



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMAS DE AUXILIO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL ÁMBITO JURÍDICO. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Autor:

Luis Julián Carrasquer Alonso

Director:

Dr. José Félix Muñoz Soro

Facultad de Derecho, Universidad de Zaragoza

Año 2018

ÍNDICE

LISTADO DE ABREVIATURAS	4
I. INTRODUCCIÓN: OBJETO Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO.....	5
II. EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS INFORMÁTICOS Y SU RELACIÓN CON EL DERECHO	7
III. LA DECISIÓN JURÍDICA EN EL CONTEXTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	11
1. LÓGICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y DECISIÓN JURÍDICA	11
1.1. La lógica clásica.....	12
1.2. Las lógicas informales.....	13
1.3. Lógica y derecho, la lógica deóntica.....	15
2. LA HEURÍSTICA JURÍDICA	16
IV. HERRAMIENTAS BASADAS EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL AUXILIO EN LA TOMA DE DECISIONES ...	19
1. REPRESENTACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y EL CONOCIMIENTO.....	20
2. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN A PARTIR DE DATOS DESESTRUCTURADOS.....	26
3. RAZONAMIENTO Y TOMA DE DECISIONES	31
3.1. Sistemas expertos	31
3.2. Redes neuronales.....	37
V. REFLEXIÓN FINAL.....	41
VI. BIBLIOGRAFÍA	44

LISTADO DE ABREVIATURAS

IA.....	Inteligencia artificial
WS.....	Web semántica
BD.....	<i>Big data</i>
SE.....	Sistemas expertos
RNA.....	Redes neuronales artificiales

I. INTRODUCCIÓN: OBJETO Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El presente Trabajo Fin de Grado va a examinar el estado de la cuestión en materia de aplicación de sistemas de auxilio para la toma de decisiones en el campo del derecho basados en la tecnología de la inteligencia artificial. Este es un campo en el que la evolución de los desarrollos teóricos es rápida y su aplicación práctica enorme.

Es de sobra conocido que la informática lleva tiempo instalada en el universo jurídico, utilizándose fundamentalmente para tareas de documentación y su importancia en términos de ahorro de tiempo y costes ha sido mayúscula. En la actualidad, las técnicas de documentación se han perfeccionado y han dado paso a nuevas herramientas capaces de afectar al núcleo de la actividad de los juristas, que no es otro que su capacidad para razonar y tomar decisiones.

Dentro del ámbito de la informática, las herramientas de la inteligencia artificial (IA) son una realidad novedosa que empieza a repercutir en la forma de trabajar de los expertos en derecho. Esta influencia de las nuevas tecnologías va a aumentar progresivamente por lo que resulta interesante realizar un análisis del estado de la cuestión de la materia. Además, el derecho es una ciencia social que no puede comprenderse al margen del rumbo que marca la sociedad en la que se inserta, donde las herramientas de la IA ya juegan un papel importante. Por esto, en primer lugar, se va a realizar un breve análisis de la evolución histórica de los sistemas informáticos y su influencia en el ámbito jurídico.

Tras este repaso histórico y antes de examinar las herramientas prácticas de IA de apoyo en la toma de decisiones, en este trabajo se ha creído conveniente hacer una mención a uno de los aspectos teóricos que más relevancia tienen a la hora de construir sistemas capaces de tomar decisiones. Así, uno de los problemas centrales de la IA es cómo representar el conocimiento de forma simbólica para poder producir resultados inteligentes. La lógica lleva siglos tratando de dar una solución a esta cuestión y ha sido utilizada por la IA desde sus orígenes.¹ Además de la lógica, las aplicaciones de la IA al campo del derecho deben tomar en consideración que este tiene una forma de razonar

¹ LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence in the 21st century*, Mercury Learning & Information, Dulles, Virginia, 2016, p. 24.

propia, estudiada por la filosofía y la teoría del derecho. Puede afirmarse que la IA y las teorías que estudian la decisión jurídica comparten un mismo problema: cómo se formaliza el pensamiento y se aplica en sistemas inteligentes.² Por tanto, con todo lo anterior, en el tercer epígrafe se comentará brevemente cómo se produce la toma de decisiones en el ámbito jurídico en el contexto de la inteligencia artificial, con especial mención al papel que desempeña la lógica.

Tras este repaso por el proceso de toma de decisiones, se discutirán las herramientas que la IA está desarrollando para ayudar en el mismo. Algunas de estas herramientas están ya siendo utilizadas en la práctica por profesionales en el campo del derecho y en otros ámbitos, mientras que otras son un futurible que puede materializarse en los próximos años.

Por último, en el epígrafe final se incluyen una serie de reflexiones personales acerca de los avances que la tecnología de la inteligencia artificial ayuda a implementar en el ámbito del derecho así como la problemática que tiene asociada.

² CASANOVAS, P., «Inteligencia Artificial y Derecho: a vuelapluma», en *Teoría y Derecho. Revista de Pensamiento Jurídico*, núm. 7, 2010, p. 10.

II. EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS INFORMÁTICOS Y SU RELACIÓN CON EL DERECHO

La relación entre la informática y las organizaciones ha sido muy estrecha desde los primeros pasos de la primera. Así, Jon Bing, un profesor de la Universidad de Oslo, analizó las distintas etapas de los sistemas de información en el seno de las organizaciones y merece destacarse por su relevancia. Tres son las etapas que distingue el profesor:³

1) La primera generación la componen los ordenadores centrales capaces de manejar grandes cantidades de datos que llevan utilizándose desde mediados del siglo XX.

2) Bing distingue una segunda generación donde los ordenadores personales e internet están plenamente difundidos lo que conlleva que el desarrollo de los procedimientos de las organizaciones pase a realizarse de forma electrónica mediante los documentos electrónicos.

3) La tercera generación la describe como aquella en la que los ordenadores son capaces de manejar conocimiento y es a la que se van a circunscribir las diferentes técnicas de la inteligencia artificial.

El concepto de inteligencia artificial tal y como lo conocemos en la actualidad surge a partir de diversos trabajos publicados por el matemático británico Alan Turing y otros científicos de las ciencias de la computación como Marvin Minsky o John McCarthy en la década de 1950. Sin embargo, el interés por encontrar las reglas que rigen el pensamiento humano se remonta a la lógica y la filosofía griega, varios siglos antes de Cristo.⁴ Por su parte, los trabajos en el campo de automatización podemos rastrearlos desde los ingenios de Herón de Alejandría en el siglo I a.C. hasta los avances de la Revolución Industrial, cuya característica principal consistió en la sustitución del trabajo manual por el realizado por máquinas.⁵ Desde la Revolución Industrial hasta

³ BING, J., «Three generations of computerized systems for public administration and some implications for legal decision-making», en *Ratio iuris*, vol. 3, núm. 2, 1990, pp. 219-236.

⁴ LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence...*, cit., pp. 25-36.

⁵ MUÑOZ SORO, J.F., «Documentos y firma electrónicos», en *Tecnología aplicada al ejercicio profesional*, Máster Universitario en Abogacía, Universidad de Zaragoza, 2017, p. 16.

nuestros días nuevos ámbitos se han visto afectados por la automatización gracias, en parte, a los avances en las ciencias de la computación y en el futuro se espera que esta automatización se amplíe a todavía mayores parcelas de actuación.

A la hora de definir qué es la inteligencia artificial encontramos muchas posibilidades. Para este trabajo hemos escogido la siguiente: la IA es «[...] aquella rama de la informática que intenta reproducir las funciones cognitivas humanas como el razonamiento, la memoria, el juicio o la decisión y, después, confiar una parte de estas facultades, que consideramos signos de inteligencia, a los ordenadores»⁶. Por su parte, el pionero Alan Turing consideraba que una máquina era inteligente si su comportamiento no podía ser diferenciado del comportamiento que exhibiría un ser humano y para detectar esa inteligencia desarrolló el conocido como «Test de Turing». Este concepto que tenía Turing acerca de lo que podía considerarse una máquina inteligente se basaba en una abstracción, puesto que no consideraba el funcionamiento interno de la máquina sino que sólo valoraba el resultado final, es decir, si era capaz de comportarse como un humano o no.

Los comienzos de la IA marcaron unos objetivos excesivamente ambiciosos que dieron paso a ciertas decepciones. Esta decepción inicial es más comprensible si se entiende bajo el prisma de la denominada «Ley de Amara» según la cual: «Tendemos a sobrestimar el efecto de una tecnología a corto plazo y subestimar el efecto a largo plazo»⁷. En 1973 James Lighthill publicó un informe peyorativo en el cual reprochaba a la IA su incapacidad para lidiar con la «explosión combinatoria»⁸. Junto a este informe, destaca por su influencia la crítica que Searle⁹ dirigió hacia el test de Turing afirmando que consideraba si una máquina era inteligente o no en función del resultado que

⁶ BOURCIER, D. y CASANOVAS, P., *Inteligencia Artificial y Derecho*, UOC, Madrid, 2003, p. 54.

⁷ «Don't write off the next big thing too soon», en *The Sunday Times*, 6 de noviembre de 2017. Roy Amara, investigador estadounidense, enunció esta ley en el último tercio del siglo XX. Recuperado de: [<http://www.thetimes.co.uk>]

⁸ LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence...*, cit., p.172 para el «informe Lighthill» y p. 18 para una explicación de la «explosión combinatoria». La explosión combinatoria se produce cuando el número de posibles estados que tiene un problema se vuelve tan elevado que no es posible resolverlo mediante únicamente la aplicación de la fuerza computacional de un ordenador. Por ejemplo, el número de posibles partidas de ajedrez diferentes que pueden disputarse es mayor que el número de átomos que hay en el universo, una cantidad enorme que hace inviable que ningún ordenador pueda analizar todas las posibilidades.

⁹ SEARLE, J.R., «Minds, brains and programs», en *The Turing Test*, Shieber (ed.), The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2004.

obtenía pero sin valorar el proceso interno que había desarrollado para llegar a ese resultado, como si fuera una caja negra.¹⁰

Estas decepciones iniciales sirvieron para que los investigadores buscaran nuevas orientaciones a la hora de desarrollar sistemas inteligentes. A partir de la década de 1980 ya puede hablarse de dos tendencias. Por un lado, la IA débil que concibe a cualquier sistema que aparentemente exhiba inteligencia como un ejemplo de inteligencia artificial, basándose únicamente en que la actuación del sistema sea correcta. Y, por otro lado, la corriente de la IA fuerte que afirma que para poder considerar a un sistema como inteligente sus actuaciones deben ser no solo inteligentes para un observador externo sino que deben basarse en las mismas metodologías utilizadas por los humanos. Es decir, la IA débil mide el éxito de un sistema en función de su actuación solamente mientras que la IA fuerte entra a valorar la estructura interna del mismo.

Ambas corrientes, la IA débil y la IA fuerte han tenido influencia en el desarrollo de sistemas para el derecho. Así, dentro de la corriente débil, en el campo del razonamiento y de la argumentación, Casanovas afirma que no hay que caer en la falacia mimética: «[...] no se trata de que ningún programa razone "como un jurista" o "como un juez", sino de que sus resultados puedan incardinarse de forma inteligente en las tareas cotidianas que realizan los jueces y abogados»¹¹. Por su parte, la IA fuerte tiene cabida en el trabajo jurídico mediante el desarrollo de sistemas de redes neuronales que imitan el funcionamiento del cerebro y que son utilizados en la recuperación documental o la minería de datos, entre otros.

Antes de analizar las herramientas de aplicación práctica que la IA ha desarrollado para el campo del derecho vamos a repasar los dos grandes paradigmas que rigen la construcción de estos artefactos tecnológicos. El primero de ellos surge en la década de 1970 tras las críticas surgidas a raíz de los intentos fallidos de crear modelos que pudieran representar y actuar en tiempo real y de forma similar al comportamiento humano. En vez de intentar la creación de modelos de carácter general se acudió a la incorporación a los sistemas informáticos de una enorme cantidad de conocimientos de

¹⁰ Dos de las acepciones que proporciona la RAE para el término «caja negra» son pertinentes. La primera, en el campo de la física: «Método de análisis de un sistema en el que únicamente se considera la relación entre las entradas y las salidas, prescindiendo de su estructura interna». La segunda, en el de la psicología: «El cerebro considerado formalmente como una estructura que media entre los estímulos y las respuestas del organismo».

¹¹ CASANOVAS, P., «Inteligencia Artificial...», *cit.*, p. 8.

una materia específica, dando lugar a los llamados sistemas expertos, que han tenido una gran aplicación práctica. Estos sistemas expertos utilizan reglas heurísticas que previamente han sido desarrolladas por los ingenieros del conocimiento que los programan.¹²

El segundo paradigma para la creación de sistemas inteligentes se basa en la posibilidad de que la máquina sea capaz de aprender por sí sola a través del estudio de casos, extrayendo sus propias conclusiones, sin que ninguna regla heurística haya sido introducida en ellos por los programadores. Esta forma de «aprender» por parte de la máquina se desarrolla a partir de modelos conexionistas en los que las redes neuronales han cobrado especial relevancia. Las aplicaciones que se están desarrollando en base a estos modelos son muy prometedoras. Así, podemos destacar el sistema ALVINN, capaz de controlar un vehículo de forma autónoma; NETtalk, que aprende a leer en voz alta con la pronunciación adecuada textos en inglés; o los sistemas basados en redes neuronales que controlan multitud de decisiones financieras (como la compra y venta de acciones)¹³. Además, la repercusión de estos sistemas en la opinión pública ha aumentado recientemente al haberse mostrado tremendamente superiores a los humanos en actividades que se consideraban signos inequívocos de inteligencia como los juegos tradicionales del Go¹⁴ o el ajedrez.¹⁵

¹² LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence... cit.*, pp. 258-289.

¹³ *Ibid.*, pp. 352-354.

¹⁴ SILVER, D. *et al.*, «Mastering de Game of Go without Human Knowledge», en *Nature*, vol. 550, pp. 354-359. En este artículo la empresa DeepMind de Google presenta un programa que ha sido capaz de derrotar al campeón del mundo de Go, un juego tradicional de estrategia de origen chino, considerado tan o más complejo que el ajedrez. Este programa ha alcanzado la excelencia en el juego disputando únicamente partidas contra sí mismo, sin ninguna intervención humana.

¹⁵ «Alpha Zero, el programa que revoluciona el ajedrez y puede cambiar el mundo», en *La Vanguardia*, 14 de diciembre de 2017. AlphaZero aprendió a jugar al ajedrez disputando partidas contra sí mismo y posteriormente fue capaz de derrotar a Stockfish 8, el campeón de los módulos tradicionales de ajedrez. Recuperado de: [<http://www.lavanguardia.com>]

III. LA DECISIÓN JURÍDICA EN EL CONTEXTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El objetivo de este trabajo es hacer un repaso por las distintas herramientas prácticas que proporciona la inteligencia artificial para ayudar en la toma de decisiones jurídicas. Sin embargo, no podemos dejar de hacer una breve mención a un tema tan relevante como es el de la decisión jurídica en el marco del desarrollo de sistemas inteligentes. Es más, la relación entre la inteligencia artificial y el derecho pasa por comprender cómo los expertos utilizan y organizan grandes cantidades de información para tomar una decisión. Además de las cuestiones relacionadas con la documentación, desde los inicios de la relación con el derecho, uno de los problemas nucleares a los que se ha enfrentado la IA ha sido el planteado por el modelado del conocimiento, los conceptos, la argumentación y el razonamiento jurídicos.¹⁶ Esta formalización de conceptos es uno de los objetivos de la teoría del derecho, que lleva siglos trabajando en el fenómeno de la decisión, y las aportaciones que ha realizado son fundamentales para el desarrollo de sistemas de IA aplicados al derecho.

En este apartado vamos a analizar escuetamente cómo la lógica puede ayudar a la construcción de sistemas de IA aplicados al derecho gracias a su capacidad para representar simbólicamente el proceso que se sigue hasta llegar a la solución de un problema o hasta tomar una decisión. Sin embargo, en la vida real del experto en derecho, la lógica es insuficiente para dar cuenta de todos los aspectos que le influyen por lo que también se hará un breve repaso a la forma real en que se toman las decisiones jurídicas, es decir, un repaso a la heurística jurídica.

1. LÓGICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y DECISIÓN JURÍDICA

Los primeros intentos por modelizar la racionalidad humana podemos encontrarlos en la lógica griega pasando por los trabajos del estudioso español Ramón Llull o del filósofo Wilhem Leibniz, entre otros. En esta corriente se inscribe la IA que tiene como uno de sus objetivos centrales formalizar las pautas de pensamiento humano

¹⁶ CASANOVAS, P., «Inteligencia Artificial...» *cit.*, p. 7.

para poder introducir las en los ordenadores en forma de símbolos que puedan comprender. Debido a esto, la lógica en el campo de la IA se utiliza como una herramienta que permite la representación del conocimiento. Una vez el problema está adecuadamente representado en una forma que pueda ser manejada por los sistemas inteligentes, la tarea de obtener inferencias (es decir, descubrir nuevo conocimiento) se facilita enormemente.¹⁷

Vamos a repasar brevemente las características de la lógica clásica para después pasar a analizar otras lógicas que se van a englobar bajo el epígrafe «lógicas informales» y, por último, estudiar la lógica de normas o lógica deóntica.

1.1. La lógica clásica

El estudio profundo y sistematizado de la lógica nace en el siglo IV a.C. con Aristóteles pero no es hasta finales del siglo XIX cuando, con el desarrollo de fórmulas algebraicas para expresar relaciones lógicas, quedan sentadas sus bases. La lógica clásica engloba a varios tipos de lógicas con características comunes como la lógica proposicional, la lógica de primer orden o la lógica de segundo orden, entre otras. Su base son las proposiciones lógicas o premisas, expresiones que pueden caracterizarse como verdaderas o falsas. Un argumento está formado por una colección de proposiciones que se presumen verdaderas y una conclusión que puede o no seguir lógicamente dichas premisas. Cuando la conclusión se obtiene aplicando un procedimiento lógico, se caracteriza el argumento como «válido».¹⁸

A pesar de su aparente sencillez, la lógica clásica se ha mostrado suficiente para explicar muchos de los procesos racionales que sigue un experto en la toma de decisiones pero todavía hay aspectos que no pueden ser explicados por esta lógica. Estas dificultades de los métodos clásicos fueron ya contempladas por dos investigadores en inteligencia artificial, los hermanos Dreyfus, que consideraban que los expertos actúan en base a sus propias experiencias de una manera que desafiaba toda explicación racional. Según ellos, la propia incapacidad del ser humano para entender y formalizar simbólicamente su comportamiento era el principal problema de la IA.¹⁹

¹⁷ LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence... cit.*, pp. 25-30.

¹⁸ *Ibid.*, p. 138.

¹⁹ DREYFUS, H.L. y DREYFUS, S. E., *Mind over machine*, MacMillan, The Free Press, Nueva York, 1986.

1.2. Las lógicas informales

Para intentar superar las limitaciones de la lógica clásica se han desarrollado las denominadas «lógicas informales». En este apartado analizaremos en primer lugar las lógicas no monotónicas y, después, la lógica difusa.

A) La lógica no monotónica

Intentando dar una explicación a cómo se razona frente a situaciones de la vida real surge la lógica no monotónica que según la *Stanford Encyclopedia of Philosophy* es una familia de marcos formales desarrollados para representar inferencias derrotables. Las inferencias derrotables son el tipo de inferencia en el cual la persona que razona obtiene conclusiones de forma provisional, reservándose el derecho a retractarse en caso de que nueva información salga a la luz.²⁰ Por tanto, los nuevos conocimientos pueden contribuir a reforzar el razonamiento previo pero también pueden modificarlo o incluso invalidarlo. Esta lógica se acerca más al concepto de validez del conocimiento que se utiliza de forma práctica. Así, cuando se aprenden más conceptos puede ser necesario retractarse de conclusiones anteriores. Los niños creen en la existencia de los Reyes Magos o el ratoncito Pérez. Conforme se madura, dejan de mantener esas creencias.

La lógica no monotónica tiene aplicaciones en la teoría para desarrollar bases de datos, como se aprecia en este ejemplo: Imaginemos una persona que quiere visitar Qatar y alojarse en un hotel de 7 estrellas. Esta persona acude a una agencia de viajes y, tras realizar una consulta con su ordenador, le dicen que no existe ningún hotel de 7 estrellas en Qatar. La agencia de viajes está aplicando de forma inconsciente la denominada asunción del mundo cerrado que supone que su base de datos es completa y que si tal hotel existiera aparecería en ella. Esta asunción es propia de la lógica clásica, según la cual no existe más que una sola interpretación de las cosas. Mientras, la lógica no monotónica ha desarrollado el concepto de circunscripción, que afirma que la veracidad o falsedad de un concepto no debe extenderse más allá de lo necesario, es decir, una asunción del mundo abierto. Una aplicación de la asunción del mundo abierto se produce en relación con el derecho fundamental de presunción de inocencia. Este derecho supone que todo imputado en un proceso penal será tratado como si fuese

²⁰ ANTONELLI, G. A., «Non-monotonic Logic», en *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 19 de septiembre de 2016. Consultado en: [<https://plato.stanford.edu/entries/logic-nonmonotonic/>]

inocente pero la presunción puede ser derribada con la evidencia que fundamente una sentencia condenatoria firme.

B) La lógica difusa

La lógica difusa o borrosa (*fuzzy logic*, en inglés) surge en la década de 1965 con los trabajos de Lofti Zadeh.²¹ Esta lógica incorpora la incertidumbre de ciertos aspectos a tener en cuenta a la hora de tomar decisiones. No todo es blanco o negro, sino que pueden existir muchos matices intermedios. Los matices deben poder ser captados por los sistemas si queremos que estos sean robustos. Por ejemplo, ¿cuándo es considerado un individuo maduro en los Estados Unidos? Una persona puede alistarse en el ejército con 18 años; sin embargo, para pedir una bebida alcohólica en un bar debe tener cumplidos 21 años, y para presentarse como candidato a presidente, debe tener al menos 35 años. La madurez es un ejemplo de concepto borroso o difuso. Es decir, declarar a una persona como madura puede ser verdadero o falso, «hasta cierto punto». Una expresión lógica puede variar desde la falsedad (0,0 grado de verdad) hasta la completa certidumbre (1,0 grado de verdad)²².

Dentro del estudio de la decisión jurídica, la lógica borrosa intenta superar la oposición entre racionalismo normativo e irracionalismo. Según ella, la formulación de la cuestión de derecho y la cuestión de hecho se realiza mediante un lenguaje jurídico que puede caracterizarse como borroso. Además de la formulación en términos borrosos de los elementos constitutivos de la decisión, la deducción de estos elementos se produce como resultado de una pauta de razonamiento que también es borrosa. Este carácter difuso viene dado porque los datos con los que trabaja el decisor son también matizables o aproximados. Por tanto, teniendo en cuenta estos elementos, podemos considerar que la lógica borrosa puede ser un medio adecuado para analizar las decisiones judiciales.²³

²¹ ZADEH, L., «Fuzzy logic», en revista *Computer* de la IEEE, vol. 21, 1988, pp. 83–93.

²² LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence... cit.*, pp. 240-249.

²³ MAZZARESE, T., «Lógica borrosa y decisiones judiciales: el peligro de una falacia racionalista», Texto de la ponencia presentada en el *Congreso de Filosofía del Derecho en Homenaje al Prof. Ernesto Garzón Valdés*, Vaquerías, Argentina, septiembre de 1992.

1.3. Lógica y derecho, la lógica deóntica

Como se ha señalado anteriormente, es muy difícil trazar la línea de pensamiento que ha llevado a un experto a tomar una decisión. Para facilitar esta tarea es por lo que surgieron las lógicas «informales» que hemos analizado. El derecho es un campo en el que también actúan los expertos pero con la particularidad de que el ámbito jurídico funciona según unas reglas formalizadas y tiene una forma de tomar decisiones propia, desarrollada por la teoría del derecho.

Con la pretensión de intentar explicar el funcionamiento lógico de las normas surge en el último tercio del siglo pasado una lógica de normas, la denominada lógica deóntica. Esta fue iniciada por los trabajos del filósofo del derecho finlandés G. H. Von Wright y posteriormente desarrollada por los argentinos Alchourrón y Bulygin. Estos autores no renuncian a la lógica formal como eje del sistema normativo y señalan como uno de los objetivos más importantes del derecho la eliminación de las contradicciones en las normas jurídicas. Según ellos, la ciencia jurídica tiene como ideal crear sistemas completos, independientes y coherentes y, por ello, una de las operaciones lógicas que debe realizar consiste en la reformulación del sistema. De este modo los principios de base del sistema deben constituir una base lo más reducida posible que favorezca la manejabilidad y dé seguridad jurídica.²⁴

Para poder establecer inferencias entre los enunciados normativos la lógica deóntica introduce tres operadores básicos. Estos permiten a las proposiciones ir más allá de su mera calificación de verdaderas o falsas. Los operadores se basan en los conceptos de permisión, que habilita para hacer o dejar de hacer algo; de prohibición, que implica la negación del permiso para realizar alguna cosa; y de obligación, que se corresponde con el mandato de hacer una acción determinada.²⁵ El desarrollo de estos operadores deónticos tiene mucha importancia en materia de deducción automática para la creación de sistemas de inteligencia artificial aplicada al derecho.

Gracias a estos desarrollos teóricos se ha podido ir comprendiendo mejor el proceso racional que lleva al experto en derecho a tomar una decisión. Muchos aspectos del fenómeno de la decisión pueden ser explicados mediante las teorías lógicas pero sigue habiendo partes del problema que necesitan de una aproximación más amplia.

²⁴ VELÁZQUEZ, H., «Lógica deóntica: breve panorama de la cuestión», en *Cuadrante-Phi*, núm. 28, Bogotá, Colombia, 2015.

²⁵ *Ibid.*, pp. 8,9.

Esta aproximación se realiza en el apartado que sigue, bajo el título de «La heurística jurídica».

2. LA HEURÍSTICA JURÍDICA

La heurística estudia las estrategias que sigue un experto en un determinado ámbito del conocimiento para tomar decisiones. El término «heurística» proviene del griego y comparte familia léxica con la palabra «eureka»²⁶. Las reglas heurísticas hacen referencia a los métodos que contribuyen a la resolución de problemas, pero que no garantizan que se alcance el resultado final. A la hora de estudiar la heurística jurídica distinguimos dos tendencias. Por un lado, quienes defienden que las decisiones jurídicas siguen la argumentación lógica y racional del silogismo jurídico. Por el otro, aquellos que consideran que las decisiones son tomadas por los expertos de una forma que se aleja de la racionalidad y, solo posteriormente, las someten a un proceso de racionalización.²⁷

En este punto, es pertinente hacer referencia a la distinción que establece el profesor Atienza entre explicar y justificar, es decir, entre lo que la filosofía de la ciencia denomina el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación. Por un lado, se encuentra la actividad que realiza un experto a la hora de descubrir una teoría o de tomar una decisión y que, según la opinión anteriormente citada de los hermanos Dreyfus y también de la mayoría de filósofos de la ciencia, no es susceptible de un análisis lógico.²⁸ Este es el contexto de descubrimiento. Por otro lado, después de tomar una determinada decisión o aceptar una determinada premisa el experto se ve en la obligación de justificarla y para ello debe recurrir a las reglas del método científico siguiendo un análisis que incluya nociones lógicas a fin de mostrar la validez de su razonamiento. Este es el contexto de justificación.

El ejemplo que da el profesor Atienza es muy ilustrativo de la diferencia entre explicar una decisión y justificarla. En el marco de un proceso surgido a raíz de la huelga de hambre de los presos del GRAPO y de la decisión del juez de autorizar su

²⁶ ZAID, G., «Heurística» en *Letras Libres*, 7 de marzo de 2013. Disponible en: [<http://www.letraslibres.com/mexico-espana/heuristica-0>]

²⁷ ATIENZA, M., «Las razones del derecho. Sobre la justificación de las decisiones judiciales», en *Isonomía: Revista de teoría y filosofía del derecho*, núm. 1, 1994, p. 59.

²⁸ DREYFUS, H.L. y DREYFUS, S. E., *Mind over machine*, cit., p. 36. Cita textual: «[...] those who are proficient or expert make judgments based upon their prior concrete experiences in a manner that defies explanation».

alimentación forzada cuando su salud estuviera amenazada, el autor afirma: «[...] Decir que el juez tomó esa decisión debido a sus fuertes creencias religiosas o a su identificación con la política penitenciaria del Gobierno significa enunciar una razón explicativa; decir que la decisión del juez se basó en una determinada interpretación del artículo 15 de la constitución significa enunciar una razón justificativa. Los órganos jurisdiccionales o administrativos no tienen —al menos, por lo general— que explicar sus decisiones, sino que deben justificarlas»²⁹. Es más, a pesar de que probablemente las decisiones judiciales se produzcan de una manera que se aleja de la racionalidad, esto no hace que la decisión se convierta en injustificable; sino que desplaza el análisis lógico del contexto de descubrimiento al de justificación.

Ahora bien dentro del propio contexto de justificación cabe diferenciar entre una justificación interna y otra externa. En los casos fáciles o rutinarios donde las premisas no suscitan dudas razonables, el juez solo debe efectuar un ejercicio de inferencia para llegar a las conclusiones en el cual la lógica desempeña el papel fundamental. Por tanto, una vez aceptadas las premisas la conclusión estará justificada internamente. La clave de la cuestión se encuentra en el establecimiento de las premisas, sencillo en los casos fáciles pero problemático en los casos difíciles. En estos últimos habrá que realizar argumentaciones adicionales para fundamentar las premisas escogidas. En este tipo de justificación, la denominada justificación externa, la lógica deductiva sigue estando presente pero acompañada de más tipos de argumentos, a favor o en contra de la aceptación de unas determinadas premisas que marcarán la conclusión que se obtendrá.

Estos argumentos adicionales son los que permiten un control institucional sobre la labor del juez. La doctrina ha recogido aquellos argumentos utilizados a la hora de motivar una decisión judicial. Algunos son: la analogía, el argumento a fortiori, el argumento a contrario, el argumento a partir de los principios, los argumentos sistemáticos, el argumento psicológico, el argumento de la no redundancia, el argumento pragmático, el argumento teleológico, el argumento histórico o el argumento por el absurdo.³⁰ Con la sola aplicación de lógica deductiva no podemos evaluar la aceptabilidad de los argumentos. Esto se debe a que, por un lado, se expresan en un lenguaje natural y, por otro lado, se refieren a decisiones tomadas bajo incertidumbre.

²⁹ ATIENZA, M., «Las razones del derecho...», *cit.*, pp. 60,61.

³⁰ EZQUIAGA, F.J., «Argumentos interpretativos y postulado del legislador racional» en *Isonomía: Revista de teoría y filosofía del derecho*, núm. 1, 1994, pp. 70-99.

Para evaluar los argumentos se requieren bases más flexibles que las proporcionadas por los métodos deductivos.³¹

A la hora de configurar sistemas de inteligencia artificial esto resulta fundamental. La sola aplicación de la lógica deductiva en los casos difíciles lleva a soluciones triviales, excesivamente simples. Para poder construir sistemas verdaderamente operativos es necesario entender cómo utilizan los expertos el conocimiento, puesto que existen un gran número de elementos no deductivos que se aplican de forma inconsciente antes de utilizar la deducción. Con el respaldo de una adecuada teoría de la argumentación, la inteligencia artificial puede contribuir a una mejor elaboración y justificación argumental de las decisiones judiciales gracias a sus enormes posibilidades en el almacenamiento y recuperación de la información. Tal y como lo expresa Julia Barragán: «cualquier aplicación de la inteligencia artificial al derecho llega tan lejos o tan cerca cómo se lo permite la teoría de la argumentación que la sostiene»³².

³¹ CUADRADO, N., *Aplicación de los Sistemas Expertos al campo del Derecho*, Universidad Complutense - Facultad de Derecho, Madrid, 2004, p. 349.

³² BARRAGÁN, J., *Informática y Decisión Jurídica*, 2ª edic., Distribuciones Fontamara S.A., México, 2008, p. 71.

IV. HERRAMIENTAS BASADAS EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL AUXILIO EN LA TOMA DE DECISIONES

En el epígrafe anterior se ha analizado la importancia que tiene la implementación de una buena teoría de la decisión jurídica a la hora de construir sistemas de inteligencia artificial aplicados al derecho. En este cuarto epígrafe va a estudiarse cómo las distintas técnicas de IA pueden ayudar a la toma de decisiones en el ámbito jurídico. Todas las herramientas que van a estudiarse aquí están muy relacionadas entre sí y en su aplicación práctica suelen utilizarse conjuntamente. Sin embargo, para facilitar su estudio las hemos clasificado en virtud de las funciones que cada una de ellas realiza y los problemas que ayuda a resolver.

En primer lugar, se atenderá uno de los problemas básicos para poder construir sistemas de apoyo a la decisión, que consiste en la dificultad para representar y organizar la información y el conocimiento de una manera entendible para el ordenador. Las herramientas de IA que se están desarrollando para superar esta dificultad y que vamos a analizar son la estructuración del conocimiento mediante ontologías y la denominada web semántica.

Tras este repaso a las técnicas que permiten trabajar con información estructurada, analizaremos las herramientas que obtienen información y conocimiento a partir de datos desestructurados, que son la gran mayoría de datos que pueden encontrarse en la red. Veremos cómo funcionan las aplicaciones del llamado *big data* que pretenden acumular la mayor cantidad posible de datos aunque no sean de buena calidad y, posteriormente, sumergirse en ellos para extraer mediante técnicas estadísticas patrones e información que de otro modo sería imposible conseguir.

Por último, se estudiarán las dos técnicas que están en el núcleo de los desarrollos en inteligencia artificial y que pretenden que los ordenadores produzcan razonamientos y tomen decisiones tal y como lo haría un ser humano con inteligencia. Por un lado, se analizarán los sistemas expertos basados en algoritmos simbólicos, que son programas que reproducen las actuaciones que ha podido prever el experto que los diseña. Por otro lado, se estudiarán las redes neuronales, una técnica de IA sobre la que se está

trabajando mucho en las últimas décadas que pretende emular la forma en que el cerebro humano aprende.

1. REPRESENTACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y EL CONOCIMIENTO

El primer requisito con el que se debe contar para tomar una decisión es el conocimiento de todos los aspectos relevantes.³³ Dentro de una jerarquía podemos situar al conocimiento en la cúspide y por debajo estarían la información, los hechos y, en la base, los datos:

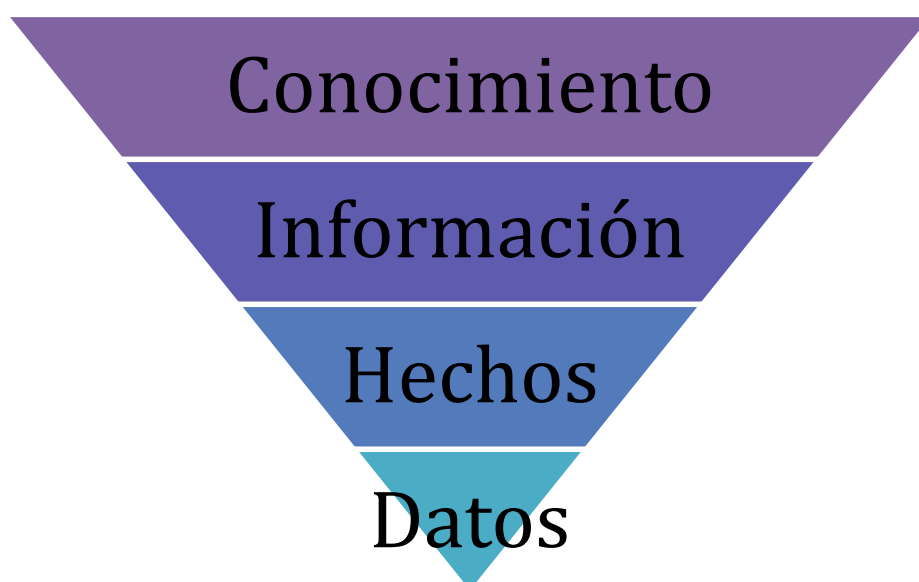


Ilustración 1. Jerarquía del conocimiento (elab. propia)

Para alcanzar el conocimiento que permita tomar decisiones inteligentes debe procesarse la información disponible. La conversión de información en conocimiento es uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la inteligencia artificial actualmente. Esta representación del conocimiento no se produce de la misma manera en los humanos o en los ordenadores. Para los humanos una buena representación debe ser fácil de entender, debe causar un impacto en alguno o varios de los sentidos y debe contar una historia que sea coherente con la realidad del mundo que está representando. En informática, una buena representación debe explotar el poder computacional, es

³³ KHALIL, OMAR E.M., «Artificial Decision-Making and Artificial Ethics: A Management Concern», en *Journal Business Ethics*, vol. 12, núm. 4, 1993, p.315.

decir, la amplia memoria y la velocidad de procesamiento de los ordenadores. Los sistemas de representación del conocimiento suelen combinar dos elementos: una estructura de datos y diferentes procedimientos interpretativos para poder utilizar dicho conocimiento.³⁴

En el campo del derecho la organización y formalización de información para su tratamiento informatizado lleva tiempo siendo estudiada. Según Hafner «buscar información jurídica en bases de datos es una parte importante y laboriosa del trabajo legal»³⁵, por lo que el desarrollo de sistemas de información legales es uno de los aspectos centrales de la informática jurídica. Tal y como lo plantea Nuria Casellas, la cuestión es cómo podemos manejar la complejidad del conocimiento legal para poder realizar búsquedas eficientes y cómo se formalizan los conceptos y procedimientos en una forma entendible por el ordenador. Varios problemas surgen a la hora de realizar esta tarea: la estructura y el carácter dinámico del conocimiento legal, su relación con conceptos de sentido común, las distintas perspectivas teóricas, la influencia de la práctica jurídica en la evolución del conocimiento legal, y las diferencias jurisdiccionales y lingüísticas entre ordenamientos. Diferentes líneas de investigación se están llevando a cabo para afrontar estas dificultades. En este apartado, se va a destacar el desarrollo de soluciones semánticas y la aplicación y construcción de estructuras formales (ontologías) que representen conceptos legales para que la interacción entre humanos y máquinas sea posible.

Para comprender el funcionamiento de estas herramientas es necesario conocer previamente el concepto de «metadato». Los metadatos son información complementaria, independiente del documento, que permite clasificarlo y situar los contenidos del mismo dentro de su contexto facilitando así la localización y comprensión del documento.³⁶ La mayoría de búsquedas se realizan utilizando palabras clave, basándose en la coincidencia sintáctica, y sus resultados son documentos que contengan los mismos términos que han sido buscados. Para realizar búsquedas más complejas se requiere que el ordenador sea capaz de entender los documentos a un nivel semántico (es decir, conocer el significado de las expresiones lingüísticas), lo que se logra gracias a los metadatos. Para que los metadatos asociados a un documento puedan ser utilizados

³⁴ LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence... cit.*, p. 168.

³⁵ CASELLAS, N., *Legal Ontology Engineering. Methodologies, Modelling Trends, and the Ontology of Professional Judicial Knowledge*, en Law, Governance and Technology Series, vol. 3, Springer-Verlag, Berlín/Heidelberg, 2011, p. 4.

³⁶ MUÑOZ SORO, J.F., «Documentos...», cit., pp. 19-30.

por los usuarios deben estar diseñados en un lenguaje común que permita a los ordenadores entender su contenido. El lenguaje más empleado es el XML (*eXtensible Markup Language*) que gracias a un «lenguaje de etiquetas» permite dotar de estructura a un documento y que determinados aspectos puedan ser interpretados por programas informáticos.

Esta estructuración de los documentos es un primer paso para lograr una web semántica. Uno de los pioneros en el desarrollo de la web semántica, Tim Berners-Lee, expresaba en 1999 su visión: «Crear una web en la cual los ordenadores fueran capaces de analizar todos los datos —su contenido, relaciones, y transacciones entre personas y ordenadores—. Una "web semántica" que haría esto posible todavía está por llegar pero cuando lo haga, los mecanismos diarios de intercambio, burocracia y nuestra vida diaria será organizada por máquinas interactuando con máquinas. Los "agentes inteligentes" con los que se ha soñado desde hace siglos se materializarán»³⁷.

A la hora de añadir contenido semántico a la web se necesitan nuevas herramientas que permitan la representación formal de un conocimiento que se basa en la flexibilidad, la intuición y las capacidades de las estructuras conceptuales de los lenguajes humanos.³⁸ Estas herramientas son las **ontologías** que se definen como «el modo de formalizar el contenido conceptual del conocimiento humano socialmente compartido, de tal forma que pueda ser comprendido, compartido y gestionado por una máquina»³⁹.

El ámbito del derecho es un campo propicio para la modelación de conceptos y la representación del conocimiento debido a su complejidad y a la gran cantidad de datos que se generan. Las **ontologías jurídicas** se caracterizan por ser «estructuras editadas que delimitan el alcance de los conceptos, relaciones e instancias de un determinado campo del derecho, y permiten que los programas lo extiendan y apliquen a partir de inferencias consideradas válidas o razonables»⁴⁰. El uso de herramientas basadas en la semántica puede proporcionar tanto a los profesionales del derecho como a los ciudadanos un mejor acceso a la información; una mejor gestión y organización del

³⁷ BERNERS-LEE, T. y FISCHETTI, M., *Weaving the Web*, HarperCollins, San Francisco, 1999, pp. 157, 158.

³⁸ CASELLAS, N., *Legal Ontology Engineering... cit.*, p. 8.

³⁹ CASANOVAS, P., «Inteligencia Artificial...», *cit.*, p. 12.

⁴⁰ *Ibid.*, p.12.

conocimiento; facilitar la interacción entre humanos y máquinas; y, también, colaborar en el desarrollo del razonamiento automático y la argumentación.

En función del nivel de abstracción de las ideas que representan las ontologías jurídicas se clasifican en ontologías nucleares y ontologías de dominio.

Las primeras modelan los conceptos fundamentales que son la base para el entendimiento del derecho y tienen aplicación en todas las áreas legales. La teoría del derecho juega un papel importante en la construcción de ontologías nucleares al tener que modelar conceptos como el de norma, acto legislativo o capacidad, entre otros. Un ejemplo de ontología nuclear es el *Frame-Based Ontology of Law* (FBO)⁴¹ que distingue entre tres tipos de conceptos: normas, actos y descripciones conceptuales. A cada uno de estos conceptos la ontología le asigna un marco o *frame*, el cual recoge las cualidades más relevantes de cada entidad. Los marcos fueron desarrollados por Marvin Minsky y se fundamentan en la habilidad humana para asociar hechos aparentemente inconexos y crear escenarios más complejos y con mayor significado.⁴² Por ejemplo, el marco de las normas de la FBO contiene: el término legal de referencia, el origen de la norma (es decir, su promulgación), su objetivo, las circunstancias bajo las cuales la norma es aplicable, los sujetos de la norma y su modalidad (derechos, deberes o permisiones), entre otros.

Por su parte, las ontologías de dominio pretenden representar el conocimiento de un campo específico del derecho y deben mantener cierta conexión con las ontologías nucleares ya que: «[...] en última instancia el conocimiento especializado es consecuencia del conocimiento general, puesto que sólo puede ser adquirido en base a lo que ya se conoce de antemano»⁴³. Las ontologías de dominio se construyen pensando en aplicaciones concretas. Entre las áreas de conocimiento legal en las que más se está trabajando destaca la representación de los derechos de propiedad intelectual y de los derechos de los consumidores. Otras ontologías se han desarrollado en el ámbito del fraude fiscal; la mediación; y la búsqueda en varios idiomas de la ley de la Unión Europea (conferencias de JURIX y de ICAL).

⁴¹ CASELLAS, N., *Legal Ontology Engineering...*, cit., pp. 114-117.

⁴² LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence...*, cit., pp. 181-183.

⁴³ PERIÑÁN-PASCUAL, C. y ARCAS-TÚNEZ, F., «La ingeniería del conocimiento en el dominio legal: La construcción de una Ontología Satélite en FunGramKB» en *Revista Signos. Estudios de Lingüística*, vol. 47, núm. 84, 2014, p. 121.

Concretamente, en el ámbito de la contratación pública, la Universidad de Zaragoza ha colaborado junto a la empresa iASoft y la Agencia Aragonesa para la Investigación y el Desarrollo (ARAID) en el desarrollo de la ontología PPROC en el marco del proyecto «Optimización de la contratación pública mediante la utilización de técnicas semánticas». Como administraciones usuarias han participado el Gobierno de Aragón, la Diputación Provincial de Huesca y los ayuntamientos de Zaragoza y Huesca. Esta ontología tiene en cuenta tanto la ley española como la europea y pretende que las administraciones que lo deseen puedan describir semánticamente la información de su perfil del contratante.⁴⁴ Además, reutiliza otros modelos realizados anteriormente y añade nuevos conceptos.

Por otro lado, en el ámbito de la judicatura, el Instituto de Derecho y Tecnología de la Universidad Autónoma de Barcelona en colaboración con la Escuela Judicial Española desarrollaron la Ontología de Conocimiento Profesional Judicial (*Ontology of Professional Judicial Knowledge*, OPJK). Esta ontología modela el conocimiento práctico que utilizan los magistrados españoles para dar solución a los problemas que no se encuentran contemplados por la ley. Se crea un servicio inteligente de preguntas frecuentes (es decir, FAQ —*frequently asked questions*—) para asistir a los jueces proporcionándoles actuaciones posibles presentes en el acervo de la cultura profesional del colectivo de la judicatura española.⁴⁵ Las preguntas se elaboraron mediante encuestas realizadas a los jueces egresados de la Escuela Judicial y a más de 100 juzgados. Posteriormente, se enlazaron semánticamente con las respuestas dadas por magistrados que habían pasado por la misma experiencia. De este modo, ante una pregunta realizada por un juez frente a un caso que no se contempla en la ley, la ontología realiza una búsqueda semántica (*matching*) encontrando situaciones similares en la jurisprudencia almacenada en la base de datos.

Esta ontología del conocimiento profesional judicial ayuda a solucionar problemas que no pueden resolverse basándose únicamente en el conocimiento teórico

⁴⁴ MUÑOZ SORO, J. F., ESTEBAN, G., CORCHO, O., y SERÓN, F., «PPROC, an Ontology for Transparency in Public Procurement», en *Semantic Web*, vol. 7, núm. 3, 2016, pp. 295-309. Una versión de la ontología puede encontrarse en: [http://contsem.unizar.es/def/sector-publico/pproc_0.1.4_es.html]

⁴⁵ CASANOVAS, P., «Derecho, tecnología, inteligencia artificial y Web Semántica. Un mundo para todos y para cada uno», en *Manual de Filosofía y Teoría del Derecho Tomo I*, Fabra y Spector (eds.), cap. XXV, Universidad Nacional Autónoma de México, 2013, p. 22.

experto sino que es necesario el conocimiento basado en la experiencia. Ejemplos de este tipo de problemas, entre muchos otros, serían los siguientes:⁴⁶

- Un médico llama para informar de que alguien se encuentra trastornado y que requiere internamiento. Él pide la orden de internamiento por teléfono. ¿Puede dársela el juez?
- La policía pide una orden de registro para entrar en una propiedad a desatascar una cañería puesto que el dueño no les permite entrar. ¿Debe conceder la orden el juez?
- ¿Cómo proceder si, estando de guardia, hay que hacer un levantamiento de cadáver y no hay ningún médico forense disponible?

Las dos ontologías que hemos presentado, PPROC y OPJK, tienen en común que han sido elaboradas por equipos interdisciplinares. La participación de agentes diferentes en la creación de una ontología hace que esta incorpore una sabiduría más general. El derecho es un campo tremendamente complejo que no puede explicarse solamente mediante el conocimiento jurídico dogmático y jurisprudencial. Por tanto, los modelos construidos mediante técnicas diversas (jurídicas, sociológicas, etc.), como los ejemplos que hemos mencionado, aseguran que estos puedan usarse y reusarse más fácilmente.

Como conclusión a este apartado, siguiendo con la tesis de Nuria Casellas, se puede afirmar que el uso de ontologías y la implementación de la web semántica ofrecen grandes avances en el manejo de la información y del conocimiento, aunque existen desafíos que habrá que ir superando.

En primer lugar, la complejidad asociada a las técnicas de adquisición del conocimiento hace que el desarrollo de ontologías sea una tarea costosa. La reutilización de modelos se convierte, por tanto, en imprescindible.

En segundo lugar, hay que recordar que las ontologías tienen como objetivo facilitar la comunicación por lo que los conceptos utilizados tienen que ser compartidos por todos los interlocutores, lo que puede lograrse mediante la incorporación de estándares o mediante el desarrollo colaborativo de modelos como los que hemos visto más arriba.

Por último, no hay que olvidar que las ontologías son una parte más de la web semántica que aún está por llegar y cuya clave está en la «clasificación, taxonomía, organización y reutilización del conocimiento desigualmente distribuido por la red»⁴⁷.

⁴⁶ CASELLAS, N., *Legal Ontology Engineering... cit.*, p. 185.

⁴⁷ CASANOVAS, P., «Derecho, Tecnología...» *cit.*, p. 38.

2. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN A PARTIR DE DATOS DESESTRUCTURADOS

Como hemos visto, la web semántica y las ontologías trabajan con información a la que se le ha dotado de un orden, de un significado y de una estructura. Por el contrario, las herramientas sobre las que va a tratar este apartado trabajan con información sin estructurar, información que se encuentra dispersa y que vista individualmente carece de sentido. En efecto, el *big data* (BD) se basa en aplicar las matemáticas a enormes cantidades de datos para inferir probabilidades, es decir, en dejar que los datos hablen («*letting the data speak*»). Así, puede predecirse la probabilidad de que un email sea spam; de que los caracteres escritos «uon» en realidad quieran decir «uno»; de que la velocidad y trayectoria de una persona cruzando la calle sean adecuadas y el coche automático solo deba frenar un poco para dejarla pasar, etc.⁴⁸ Todos estos sistemas analizan abundantes datos para realizar sus predicciones lo que, como su nombre indica, es la base del *big data*. Para los sistemas de BD, cuanto mayor sea el número de datos, mejor, aunque estos datos estén mal estructurados o sean de mala calidad.

Este paradigma de la utilización de enormes cantidades de información sin estructurar encuentra un ejemplo de aplicación práctica en el campo de la traducción automática:⁴⁹

Durante la década de 1990 los investigadores de IBM decidieron que, en vez de introducir en el ordenador explícitamente las reglas lingüísticas, dejarían que este utilizara las probabilidades estadísticas para calcular qué palabra o frase en un idioma era más apropiada. IBM utilizó para ello los documentos elaborados por el parlamento canadiense publicados tanto en inglés como en francés. Al ser documentos oficiales, las traducciones estaban realizadas con una enorme calidad. Las traducciones automáticas de IBM mejoraron al tratar a la traducción como un problema estadístico aunque seguían sin ser del todo convincentes. Sin embargo, tenía que llegar Google en 2006 para dar una nueva vuelta de tuerca al asunto.

En vez de páginas cuidadosamente traducidas en dos idiomas como había hecho IBM, Google utilizó un conjunto de datos mucho más desordenado: toda la red de

⁴⁸ MAYER-SCHONBERGER, V. y CUKIER, K., *Big Data. A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*, Houghton Mifflin Harcourt, Boston, New York, 2013, capítulo 1: «Now».

⁴⁹ *Ibid.*, capítulo 3: «Messy».

internet global y todos los datos a los que pudiera acceder. Su sistema analizaba toda traducción que pudiera encontrar para entrenar a los algoritmos de traducción. Estudiaba desde páginas web de empresas en varios idiomas a traducciones de libros, pasando por cualquier documento de instituciones intergubernamentales como las Naciones Unidas o la Unión Europea. Donde IBM había usado tres millones de frases cuidadosamente traducidas, el sistema de Google empleó 95.000 millones de frases escritas en inglés, aunque fueran de dudosa calidad.⁵⁰ A pesar de la peor calidad de los datos usados por Google su sistema de traducción funcionó mucho mejor y, conforme ha ido añadiendo más y más datos, sus traducciones han ido perfeccionándose. Esta es una de las características del *big data*, tal y como ponen de manifiesto los expertos de Google: «Modelos simples que manejen gran cantidad de datos superan a modelos más elaborados basados en menor cantidad de datos»⁵¹.

Mientras que para la representación del conocimiento a través de ontologías y de la web semántica es necesario crear una estructura compleja, en las aplicaciones del BD es más importante acumular la mayor cantidad de datos aunque su estructura sea más simple. En retorno por trabajar con información desordenada el *big data* puede proporcionar servicios que de otra manera sería imposible proporcionar.

Ya hemos visto en el apartado anterior que las ontologías dan significado a los conceptos y pretenden modelizar el conocimiento. En cierto modo, las ontologías buscan las causas que permiten explicar un evento. Por su parte, el *big data* no intenta buscar causas, sino patrones y correlaciones. Las correlaciones no muestran «por qué» algo está pasando pero alertan de que «está» pasando. En algunas situaciones será necesario recurrir a la búsqueda de causalidad de la web semántica y las ontologías mientras que en otras ocasiones bastará con saber que algo está pasando aunque no se conozca su causa exacta.⁵² Los enfoques que siguen el BD y las aplicaciones semánticas son diferentes pero podría argumentarse que son complementarios y no excluyentes entre sí, sino que ambos pueden resultar útiles en función del resultado que se quiera

⁵⁰ «All Our N-gram are Belong to You» en el Blog sobre IA de Google, 3 de agosto de 2006. Recuperado de: [<https://ai.googleblog.com/2006/08/all-our-n-gram-are-belong-to-you.html>]

⁵¹ PEREIRA F., NORVIG, P., y HALEVY, A., «The Unreasonable Effectiveness of Data» en *IEEE Intelligent Systems*, vol. 24, núm. 2, 2009, p. 9.

⁵² MAYER-SCHONBERGER, V., y CUKIER, K., *Big Data...*, *cit.*, capítulo 1: «Now». Por ejemplo, si millones de registros médicos muestran que enfermos de cáncer que toman cierta combinación de aspirinas y zumo de naranja ven remitir su enfermedad, entonces la causa exacta de la mejora en la salud puede ser menos importante que el hecho de que los pacientes vivan más.

alcanzar. De hecho, varios proyectos que se están desarrollando actualmente investigan cómo dotar de significado a la enorme cantidad de datos con que trabaja el BD.⁵³

Entrando ya a hablar propiamente del *big data*, cabe resaltar que los humanos han estado analizando datos y registros desde la invención de la escritura en las primeras grandes sociedades como la egipcia o la mesopotámica. El gran salto a la hora de manejar datos de forma eficiente ha venido con la digitalización, que permite a los ordenadores procesar la información analógica. Actualmente está en marcha un proceso que se conoce como «datificación»⁵⁴, que se refiere a la captación de información de todos los ámbitos de la vida y su transformación en datos cuantificables. Esta información puede ser, por ejemplo: la localización de una persona, su frecuencia cardíaca y calidad del sueño medida con pulseras inteligentes, las vibraciones que produce el motor de un coche o las fuerzas a las que está sometido un puente. Gracias a esta datificación podemos detectar, por ejemplo, cuando es probable que un motor se rompa en función del calor o de las vibraciones que produce, es decir, el *big data* nos permite utilizar la información de forma predictiva. En la jerga del BD se denomina data-mining o minería de datos a la búsqueda de información valiosa que se encuentra oculta en conjuntos de datos. Debido a esta cualidad predictiva que tienen los datos, estos se están convirtiendo en un activo muy importante para las empresas y hay quien los considera el petróleo de la economía de la información.⁵⁵

En el campo del derecho, tenemos que el sistema judicial-administrativo cada vez genera mayores cantidades de datos lo que hace que los profesionales jurídicos deban emplear gran parte de su tiempo buceando en ellos. Por tanto, las herramientas de *big data* se presentan como realmente útiles en este campo.

A la hora de utilizar esta tecnología en la esfera internacional puede citarse la empresa *Ravel Law* que pretende aplicar las herramientas del BD al vasto conjunto de conocimientos jurídicos en EEUU. Uno de los servicios que ofrecen se denomina

⁵³ Uno de los proyectos es el «Knowledge Graph» de Google, que mejora los resultados del motor de búsqueda basándose en la semántica. Una explicación del funcionamiento del «Knowledge Graph» se encuentra en: «Google. Dentro de Google», recuperado de: [<https://www.google.es/intl/es/insidesearch/features/search/knowledge.html>]

⁵⁴ «Datificación y cronología del Big Data», Cátedra Telefónica, Univ. de Alicante, 16 de junio de 2016. Recuperado de: [<https://catedratelefonica.eps.ua.es/>]

⁵⁵ José María Álvarez-Pallete, CEO Telefónica: «Los datos son el petróleo del siglo XXI» en *IESE Business School*, 3 de julio de 2015. Recuperado de: [<https://www.iese.edu/es/index-default.html>]

«*Judges Analytics*»⁵⁶ que literalmente puede traducirse por «Análisis de jueces». Esta herramienta permite a los abogados buscar entre todas las decisiones tomadas por algún juez estadounidense particular para encontrar a aquellos que puedan estar más de acuerdo con sus argumentos.

En palabras de uno de los cofundadores de Ravel Law, Nicholas Reed, «no hay dos jueces exactamente iguales»⁵⁷. Un determinado juez o incluso la hora del día a la que se celebra un juicio pueden tener un efecto decisivo en el resultado de un caso. Algunas de estas características son bien conocidas en el ámbito judicial de EEUU: los poseedores de patentes suelen presentar sus demandas en el estado de Texas puesto que sus tribunales se han mostrado especialmente comprensivos en estos casos.⁵⁸ Otro ejemplo, un estudio de las audiencias para conceder la libertad condicional en el estado de Israel (la Junta de Tratamiento en España) mostraba que los casos tramitados a primera hora tenían una gran ventaja respecto a los tramitados justo antes de comer.⁵⁹

Sin embargo, este conocimiento suele ser demasiado general. *Judges Analytics*, aplicando técnicas de *big data*, consigue una visión detallada del comportamiento de cada juez en cada tipo de litigio. En la actualidad, este tipo de análisis en profundidad requiere de un ejército de abogados que no todo el mundo puede permitirse. Por tanto, por un lado, puede afirmarse que una herramienta como la desarrollada por Ravel Law democratiza ese conocimiento haciéndolo más económico y más accesible. Sin embargo, por otro lado, puede argumentarse que este tipo de prácticas desnaturaliza el ejercicio del derecho, eligiendo los argumentos a utilizar en un juicio «a la carta» en función de los resultados proporcionados por el análisis de cada juez particular.

En el ámbito nacional, merece destacarse la empresa *Hiberus Tecnología* con sede en Zaragoza.⁶⁰ Esta empresa ha desarrollado «*Calisto*», una herramienta basada en los principios del *big data* y que permite transformar información desestructurada en conocimiento aplicado. Puede encontrar, analizar e interpretar información que se encuentre tanto en la base de datos de la propia empresa como en la red. Esta herramienta es capaz asimismo de realizar informes a partir de toda la información que

⁵⁶ Puede encontrarse la presentación de esta herramienta en el sitio web de la compañía Ravel Law: [<https://www.ravellaw.com/judges>]

⁵⁷ Cita obtenida de [<https://techcrunch.com/2015/04/16/who-judges-the-judges/>]

⁵⁸ «Why East Texas courts are back on 'top' for patent lawsuits», en *Ars Technica*, 17 de enero de 2013. Recuperado de: [<https://arstechnica.com/>]

⁵⁹ DANZIGER, S., LEVAV, J., y AVNAIM-PESSO, L., «Extraneous factors in judicial decisions», en *National Academy of Sciences*, vol. 108, núm. 17, 2011.

⁶⁰ Página web de Hiberus Tecnología: [<https://www.hiberus.com/>]

esté disponible (cuentas anuales de una empresa, número de clientes de un despacho...). Además, podría bucear entre los expedientes del propio despacho de abogados para buscar casos anteriores similares y proponer argumentaciones. Esto es un ejemplo de cómo pueden integrarse las herramientas semánticas con herramientas del *big data* para dar lugar a potentes aplicaciones.

De forma pionera en España, el Partido Popular ha implementado una versión del programa Calisto para construir su discurso político.⁶¹ Esta novedad en la comunicación política en España debe destacarse por su relación estrecha con las aplicaciones de que estamos hablando en este trabajo. La función del programa Calisto consiste en rastrear la información presente en internet, aplicarle una jerarquía de fuentes y generar argumentos que el político pueda utilizar en la construcción de su discurso. Con esto automatiza un proceso que resulta muy costoso para el partido. El sesgo ideológico es introducido en el sistema a la hora de jerarquizar la información que va ofreciendo. De este modo, la información oficial que genera la estructura de gobierno del partido es clasificada como superior, así como las declaraciones de personas influyentes en la formación. La herramienta procesa cualquier intervención oral, por ejemplo un discurso en un debate parlamentario, y enfrenta el contenido del discurso a su base de datos para seleccionar aquellos recursos más pertinentes. Así, mientras el político habla, el cargo del PP irá observando la lista de información que le ofrece Calisto y seleccionando aquellas ideas para responder con una réplica coherente.

Esta herramienta es utilizada por unos 7500 usuarios⁶² entre políticos del PP, jefes de prensa y militantes especialmente implicados e influyentes. En el marco de la estrategia comunicativa del partido Calisto favorece la coordinación y control del mensaje. Como aspecto crítico, no puede olvidarse que una herramienta con estas características incrementa la imagen de los partidos como organizaciones fuertemente burocratizadas y con una débil democracia interna. Además, un exceso de uniformidad en el discurso puede ocultar la realidad compleja de las formaciones.

Como vemos esta tecnología empieza a tener gran repercusión en nuestras vidas y tanto sus ventajas como las cuestiones problemáticas que suscita deben ponerse sobre la mesa.

⁶¹ REDONDO, M., CALVO, D., y DÍEZ-GARRIDO, M., «Calisto, un software para la construcción del discurso político» en *El profesional de la información*, vol. 26, núm. 4, 2017, pp. 756-764.

⁶² *Ibid.*, p. 761.

3. RAZONAMIENTO Y TOMA DE DECISIONES

En los apartados anteriores hemos visto dos técnicas de IA. En primer lugar, se ha analizado cómo la web semántica junto con las ontologías pueden ayudar a representar el conocimiento, dotando de significado a los datos que maneja un ordenador. En segundo lugar, se ha estudiado como las técnicas estadísticas del *big data* permiten encontrar pautas de comportamiento y patrones que de otro modo quedarían ocultos entre los caóticos datos dispersos por las redes. Ambas técnicas han influido de manera directa en el desarrollo del núcleo de los trabajos en inteligencia artificial, que consiste en conseguir que los ordenadores produzcan razonamientos y tomen decisiones tal y como lo haría un ser humano con inteligencia.

En este último apartado, vamos a analizar la que Nuria Cuadrado denomina informática decisoria, cuyo objeto es el de proporcionar decisiones y dictámenes al jurista, ofreciéndole soluciones a los problemas que se le planteen y no mera documentación.⁶³ Primero veremos el desarrollo de una de las herramientas de la inteligencia artificial que más utilidad práctica han tenido, los sistemas expertos. Después, pasaremos a analizar el funcionamiento de las redes neuronales en el campo del derecho, una de las aplicaciones más prometedoras de la IA.

3.1. Sistemas expertos

El desarrollo de los sistemas expertos constituyó la primera aplicación verdaderamente operacional de la investigación en inteligencia artificial.⁶⁴ Surgieron en la década de 1970 en un momento en que todo el ámbito de la IA estaba siendo criticado por no ser capaz de producir sistemas que pudieran funcionar en la práctica del mundo real. En palabras de uno de los pioneros en el desarrollo de sistemas expertos, estos consisten en un programa de ordenador inteligente que usa conocimientos y procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para su resolución.⁶⁵

⁶³ CUADRADO, N., *Aplicación de los Sistemas Expertos al campo del Derecho*, Universidad Complutense - Facultad de Derecho, Madrid, 2004, p. 19.

⁶⁴ *Ibid.*, p. 97.

⁶⁵ FEIGENBAUM, E.A., «The Art of Artificial Intelligence: Themes and Case Studies of Knowledge Engineering», en *Proceedings of the 5th IJCAI Conference*, 1977, pp. 1014-1029.

La clave de los sistemas expertos es que se alejan de la pretensión de crear una inteligencia de alcance general puesto que los problemas relativos a la formalización del sentido común son muy difíciles de superar.⁶⁶ Para lo que están diseñados los sistemas expertos es para representar la experiencia humana en una esfera de conocimiento particular. Su aplicación es ideal en campos que están bien definidos, donde a partir de un gran cuerpo de conocimientos especializados, permiten resolver problemas mediante la simulación de los razonamientos que los expertos del sistema harían utilizando los conocimientos adquiridos.

El funcionamiento de los sistemas expertos se entiende mejor una vez se conoce cuáles son los elementos que lo forman. Estos elementos pueden ser desarrollados de forma autónoma e independiente y son:⁶⁷

1. Base de conocimientos: En ella se encuentra estructurado el conocimiento que debe manejar el sistema experto. En su construcción intervienen los ingenieros del conocimiento (*knowledge engineers*, en inglés), encargados de obtener el conocimiento desde un experto humano para posteriormente codificarlo en la base del sistema. El proceso de extracción del conocimiento del experto se denomina elicitación del conocimiento. Existen diferentes técnicas y metodologías para elicitar el conocimiento del experto. Esta es una tarea laboriosa que intenta descubrir cómo la mente del experto emplea el conocimiento explícito que se encuentra en los libros para resolver problemas en su práctica profesional. La identificación del conocimiento junto con su codificación es el principal cuello de botella, es decir, es una de las tareas más complejas y arduas, para la construcción de sistemas expertos.⁶⁸

La base de conocimientos es el elemento central del sistema puesto que almacena las reglas, inferencias y experiencias del experto humano en un soporte manejable por el ordenador. Dentro de ella podemos distinguir dos partes:

a) El conocimiento descriptivo que consiste en información sobre hechos, situaciones, datos, etc.

⁶⁶ MCCARTHY, J., «Generality in Artificial Intelligence», en *Turing Award Lecture, Communications of the ACM*, vol. 30, núm. 12, 1987. En la p. 1030: «[...]nadie sabe cómo construir una base de datos general del sentido común que pueda ser utilizada por cualquier programa que necesite el conocimiento».

⁶⁷ CUADRADO, N., *Aplicación de los Sistemas Expertos...*, cit., pp. 121-127.

⁶⁸ LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence...*, cit., p. 269.

b) La base de reglas o conocimiento procedimental integrada por reglas heurísticas que contribuyen a la resolución de problemas. Por ejemplo, una regla podría ser del tipo «sí... entonces».

Como hemos visto, la representación de los hechos y sus relaciones es fundamental a la hora de desarrollar un sistema experto. En la representación se utilizan las herramientas que hemos estudiado anteriormente: las redes semánticas junto con las ontologías y los marcos (*frames*).

2. Motor de inferencia: Dado un problema con unos hechos, el motor de inferencia es el elemento del sistema experto que aplica las reglas adecuadas y razona la elección. Controla cuándo y cómo se debe aplicar la información de la base de conocimientos a los hechos del problema planteado. Se construye de forma independiente a la base de conocimientos. Por tanto, podemos cambiar de campo de aplicación del sistema experto cambiando únicamente el conocimiento específico, pero manteniendo los procedimientos de solución contenidos en el motor de inferencia.

3. Interface de comunicación: Es el elemento mediador mediante el cual el sistema comunica la decisión que ha elegido y, además, explica el razonamiento seguido. El interfaz es la parte de todo sistema que el usuario percibe, por ello debe ser lo más manejable posible.

Durante los últimos 40 años se han venido desarrollando sistemas expertos en campos que requieren un proceso trabajoso de análisis, hasta cierto punto rutinario, que han liberado parte de la carga a los expertos humanos. Los sistemas expertos que mayor repercusión han tenido y más se han utilizado han actuado en el campo de la localización de yacimientos minerales (PROSPECTOR), en el diagnóstico médico (MYCIN) o para interpretar la estructura de moléculas orgánicas (DENDRAL), entre otros.⁶⁹ Puede argumentarse que al igual que un médico dictamina en función de cómo sitúa los síntomas de una enfermedad en un cuadro de patologías, el profesional del derecho, mediante el silogismo, atribuye a unos hechos tipificados las consecuencias jurídicas previstas en las normas. Así, han surgido sistemas expertos jurídicos en materias como las liquidaciones tributarias (TAXMAN), en la responsabilidad por agresión y violencia (MIT), en legislación sobre nacionalidad (PROLOG) o para la enseñanza del derecho (LEX).

⁶⁹ LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence...*, cit., pp.271-289.

La aplicación de sistemas expertos en derecho es muy amplia y difícilmente sistematizable. Nuria Cuadrado propone una clasificación de estos sistemas basada en las principales tareas o sectores jurídicos en los que operan:⁷⁰

A) Sistemas expertos jurídicos para la recuperación inteligente de documentación jurídica:

Creados para servir de ayuda al usuario en la búsqueda automatizada de documentos jurídicos. Estos sistemas resultan muy útiles para salvar las diferencias lingüísticas y conceptuales en organizaciones multilingües como la Unión Europea. Los programas tradicionales de documentación jurídica son meras recopilaciones de datos mientras que los sistemas expertos utilizan los conocimientos de formas diferentes en función de las circunstancias.

El lenguaje que utilizan los operadores jurídicos (el lenguaje jurídico) y el que utilizan los ordenadores para tratar de forma automatizada la información (el lenguaje documental) es muy diferente. Esto supone una dificultad añadida a la creación de sistemas expertos que se intenta superar mediante la aplicación de herramientas semánticas como los tesauros, similares a las ontologías que se han estudiado en un apartado anterior, pero de construcción más sencilla que estas.⁷¹

B) Sistemas expertos jurídicos hipertextuales:

Gestionan el texto de los documentos, conectándolo a otros textos en función de todo tipo de criterios. Estos sistemas intentan imitar la manera asociativa e intuitiva como piensa la mente humana. Son altamente interactivos, muestran información sobre la pantalla y permiten al usuario moverse a través de la misma o más allá, «navegando» por la información que se encuentra en la red sobre un mismo tema. El interés que despiertan estos sistemas en el campo del derecho se deriva de la explosión documental que se ha producido y que obliga a los profesionales jurídicos a relacionarse con la información de manera diferente a como se venía haciendo hasta ahora. Como ejemplo, para analizar las condiciones de adquisición de la nacionalidad existe el sistema XITE, que ofrece documentación organizada de forma no lineal.

⁷⁰ CUADRADO, N., *Aplicación de los Sistemas Expertos...*, cit., pp. 322-420.

⁷¹ Definición de «tesauro», 9 de septiembre de 2016, en: [<https://www.bibliopos.es/tesauros/>]

C) Sistemas expertos legislativos:

Como NORMALIZER y AUTOPROLOG que, a partir de un texto normativo redactado en lenguaje natural, pueden normalizarlo sustituyendo los términos del lenguaje natural por los conectores de la lógica proposicional o por operadores deónticos. Otros sistemas expertos legislativos controlan el proceso legislativo detectando las antinomias, reiteraciones y lagunas existentes en futuros proyectos de ley. Por último, existen sistemas que facilitan la planificación de la legislación puesto que analizan el impacto de nuevas normas en el sistema jurídico y también en la sociedad.

D) Sistemas expertos para el dictamen jurídico:

Los sistemas expertos para el dictamen jurídico son la parte sobre la que más se ha trabajado de los sistemas expertos jurídicos. El fenómeno de la decisión y de su justificación racional juega un papel muy importante en las sociedades democráticas, que aún adquiere mayor relevancia en el caso de las decisiones judiciales. Ya se ha hecho referencia anteriormente a la diferencia entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación. La decisión se incardina en el contexto de descubrimiento, donde puede haber elementos irracionales cuyo proceso no se presta a una reconstrucción lógica. Mientras, la motivación de la decisión se circunscribe al contexto de justificación, donde se intenta justificar la decisión tomada.

En el área del derecho la argumentación tiende a justificar racionalmente una decisión judicial, constituyendo una función de reconstrucción racional.⁷² La intensa asociación del argumento con la construcción de la decisión judicial es un punto clave en la vinculación de las tecnologías de manejo de la información con el problema de la argumentación. Siguiendo esta perspectiva de Nuria Cuadrado queda claro que el adecuado tratamiento y recuperación de la información, en el marco de la inteligencia artificial, puede contribuir a una mejor elaboración y justificación argumental de las decisiones judiciales.⁷³

⁷² ATIENZA, M., «Las razones del derecho...», *cit.*, p. 64.

⁷³ CUADRADO, N., *Aplicación de los Sistemas Expertos...*, *cit.*, p. 345.

En el ámbito de los sistemas expertos decisorios encontramos varios ejemplos destacables:

- El sistema HYPO, realizado por la Universidad de Massachusetts, tiene como finalidad la elaboración conceptual de precedentes judiciales para su utilización en la argumentación jurídica en el ámbito del derecho de patentes y secreto industrial.
- El *Institut de recherche et d'études pour le traitement de l'information juridique* (IRETIJ) de Montpellier ha desarrollado un sistema experto en el ámbito del despido laboral cuyo objetivo es informar al usuario sobre una situación jurídica concreta: si el despido ha sido o no justificado, si tiene derecho o no a indemnización y cuál sería su cuantía, etc.
- El sistema TAXMAN, desarrollado en EEUU en la Universidad de Rutgers, informa sobre diversos casos en materia de régimen fiscal para las sociedades anónimas.

El desarrollo de estos sistemas expertos capaces de ofrecer diagnósticos a problemas jurídicos han levantado cierta polémica en los últimos tiempos por la creencia de que el ser humano podía verse sustituido por una máquina en una faceta tan sensible como es el poder de decisión.^{74 75} La multiplicidad de circunstancias que concurren en la conducta humana hace que en la actualidad no sea posible ni deseable una suplantación plena del razonamiento jurídico del juez o del abogado. Una aplicación mecánica propia de la inferencia empleada por los sistemas expertos supondría una frialdad en la aplicación del derecho que nos llevaría al aforismo *summum ius, summa iniuria*.⁷⁶ El experto en derecho no puede renegar de su responsabilidad en la decisión para delegarla en el ordenador. Un buen sistema experto no sustituirá al hombre sino que servirá como instrumento de apoyo a la decisión, ofreciendo aspectos que no habrían sido tomados en consideración. En esa función es donde radica su relevancia.

⁷⁴ «¿Terminaremos siendo juzgados por robots en lugar de por jueces?» en *La Vanguardia*, 5 de mayo de 2017. Recuperado de: [www.lavanguardia.com]

⁷⁵ «¿Puede la inteligencia artificial sustituir a un juez en un tribunal?» en *Expansión*, 2 de noviembre de 2016. Recuperado de: [www.expansion.com]

⁷⁶ CUADRADO, N., *Aplicación de los Sistemas Expertos...*, cit., p. 463.

3.2. Redes neuronales

Tras haber estudiado en el apartado anterior cómo ayudaban en la toma de decisiones jurídicas los sistemas expertos, en este vamos a hacer lo propio con las redes neuronales. Como se ha comentado en el epígrafe II de este trabajo, los sistemas expertos y las redes neuronales constituyen los dos paradigmas que se utilizan actualmente para inculcar conocimiento en los sistemas informáticos. Como se ha visto, el conocimiento que poseen los sistemas expertos es introducido en ellos en forma de reglas por los ingenieros del conocimiento que previamente lo han elicitado de los expertos humanos en la materia. Por su parte, el conocimiento que acumulan las redes neuronales artificiales (RNA) lo han obtenido analizando por sí solas problemas ya resueltos y extrayendo sus propias conclusiones.

Los sistemas expertos se encuadran dentro de los modelos simbólicos y el límite que pueden alcanzar lo determina la medida en que el conocimiento puede ser expresado en forma de reglas. Mientras, las redes neuronales se enmarcan dentro de los modelos conexionistas, que están formados por una red de unidades altamente interconectadas y buscan replicar los mecanismos de aprendizaje que se dan en el cerebro humano. En nosotros el aprendizaje se produce modificando la fuerza de las conexiones entre la neuronas, lo que se conoce como sinapsis. Teniendo esto en cuenta y de una manera mucho más simple, las unidades que componen las redes neuronales artificiales son capaces de modificar por sí solas la fuerza con la que están interconectadas unas a otras dentro de la red durante su proceso de aprendizaje. Estos procesos de aprendizaje automático forman parte de los desarrollos de un subtipo de inteligencia artificial denominado *machine learning*.⁷⁷

En el subepígrafe anterior se ha mencionado la importancia que han tenido los sistemas expertos debido a su aplicación práctica en la vida diaria de muchos ámbitos. Sin embargo, tras los avances que se han producido en las últimas décadas parece que las redes neuronales tienen un futuro más prometedor. Estas han sabido responder mejor a la crítica que los hermanos Dreyfus hicieron en 1986 según la cual la imposibilidad de formalizar simbólicamente el pensamiento humano era el principal problema de la IA, como ya se vio en un apartado anterior.⁷⁸ A pesar de que todavía está lejos el objetivo de replicar la complejidad de la inteligencia humana, las redes neuronales ofrecen una

⁷⁷ LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence...*, cit., pp. 314-315.

⁷⁸ DREYFUS, H.L. y DREYFUS, S. E., *Mind over machine*, cit.

aproximación al problema de la formalización de pensamiento que tiene muy buenas perspectivas de futuro.

El paralelismo entre la forma de aprendizaje de los seres humanos y la que desarrollan las redes neuronales se hace patente también en los dos principales inconvenientes que tienen estos sistemas: la selección arbitraria de ejemplos con los que se entrena la red y la imposibilidad de seguir su curso de razonamiento a la hora de tomar una decisión o solucionar un problema.

En primer lugar, de la misma forma cómo las personas adquirimos unos prejuicios u otros en función de las experiencias vitales por las que pasamos, las RNA también tendrán alguna predisposición u otra según el conjunto de casos que se le hayan introducido en su entrenamiento. Esta es una problemática que puede tener consecuencias importantes. Por ejemplo, en el sector bancario muchas empresas utilizan redes neuronales para decidir si otorgar o no un préstamo a una determinada persona. En función de todos los casos de préstamos impagados que la red neuronal haya estudiado esta podrá crearse prejuicios basados en la raza, el sexo o la religión, lo que supone un claro caso de discriminación.⁷⁹ La actualidad de esta cuestión es tal, que el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea que recientemente ha entrado en vigor establece en su artículo 22 que no podrá tomarse una decisión que produzca efectos jurídicos a un individuo o le afecte significativamente basándose únicamente en el tratamiento automatizado de la información.

En segundo lugar, como vimos en el apartado dedicado a la heurística jurídica, la toma de decisiones que realiza un ser humano sigue unos mecanismos que no pueden ser explicados satisfactoriamente mediante la aplicación sola de la razón. De una manera similar, las redes neuronales no pueden explicar cómo han tomado una decisión puesto que no poseen un conocimiento explícito en forma de reglas y su funcionamiento se basa en complejas funciones estadísticas. Esto hace que algunos autores califiquen a los algoritmos que gobiernan las RNA como cajas negras, donde el conocimiento que existe en la red es inaccesible y solo puede conocerse la respuesta de la misma.⁸⁰

A pesar de sus inconvenientes, la potencia de las redes neuronales es tal que en la actualidad están transformando la forma de trabajar de áreas muy diversas. Entre otras

⁷⁹ «Cuando al robot no le gusta tu barrio» en *LegalToday*, 23 de mayo de 2017. Recuperado de: [\[http://www.legaltoday.com/\]](http://www.legaltoday.com/)

⁸⁰ PASQUALE, F., *The black box society: the secret algorithms that control money and information*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 2015.

aplicaciones, las redes neuronales se están utilizando en el desarrollo de vehículos autónomos, en la predicción meteorológica a partir del reconocimiento de patrones, en la traducción automática y el procesamiento del lenguaje natural, en el análisis de mercados y activos financieros, etc.⁸¹ En el campo del derecho también encontramos ejemplos de sistemas basados en redes neuronales que ayudan a los profesionales en el proceso de toma de decisiones.

Por un lado, dentro del ámbito comercial nacional podemos destacar dos herramientas como son *vlexAnalytics* propiedad de la sociedad vLex y *Jurimetría* de la sociedad Wolters Kluwer. Ambas se basan en el uso de sistemas capaces de aprender por sí solos y buscan ayudar a los profesionales a elaborar la mejor estrategia procesal gracias a un análisis de los elementos jurídicos y estadísticos relevantes. Están a disposición de los despachos de abogados que quieran contratar sus servicios, que consisten en proporcionar información sobre los plazos de resolución y resultado de cada juzgado, información sobre cada juez titular del mismo, cálculo aproximado de la pena, o la probabilidad de éxito si se presenta un recurso, entre otros. Es reseñable un elemento característico que presenta la herramienta desarrollada por Wolters Kluwer y que consiste en la posibilidad de calcular la probabilidad de que un argumento jurídico concreto sea desestimado o admitido por un determinado tribunal.⁸²

Por otro lado, en el ámbito internacional son las grandes corporaciones norteamericanas las que están a la vanguardia en el desarrollo y comercialización de estas tecnologías. Vamos a citar aquí el trabajo que viene realizando IBM con su sistema de aprendizaje automático *Watson* que saltó a la fama en 2011 por ser capaz de alzarse con la victoria en el popular concurso de preguntas y respuestas estadounidense llamado *Jeopardy*. A partir de *Watson* la empresa ha desarrollado una versión jurídica llamada *ROSS Intelligence*, enfocado totalmente en el análisis y la asistencia legal. Actualmente actúa como asistente virtual siendo capaz de proponer soluciones adecuadas al caso planteado, basándose en la normativa y jurisprudencia que considere más oportuna.⁸³ Otras grandes compañías como Microsoft o Google también están trabajando en el desarrollo de redes neuronales capaces de aprender de forma automática. Esto, unido a la fuerte competitividad entre los operadores jurídicos que

⁸¹ LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence...*, cit., pp. 351-359.

⁸² LÓPEZ RINCÓN, D., «Robots y abogacía», en *Derecho de los Robots*, Barrio (dir.), Wolters Kluwer, Madrid, 2018, pp. 191- 201.

⁸³ «AI Meets Legal Research» en [<https://rossintelligence.com/>]

solicitan sus servicios y al importante negocio que supone, hace que los avances en este campo sean continuos. A pesar de todos los cambios que esta nueva tecnología está trayendo a la forma en que trabajan los profesionales jurídicos no es de esperar que en un futuro cercano las máquinas sustituyan a los humanos a la hora de tomar decisiones, sino que serán una herramienta más y muy potente que habrá que saber utilizar.

V. REFLEXIÓN FINAL

Para finalizar este trabajo creo conveniente dedicar espacio a las conclusiones y a las reflexiones personales surgidas tras analizar la inteligencia artificial en sus relaciones con el derecho. Muchos aspectos de nuestra vida diaria se encuentran ya afectados por las aplicaciones de la IA y esta tendencia no va a hacer más que incrementarse en el futuro. Gracias a este trabajo he podido conocer mejor esta tecnología y formarme una opinión fundada de las posibilidades que representa así como también de los desafíos que la acompañan.

Una de las características más definitorias del ser humano es su capacidad creativa para desarrollar tecnologías que le faciliten la vida. Desde sus orígenes el hombre lleva conviviendo con la tecnología y conforme esta ha ido evolucionando así lo iban haciendo también las formas de organización humanas. El derecho, como elemento fundamental de las sociedades, ha ido adaptándose a esta evolución de la tecnología. Aunque los desarrollos tecnológicos llevan produciéndose desde hace milenios, la enorme velocidad con la que los avances se llevan sucediendo desde la Revolución Industrial hasta nuestros días es algo inaudito en la historia del hombre. Desde mi punto de vista, estos cambios han sido tan rápidos que las sociedades no han tenido tiempo de asimilarlos. Debido a esto nos encontramos con sociedades donde la tecnología juega un papel central pero la mayoría de los individuos no son conscientes de los riesgos que su uso y abuso entraña. Los científicos son los que tienen que seguir trabajando en el desarrollo de nuevas aplicaciones pero es la sociedad la que a través de un diálogo común debe ser consciente de las implicaciones éticas y morales que su uso implica. No debe caerse en un excesivo tecnicismo y dejar de lado estos componentes éticos y morales que el uso de nuevas tecnologías lleva consigo.

Para asegurar un control democrático de las poderosas herramientas de la inteligencia artificial hay que alejarse de las posiciones ideológicas extremas tanto de los entusiastas como de los escépticos. Un excesivo cientificismo que piense que la IA va a ser la solución a todos los problemas del ser humano es tan ignorante como el escepticismo que no es capaz de ver las enormes transformaciones que esta nueva tecnología ya está efectuando y las cuales van a ir a más en el futuro. En el caso particular del derecho, siguiendo la línea de dos de los autores mencionados en este trabajo, los hermanos Dreyfus, mi opinión es que muchos de los criterios de decisión

son subjetivos del juzgador o del responsable en cuestión y, por ello, difícilmente codificables. Sin embargo, en la realización de tareas rutinarias hay un potencial enorme para la incorporación de herramientas de IA. Además, sin olvidar que el responsable último ha de ser un individuo humano, los sistemas de IA pueden ser una gran ayuda en el tratamiento de la información necesaria para tomar una decisión. No se trata de que sustituyan al hombre sino de que le apoyen en su trabajo. Por otro lado, todavía es pronto para saber si el enfoque conexionista de las redes neuronales podrá ser capaz de superar los problemas que entraña la formalización del pensamiento. Su paralelismo con la estructura del cerebro supone una original solución para intentar superar las limitaciones que los sistemas basados en algoritmos simbólicos han tenido históricamente para representar la complejidad de este pensamiento humano.

Un factor limitante a la hora de analizar las repercusiones de la IA es que forma parte de una revolución tecnológica que todavía está en curso y, por tanto, es imposible acercarse a ella desde una perspectiva que nos permita ver sus consecuencias de forma global. Lo que sí conocemos es la repercusión que otras grandes revoluciones tecnológicas como la Revolución Industrial tuvieron en los modos de vida de las personas. La transición de un modo de organización de la sociedad a otro no es para nada pacífica y la posición que se adopta durante su transcurso marca en buena medida el rumbo que posteriormente se seguirá. En este trabajo hemos visto unas pinceladas de cómo la IA está cambiando la forma cómo trabajan los profesionales en el campo del derecho. Aplicar estas innovaciones puede resultar costoso a corto plazo pero no hay duda de que los potenciales beneficios son enormes.

Como se ha dicho más arriba la formalización del pensamiento es uno de los grandes retos a los que se enfrenta la IA. En el caso del derecho nos encontramos con que las decisiones son tomadas en el contexto de descubrimiento de una manera que desafía a la racionalidad. Sin embargo, es en el contexto de justificación donde juega su papel la racionalidad, gracias a la cual puede establecerse un control institucional de las decisiones. En la actualidad, es en este contexto de justificación argumental en el que la IA puede ayudar a los profesionales gracias a sus posibilidades de almacenamiento y recuperación de la información. Las herramientas que hemos analizado, ontologías y web semántica para representar el conocimiento, *big data* para entresacar información oculta en montañas de datos sin estructurar y sistemas expertos y redes neuronales para ayudar en la elaboración de argumentos, son tres partes de una misma realidad. Esta

realidad es la innovación tecnológica. Los cambios en la forma de trabajar que trae consigo deben ser tomados en consideración por los profesionales jurídicos sino quieren ser relegados a un segundo plano en el futuro que nos espera.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- ANTONELLI, G. A., «Non-monotonic Logic», en *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 19 de septiembre de 2016. Puede consultarse en: [\[https://plato.stanford.edu/entries/logic-nonmonotonic/\]](https://plato.stanford.edu/entries/logic-nonmonotonic/)
- ATIENZA, M., «Las razones del derecho. Sobre la justificación de las decisiones judiciales», en *Isonomía: Revista de teoría y filosofía del derecho*, núm. 1, 1994, pp. 52-69.
- BARRAGÁN, J., *Informática y Decisión Jurídica*, 2ª edic., Distribuciones Fontamara S.A., México, 2008.
- BERNERS-LEE, T. y FISCHETTI, M., *Weaving the Web*, HarperCollins, San Francisco, 1999.
- BING, J., «Three generations of computerized systems for public administration and some implications for legal decision-making», en *Ratio iuris*, vol. 3, núm. 2, 1990.
- BOURCIER, D. y CASANOVAS, P., *Inteligencia Artificial y Derecho*, UOC, Madrid, 2003.
- CASANOVAS, P., «Inteligencia Artificial y Derecho: a vuelapluma», en *Teoría y Derecho. Revista de Pensamiento Jurídico*, núm. 7, 2010, pp. 203-221.
- «Derecho, tecnología, inteligencia artificial y Web Semántica. Un mundo para todos y para cada uno», en *Manual de Filosofía y Teoría del Derecho Tomo I*, Fabra y Spector (eds.), cap. XXV, Universidad Nacional Autónoma de México, 2013, pp. 467-521.
- CASELLAS, N., *Legal Ontology Engineering. Methodologies, Modelling Trends, and the Ontology of Professional Judicial Knowledge*, en *Law, Governance and Technology Series*, vol. 3, Springer-Verlag, Berlín/Heidelberg, 2011.
- CUADRADO, N., *Aplicación de los Sistemas Expertos al campo del Derecho*, Universidad Complutense - Facultad de Derecho, Madrid, 2004.
- DANZIGER, S., LEVAV, J., y AVNAIM-PESSO, L., «Extraneous factors in judicial decisions», en *National Academy of Sciences*, vol. 108, núm. 17, 2011.
- DREYFUS, H. L. y DREYFUS, S. E., *Mind over machine*, MacMillan, The Free Press, Nueva York, 1986.
- EZQUIAGA, F. J., «Argumentos interpretativos y postulado del legislador racional» en *Isonomía: Revista de teoría y filosofía del derecho*, núm. 1, 1994, pp. 70-99.

- FEIGENBAUM, E. A., «The Art of Artificial Intelligence: Themes and Case Studies of Knowledge Engineering», en *Proceedings of the 5th IJCAI Conference*, 1977, pp. 1014-1029.
- KHALIL, O. E. M., «Artificial Decision-Making and Artificial Ethics: A Management Concern», en *Journal Business Ethics*, vol. 12, núm. 4, 1993, pp. 313-321.
- LÓPEZ RINCÓN, D., «Robots y abogacía», en *Derecho de los Robots*, Barrio (dir.), Wolters Kluwer, Madrid, 2018, pp. 191- 201.
- LUCCI, S. y KOPEC, D., *Artificial Intelligence in the 21st century*, Mercury Learning & Information, Dulles, Virginia, 2016.
- MAYER-SCHONBERGER, V., y CUKIER, K., *Big Data. A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*, Houghton Mifflin Harcourt, Boston, New York, 2013.
- MAZZARESE, T., «Lógica borrosa y decisiones judiciales: el peligro de una falacia racionalista», Texto de la ponencia presentada en el *Congreso de Filosofía del Derecho en Homenaje al Prof. Ernesto Garzón Valdés*, Vaquerías, Argentina, septiembre de 1992.
- MCCARTHY, J., «Generality in Artificial Intelligence», en *Turing Award Lecture, Communications of the ACM*, vol. 30, núm. 12, 1987, pp.1030-1035.
- MUÑOZ SORO, J. F., «Documentos y firma electrónicos», en *Tecnología aplicada al ejercicio profesional*, Máster Universitario en Abogacía, Universidad de Zaragoza, 2017.
- MUÑOZ SORO, J. F., ESTEBAN, G., CORCHO, O., y SERÓN, F., «PPROC, an Ontology for Transparency in Public Procurement», en *Semantic Web*, vol. 7, núm. 3, 2016, pp. 295-309.
- PASQUALE, F., *The black box society: the secret algorithms that control money and information*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 2015.
- PEREIRA F., NORVIG, P., y HALEVY, A., «The Unreasonable Effectiveness of Data» en *IEEE Intelligent Systems*, vol. 24, núm. 2, 2009, pp. 8-12.
- PERIÑÁN-PASCUAL, C., y ARCAS-TÚNEZ, F., «La ingeniería del conocimiento en el dominio legal: La construcción de una Ontología Satélite en FunGramKB» en *Revista Signos. Estudios de Lingüística*, vol. 47, núm. 84, 2014, pp. 113-139.
- REDONDO, M., CALVO, D., y DÍEZ-GARRIDO, M., «Calisto, un software para la construcción del discurso político» en *El profesional de la información*, vol. 26, núm. 4, 2017, pp. 756-764.

SEARLE, J. R., «Minds, brains and programs», en *The Turing Test*, Shieber (ed.), The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2004.

SILVER, D. *et al.*, «Mastering de Game of Go without Human Knowledge», en *Nature*, vol. 550, pp. 354-359.

VELÁZQUEZ, H., «Lógica deóntica: breve panorama de la cuestión», en *Cuadrante-Phi*, núm. 28, Bogotá, Colombia, 2015.

ZADEH, L., «Fuzzy logic», en *Computer*, IEEE, vol. 21, 1988, pp. 83–93.

ZAID, G., «Heurística» en *Letras Libres*, 7 de marzo de 2013. Puede consultarse en: [<http://www.letraslibres.com/mexico-espana/heuristica-0>]