrón y Bulygin)

CASO = toda *circunstancia* o *propiedad relevante* para una *solución* (normativa o jurídica) y todo *compuesto* veritativo-funcional (*no tautológico ni contradictorio*) de tales *circunstancias*.

SOLUCIÓN = todo *enunciado deóntico* que *no sea deónticamente tautológico ni contradictorio* (ejemplos: OR — es obligatoria la restitución —, FR — es facultativa la restitución —) y todo *compuesto* veritativo-funcional (*no tautológico ni contradictorio*) de tales *enunciados*.

ENUNCIADO NORMATIVO = enunciado que *correlaciona* un caso con una *solución*.

CONJUNTO NORMATIVO = *conjunto de enunciados* entre cuyas *consecuencias* hay enunciados *normativos*.

SISTEMA NORMATIVO = *conjunto normativo* que es un *sistema deductivo* (o sea, que *contiene todas sus consecuencias*).

UN PROBLEMA NORMATIVO, EL SISTEMA NORMATIVO  
QUE LO RESUELVE Y EL MODELO ARITMÉTICO DE ÉSTE

*Problema: Obligación de restituir al propietario un bien inmueble adquirido de un enajenante a quien aquél no pertenecía. (Alchourrón y Bulygin)*

*Propiedades relevantes*

- TO = la enajenación ha sido a *titulo oneroso*
- ~ TO = la enajenación ha sido a *titulo gratuito*
- BFA = ha habido *buena fe del adquirente*
- ~ BFA = ha habido *mala fe del adquirente*
- BFE = ha habido *buena fe del enajenante*
- ~ BFE = ha habido *mala fe del enajenante*

*Soluciones posibles*

- OR = es obligatoria la restitución
- ~ OR = no es obligatoria la restitución

*Normas aplicadas*

(forman un sistema consistente, completo e independiente)

- $N_1 = TO \wedge FBA \wedge FBE \longrightarrow \sim OR$
- $N_2 = TO \wedge FBA \wedge \sim FBE \longrightarrow OR$
- $N_3 = TO \wedge \sim FBA \wedge FBE \longrightarrow OR$
- $N_4 = TO \wedge \sim FBA \wedge \sim FBE \longrightarrow OR$
- $N_5 = \sim TO \longrightarrow OR$

*Simplificación del sistema*

- $N^* = TO \wedge FBA \wedge FBE \longrightarrow \sim OR$
- $N^{**} = \sim TO \vee \sim FBA \vee \sim FBE \longrightarrow OR$

ARITMETIZACIÓN

<i>A la disyunción (proposición atómica)</i>	<i>queda asociado el número</i>	
TO v FBA v FBE	128	2 <sup>7</sup>
TO v FBA v ~ FBE	64	2 <sup>6</sup>
TO v ~ FBA v FBE	32	2 <sup>5</sup>
TO v ~ FBA v ~ FBE	16	2 <sup>4</sup>
~ TO v FBA v FBE	8	2 <sup>3</sup>
~ TO v FBA v ~ FBE	4	2 <sup>2</sup>
~ TO v ~ FBA v FBE	2	2 <sup>1</sup>
~ TO v ~ FBA v ~ FBE	1	2 <sup>0</sup>

De ésta asociación básica se deducen las siguientes:

- TO = 240                      ~ TO = 15
- BFA = 204                    ~ BFA = 51                      f = 255
- BFE = 170                    ~ BFE = 85

*Y las equivalencias  
del sistema:*

*se ven traducidas por  
las igualdades aritméticas:*

- TO  $\wedge$  FBA  $\wedge$  FBE  $\longleftrightarrow$  ~ OR    [240, 204, 170] = 254 = ~ OR
- ~ TO v ~ FBA v ~ FBE  $\longleftrightarrow$  OR    (15, 51, 85) = 1 = OR

Tenemos, pues, 1 y 254, respectivamente, como *números característicos* de OR y de ~ OR

SATISFACCIÓN DEL SISTEMA NORMATIVO  
POR EL MODELO ARITMÉTICO

*Normas*

*Relaciones aritméticas  
verdaderas que les corresponden:*

N <sub>1</sub> : TO $\wedge$ FBA $\wedge$ FBE $\longrightarrow$ $\sim$ OR	[240, 204, 170] = 254:254
N <sub>2</sub> : TO $\vee$ FBA $\vee$ $\sim$ FBE $\longrightarrow$ OR	[240, 204, 85] = 253:1
N <sub>3</sub> : TO $\vee$ $\sim$ FBA $\vee$ FBE $\longrightarrow$ OR	[240, 51, 170] = 251:1
N <sub>4</sub> : TO $\vee$ $\sim$ FBA $\vee$ $\sim$ FBE $\longrightarrow$ OR	[240, 51, 85] = 243:1
N <sub>5</sub> : $\sim$ TO $\longrightarrow$ $\sim$ OR	15:1

Habiendo convenido, pues, en el *tipo de modelo aritmético* que va a aplicarse a los *sistemas normativos*, toda la *información necesaria y suficiente* para transmitir al hombre o al ordenador una *descripción completa del sistema normativo anterior* queda sintetizada en los siguientes *números característicos* o *tarjetas de identidad lógica*, respectivamente, de *cuatro propiedades* o *circunstancias relevantes* y de la *proposición contradictoria*:

TO = 240	
BFA = 204	f = 255
BFE = 170	
OR = 254	

UN SISTEMA EXTRAIDO DEL CÓDIGO CIVIL SUIZO  
Y SU MODELO ARITMÉTICO

El *tipo de modelo* que acabamos de examinar admite *simplificaciones* y perfeccionamientos útiles cuando se trata de *sistemas más amplios* o *complicados*.

Sin entrar en los detalles de tales modificaciones examinemos, a grandes rasgos, la *aritmetización* y el *tratamiento informático* de un *sistema* de normas extraído del *Código civil suizo*.

Art. 96. 1. No pueden contraer matrimonio el *hombre* antes de los 20 años cumplidos y la *mujer* antes de los 18 años cumplidos.

2. Excepcionalmente, y por motivos de fuerza mayor, el *Gobierno cantonal* del lugar de domicilio puede, sin embargo, autorizar el matrimonio de un *hombre* de 18 años y de una *mujer* de 17 años si los padres o el *tutor* dan su *consentimiento*.

Art. 98. 1. El *menor de edad* no puede casarse sin el *consentimiento* del padre y de la madre o del *tutor*.

Un *análisis lógico* de este sistema y unos  *criterios de aritmetización* semejantes a los del caso anterior (con alguna variante simplificadora que no hace al caso) nos ha llevado al *modelo aritmético siguiente*:

<i>circunstancias o propiedades relevantes para la solución:</i>	<i>números asociados</i>
--	------------------------------

*La persona que desea contraer matrimonio:*

tiene 20 años cumplidos (o es mayor de edad)	8.188
no tiene 20 años cumplidos (o es menor)	3
tiene 17 años cumplidos	4.096
no tiene 17 años cumplidos	4.095
cuenta con el <i>consentimiento</i> paterno (o del tutor)	2.048
no cuenta con ese <i>consentimiento</i>	2.044
tiene 18 años cumplidos	6.016
no tiene 18 años cumplidos	124
es de sexo <i>femenino</i>	1.136
es de sexo <i>masculino</i>	908
cuenta con la <i>autorización</i> del gobierno cantonal	576
no cuenta con esa <i>autorización</i>	432

*Soluciones posibles:*

<i>puede casarse</i> (1, 4, 16, 128) = $\overline{149}$ =	8.042
<i>no puede casarse</i> (64, 512, 1.024, 2.048, 4.096) = $\overline{7.744}$ =	447

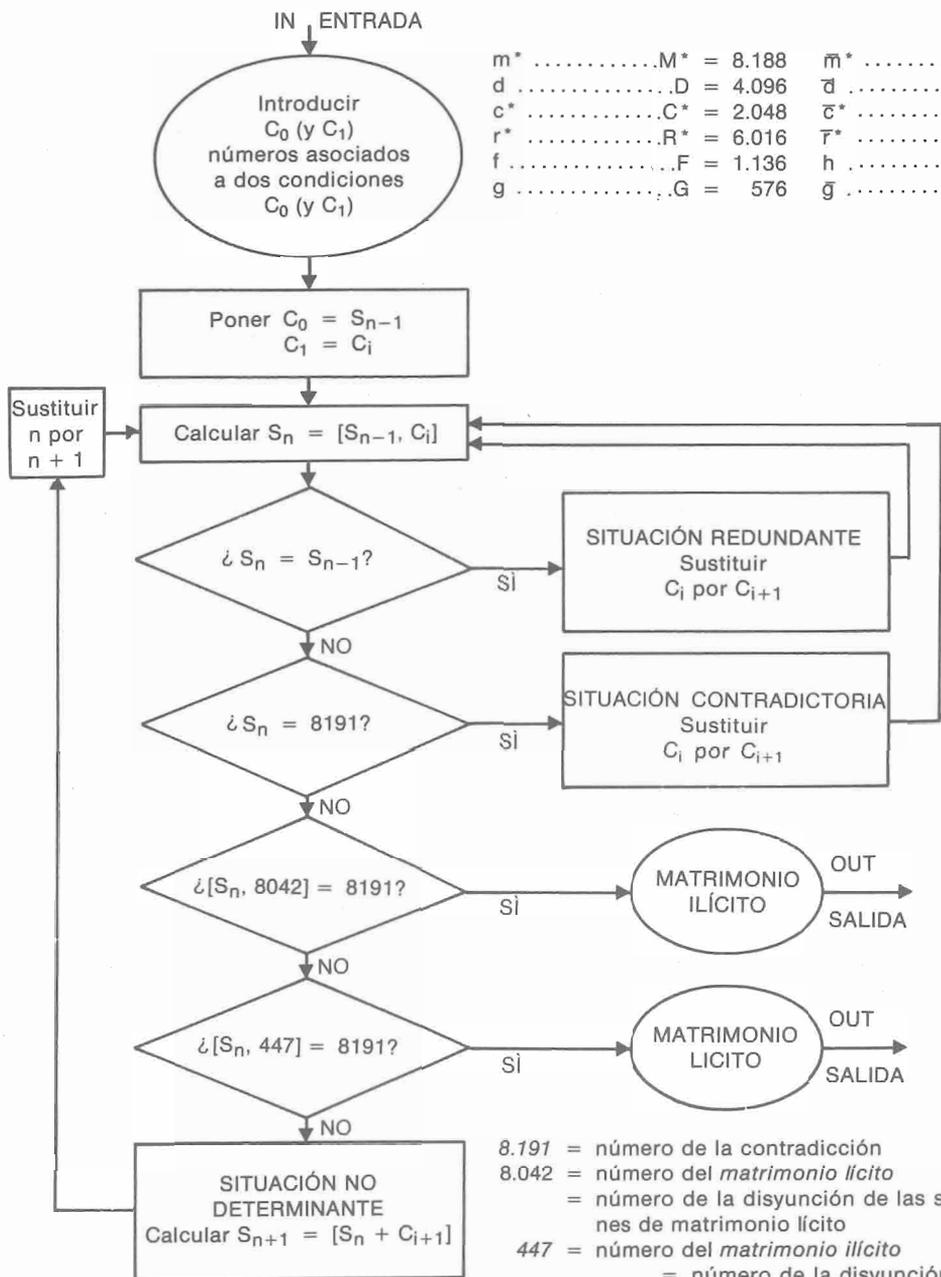
<i>proposición contradictoria</i>	8.191
-----------------------------------	-------

## ORGANIGRAMA

para el tratamiento informático de la red deóntica número 1:

Código Civil suizo: Capacidad de contraer matrimonio según la edad.

m* .....	M* = 8.188	m̄* .....	M̄* = 3
d .....	D = 4.096	d̄ .....	D̄ = 4.095
c* .....	C* = 2.048	c̄* .....	C̄* = 2.044
r* .....	R* = 6.016	r̄* .....	R̄* = 124
f .....	F = 1.136	h .....	H = 908
g .....	G = 576	ḡ .....	Ḡ = 432



8.191 = número de la contradicción  
 8.042 = número del *matrimonio lícito*  
 = número de la disyunción de las situaciones de matrimonio lícito  
 447 = número del *matrimonio ilícito*  
 = número de la disyunción de las situaciones de matrimonio ilícito

TEST DE UNA SITUACIÓN O CASO

RED DEONTICA  
NUMERO 1:  
CODIGO CIVIL  
SUIZO,  
ARTICULOS 96 Y  
98, PARRAFO 1

CAPACIDAD DE  
CONTRAER  
MATRIMONIO  
SEGUN LA EDAD

DIMENSIONES = 13  
NUMERO Z = 8191

ES MENOR DE EDAD

3

TIENE 17 AÑOS

4096

3

4096

4099

TEST { 4099  
8042  
8043 ≠ Z

TEST { 4099  
447  
8043 ≠ Z

LA PRECEDENTE SITUACIÓN NO  
ES DETERMINANTE, AÑADA NUE-  
VAS CONDICIONES

TIENE EL  
CONSENTIMIENTO  
DE SUS PADRES  
O DE SU TUTOR  
PARA CASARSE  
2048

4099

2048

6147

TEST { 6147  
8042  
8043 ≠ Z

TEST { 6147  
447  
6591 ≠ Z

LA PRECEDENTE SITUACIÓN NO  
ES DETERMINANTE, AÑADA NUE-  
VAS CONDICIONES

TEST DE UNA SITUACIÓN O CASO (CONTINUACIÓN)

1ª VARIANTE

NO TIENE 18 AÑOS CUMPLIDOS

124

6147

124

6271

TEST { 6271  
8042  
8063 ≠ Z

TEST { 6271  
447  
6655 ≠ Z

LA PRECEDENTE SITUACION NO ES DETERMINANTE, AÑADA NUEVAS CONDICIONES

ES DE SEXO FEMENINO

1136

6271

1136

7295

TEST { 7295  
8042  
8063 ≠ Z

TEST { 7295  
447  
7679 ≠ Z

LA PRECEDENTE SITUACIÓN NO ES DETERMINANTE, AÑADA NUEVAS CONDICIONES

EL GOBIERNO CANTONAL LA HA DECLARADO CAPAZ DE CONTRAER MATRIMONIO

576

7295

576

7807

TEST { 7807  
8042  
8063 ≠ Z

TEST { 7807  
447  
8191 = Z

TEST DE UNA SITUACIÓN O CASO (CONTINUACIÓN)

2ª VARIANTE

NO TIENE 18 AÑOS CUMPLIDOS

124

6147

124

6271

TEST { 6271  
8042  
8063 ≠ Z

TEST { 6271  
447  
6655 ≠ Z

LA PRECEDENTE SITUACIÓN NO ES DETERMINANTE, AÑADA NUEVAS CONDICIONES

ES DE SEXO MASCULINO

908

6271

908

7167

TEST { 7167  
8042  
8191 = Z

NO PUEDE CASARSE