



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE DERECHO
SEMINARIO DE FILOSOFÍA DEL DERECHO

***DERECHO Y LÓGICA FUZZY, UNA APROXIMACIÓN DESDE
LA CIBERNÉTICA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL***

TESIS

que para obtener el título de
LICENCIADO EN DERECHO

presenta
JUAN ANTONIO ENRÍQUEZ SOLÍS

Asesora
DRA. CARLA HUERTA OCHOA

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

SEMINARIO DE FILOSOFÍA DEL DERECHO

OFICIO NO. SFD/21/05/2019

ASUNTO: Aprobación de tesis

DIRECTOR GENERAL.
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
P R E S E N T E

Distinguido Señor Director:

Me permito informar que la tesis para optar por el título de Licenciado en Derecho, elaborada en este seminario por el pasante en Derecho, **C. Juan Antonio Enríquez Solís**, con número de cuenta 305132310, bajo la dirección de la Dra. Carla Huerta Ochoa, denominada "DERECHO Y LÓGICA FUZZY, UNA APROXIMACIÓN DESDE LA CIBERNÉTICA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL", satisface los requisitos reglamentarios respectivos, por lo que con fundamento en la fracción VIII del artículo 10 del Reglamento para el funcionamiento de los Seminarios de esta Facultad de Derecho, otorgo la aprobación correspondiente y autorizo su presentación al jurado recepcional en los términos del Reglamento de Exámenes Profesionales y de Grado de esta Universidad.

El interesado deberá iniciar el trámite para su titulación dentro de los seis meses siguientes (contados de día a día) a aquél en que le sea entregado el presente oficio, en el entendido de que transcurrido dicho lapso sin haberlo hecho, caducará la autorización que ahora se le concede para someter su tesis a examen profesional.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÉ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D. F. a 21 de mayo de 2019


DRA. SOCORRO APREZA SALGADO
DIRECTORA

SAS*

Agradecimientos

A la entropía y al estado más probable.

A mis padres: Columba y Cándido por la crianza y el afecto.

A mi hermana: Alejandra por ser soporte para mis ideas.

A la Dra. Huerta por la paciencia y aportes a mi trabajo.

*A mis cofrades y amigos, por las charlas constructivas
y la motivación a la creatividad.*

*A la UNAM, al Seminario de Filosofía del Derecho
y a los contribuyentes.*

Introducción	3
Capítulo I. Introducción a la Cibernética, Sistemática, Teoría de la Información y Comunicación.....	8
1. Deconstrucción.....	8
1.1 Siglo XIX y XX.....	8
1.1.1 Electrónica.....	12
1.1.2 Probabilidad y azar.....	14
1.2 Teoría de Sistemas y Cibernética.....	17
1.2.1 Entropía.....	17
1.2.2 Cibernética	19
1.2.3 Sistema.....	21
1.2.3.1 Sistemas abiertos.....	24
1.2.3.2 Sistemas cerrados o absolutamente aislados.....	26
1.2.3.3 Sistemas autopoieticos.....	27
1.2.3.4 Sistemas emergentes.....	29
1.3 Retroalimentación	30
1.3.1 Retroalimentación positiva	31
1.3.2 Retroalimentación negativa.....	31
1.4 Información	32
1.5 Comunicación.....	36
1.5.1 Modelos de comunicación.....	37
Capítulo II. Derecho, Cibernética y Sistema Normativo.....	43
2. Derecho y cibernética	43
2.1. Eficacia y eficiencia jurídica	45
2.2. Control jurídico.....	55
2.2.1 Comunicación en el Derecho	55
2.2.2 Necesidad de reflexionar sobre y con el receptor normativo	59
2.2.3 Comunidad Lingüística.....	60
2.3. Sistema.....	62
2.3.1 Concepto de sistema jurídico	62
2.3.2 Normas	67

Capítulo III. Inteligencia Artificial y Derecho	71
3. Presupuestos básicos	71
3.1 Modelos y Tipos de modelos	71
3.2 Ontología y su aplicación jurídica.....	72
3.3 Inteligencia Artificial	72
3.3.1 Variantes de la inteligencia artificial.....	78
3.3.2 Sistemas expertos	78
3.3.3 Redes neuronales artificiales	81
3.4 Agentes jurídicos	86
3.5 Entorno	88
3.6 Juicio y Toma de decisiones	92
3.6.1 Razonamiento	95
3.6.2 Razonamiento deontológico.....	96
3.7 Derecho Informático.....	97
Capítulo IV. Lógica Formal, Lógica Deóntica, Lógica Fuzzy y Derecho	101
4. Antecedentes	101
4.1 Lógica formal.....	102
4.1.1 Lógica deóntica	105
4.1.2 Lógica polivalente.....	107
4.2 Teoría de Conjuntos: clásica y <i>fuzzy</i>	108
4.2.1 Conjuntos Clásicos	109
4.2.2 Conjuntos fuzzy o borrosos, una aproximación.....	114
4.3 Sistemas difusos.....	125
4.4 Lógica <i>fuzzy</i> , redes neuronales artificiales y derecho	127
4.5 Decisión judicial artificial, una reflexión	133
Conclusiones	137
Bibliografía y referencias	142

Introducción

Hoy día la resolución de la mayor parte de conflictos es responsabilidad del Estado, ya que la ley permite a los particulares los resuelvan por otras vías como la negociación, el arbitraje, etc. El Estado debe garantizar que todas aquellas controversias que se le plantean a sus tribunales sean resueltas en un tiempo determinado, breve y con apego a las normas que las regulan, esto plasmado en el artículo 17 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que en su párrafo segundo afirma:

Toda persona tiene derecho a que se le administre justicia por los tribunales que estarán expeditos para impartirla en los plazos y términos que fijen las leyes, emitiendo sus resoluciones de manera pronta, completa e imparcial.

Al ser una facultad propia de estos órganos, deben de ejercerla a través de los mejores medios tanto humanos como materiales para cumplir con esta fundamental tarea como establece el ya mencionado artículo en su séptimo párrafo:

Las leyes federales y locales establecerán los medios necesarios para que se garantice la independencia de los tribunales y la plena ejecución de sus resoluciones

Lo antes mencionado nos lleva a quienes de alguna u otra forma interactuamos con el derecho, a la posibilidad de plantearnos si esa es la forma en la cual se está cumpliendo dicha tarea.

Esta interrogante, aunque parece trivial o inocente implica una cantidad inmensa no solo de formas de abordar, sino también de solucionar dichos conflictos. El motivo de la presente tesis es analizar, a través de un enfoque que se sirve de postulados en los cuales prima la capacidad de autorregulación, el manejo de la vaguedad propia del lenguaje jurídico y el uso de la tecnología, desembocando en un proceso paulatino de ampliación de los operadores o agentes jurídicos para brindar otra forma de conceptualizar y responder a los problemas jurídicos.

Las personas al estar inmersas en un sistema jurídico, son moldeadas inclusive de forma inconsciente por el simple hecho de convivir, la forma como percibimos y afrontamos el fenómeno jurídico determina en muchos casos como nos acercamos al otro y al mundo. No solo de forma pasiva como receptores sino de forma muy activa, por ejemplo, como abogados, juzgadores o autoridades o en un proceso jurídico determinado.

Por ello uno de los propósitos de este trabajo es el tender puentes entre diversas disciplinas y plantearse la posibilidad de una compatibilidad entre conceptos e ideas que parecieran ser ajenas al campo del derecho, e incorporarlos para tener una mejor comprensión de la función que realiza el derecho como parte constitutiva de lo social. De esta forma es necesario perder el miedo a lo que las tecnologías nos ofrecen y comenzar a allanar el campo para futuros trabajos que busquen una vía alterna o un mejoramiento al sistema actual de solución de controversias.

En México existe poca literatura sobre el tema de la cibernética y el derecho así como del derecho y la inteligencia artificial, sobre estos tópicos encontramos por ejemplo, los libros de Javier Livias¹ *Cibernética, estado y derecho* y el de Edgar Ramón Aguilera² *Inteligencia artificial aplicada al derecho*, los cuales realizan un acercamiento bastante rico e interesante, pero en el caso del primero sólo revisa a la cibernética sin revisar los posibles usos tecnológicos, y el segundo retoma la idea de inteligencia artificial siguiendo un camino diferente al que nosotros estamos proponiendo.

A nivel internacional, la literatura aumenta y podemos encontrar intentos de creación de sistemas expertos, pero no vinculados a redes neuronales, que usan

¹ Livias, Javier, *Cibernética, estado y derecho*. México, Gernika, 1988.

² Ramón Aguilera, Edgar, *Inteligencia artificial aplicada al derecho*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, 2007.

lógica difusa, pero sin emplear sistemas de redes neuronales. El trabajo de Hajime Yoshino³ o más teórico como el de Bourcier⁴ van sobre esta línea de pensamiento.

En el primer capítulo realizamos un recorrido histórico, no por el surgimiento del derecho, sino de las *ciencias duras*, en particular partimos del cambio de paradigma, de la física mecánica a la cuántica, perfilando cambios en la electrónica y la probabilística, mostrando de esta forma la transformación de un mundo plenamente determinado y predecible a uno incierto y probable, abriendo el camino para enfoques nuevos sobre la realidad.

Una vez realizado esto, se revisa el concepto de sistema y cibernética para conocerlos y apropiarnos de estos, las circunstancias que llevaron a su formulación, cómo están vinculados al desarrollo de otras ciencias y lo que pueden aportar el desenvolvimiento social.

En el segundo capítulo revisamos la forma a través de la cual el Derecho y la Cibernética, en su acepción planteada por Norbert Wiener⁵, se interconectan, al tener como punto de contacto la función de generar un control sobre determinadas conductas, y cómo este control requiere un sistema mucho más amplio y complejo que permita comprender al Derecho como un sistema con retroalimentación, y la forma en la cual interactúa con otros sistemas en el universo social. Para este análisis recurriremos a la estadística proporcionada por el Consejo de la Judicatura Federal⁶.

La estadística proporcionada por dicho organismo, nos permite evaluar el desempeño del Estado en la resolución de conflictos jurídicos que se presentan ante los tribunales, en particular utilizaremos la que brindan los Tribunales Colegiados de Circuito, a través de su análisis podremos generar la pauta para un replanteamiento de la forma en la cual se resuelven los conflictos jurídicos; los

³ Yoshino, Hajime et al. "A fuzzy theoretical approach to case-based representation and inference in CISG", *Artificial Intelligence and Law*, Netherlands, 1999, vol. 7, pp. 259-272.

⁴ Bourcier, Danièle, *Inteligencia artificial y derecho*, Barcelona, Editorial OUC, 2003

⁵ Wiener, Norbert, *Cibernética y sociedad*, México, CONACYT, 1981.

⁶ La estadística proporcionada por dicha Institución sólo comprende hasta el año 2016 y no en todos los campos, esto cobra especial atención al momento de fundamentar nuestra investigación.

términos de eficacia y eficiencia cobran especial interés, por lo cual se explicitan y explican más adelante.

En el capítulo tres partimos de los avances realizados en la ciencia de la computación y la tecnología para poder pensar en una forma a través de la cual el Derecho puede servirse de ellas, mejorando sus propios procesos. Para ello consideramos que la inteligencia artificial nos permite conceptualizar a un nuevo tipo de agente que trabaje empleando dichos avances, esto sin dejar de lado que debemos partir de la forma en la cual suele razonar una persona y posteriormente en cómo puede llegar a tomar decisiones jurídicas, por lo cual, lo que se busca es generar cooperación entre el nuevo tipo y el agente tradicional y no propiciar una rivalidad.

En el capítulo cuatro recuperamos esta visión de los agentes no humanos para comenzar a plantear una aproximación de lo que sería una forma de abordar a través de un pensamiento *fuzzy*, por ello requerimos revisar de forma muy breve lo que es el tema de la lógica clásica, pasando por la teoría de conjuntos clásicos para desembocar en las lógicas polivalentes y la teoría de conjuntos *fuzzy* y por ende la lógica difusa o *fuzzy*.

No es motivo de este trabajo el generar una notación particular para esta lógica en derecho sino explorar las oportunidades que nos brinda el tener un pensamiento que nos permita ampliar la forma en la cual utilizamos los términos normativos vagos o poco claros. Por ello más allá de una notación específica, nos centramos en ofrecer un ejemplo, usando el tipo penal de homicidio, su posible graduación y la forma en la cual se interrelacionaría en un sistema de neuronas artificiales que se alimentan de información del mundo natural, del mundo jurídico y procesarlo de tal manera que se puede ofrecer una respuesta entendible para *máquinas y humanos*.

Por ende, este trabajo debe ser tomado como un punto de partida a estos temas sin que se llegue a realizar una explicación extensa de ellos. Se realiza la investigación de conceptos básicos, su concatenación e invitación al lector a que se adentre en estos campos considerados ajenos al mundo del Derecho. Con la

intención no solo de crear una nueva línea de investigación, sino también de reforzar y ampliar las existentes.

Capítulo I. Introducción a la Cibernética, Sistemática, Teoría de la Información y Comunicación

1. Deconstrucción

Aunque poco heterodoxa, nuestra indagación no comienza con una historia que narre el devenir propiamente del Derecho hasta nuestros días, esta comienza en la historia de la humanidad y posteriormente, de la ciencia *dura* o formal en el sentido moderno de dicha acepción, ya que buscamos deconstruir.

El concepto deconstrucción es producto de la escuela postestructuralista desarrollada por Jaques Derrida, retomaremos la siguiente frase, recuperada del texto Cartas a un amigo japonés, en el cual se nos menciona: *más que destruir era preciso asimismo comprender cómo se había construido un conjunto, y para ello, era preciso reconstruirlo*. Como podemos entender de esta frase si bien no se nos plantea como un método si nos permite indagar cómo es que llegamos al producto final⁷.

El deconstruir nos lleva tomar una postura dinámica, de constante cambio, a pensar que los conceptos no son inmutables, a buscar un inicio diferente y por lo tanto partiendo de un contexto social diferente al ámbito jurídico que pareciera estar en otra dimensión, como si la realidad social estuviese en otra esfera y la interacción entre estas áreas fuese imposible.

1.1 Siglo XIX y XX

Partiendo del concepto anterior mencionaremos que el siglo XIX y siglo XX fueron siglos convulsos, cuyos cambios han marcado el destino de la humanidad y su relación con sus creaciones en todos los ámbitos, la modernidad que no ha

⁷ Debemos ser cuidadosos, si bien en este trabajo se está hablando de desconstrucción *lato sensu*, es necesario recalcar que es un término que conlleva su propia condena pues, esté no escapa a su propio origen, Derrida en la carta antes mencionada inclusive llega a mencionar lo siguiente: *¿Lo que la desconstrucción no es? ¡Pues todo!, ¿Lo que la desconstrucción es? ¡Pues nada!*, motivo por el cual tomaremos la frase citada en el cuerpo del trabajo para encausar a que estamos haciendo alusión. Véase Derrida, Jacques, "Carta a un amigo japonés", en Peretti, Cristina de (trad.), *El tiempo de una tesis: Deconstrucción e implicaciones conceptuales*, Proyecto A Ediciones, Barcelona, 1997, pp. 23-27.

pasado de moda, como menciona Koyre, *pues se es moderno en tanto que se piense como los coetáneos, pero un poco diferente de los maestros*⁸.

Moderno, en tanto que apegado al orden y el progreso de la humanidad, en línea recta, sin cuestionarse demasiado el devenir histórico de la civilización, en particular occidental, a estos períodos Efimov los engloba en la historia moderna mientras que Martínez los coloca en la época moderna y contemporánea occidental⁹.

La historia marca dos hechos que perfilan el derrotero de las ciencias, las artes y la sociedad, van juntos y uno tira del otro de manera constante; son la *Revolución Mecánica* consistente en los procesos de invención y descubrimientos mecánicos empleados en los trabajos donde no se requiere inteligencia y discernimiento humano, y la *Revolución Industrial* entendida como una forma de cambio en la producción¹⁰.

La máquina como sustituto del trabajo muscular del hombre entra en escena a partir del siglo XVIII con la máquina de vapor de Watt, la cual es producto del perfeccionamiento de la máquina de Newcomen. La importancia de este invento es su implementación en la industria textil pasando del modelo artesanal a un previo a la producción en serie, donde la mano de obra se combina con las máquinas, estableciendo el modelo a seguir para los futuros sistemas fabriles¹¹.

⁸ Koyré, Alexandre, *Estudios de historia del pensamiento científico ed. 12º*, México, Siglo XXI, 1995, p. 9.

⁹ Ambos autores parten de los diversos momentos considerados como revoluciones, por un lado, tendríamos el antecedente en el movimiento independentista de las 13 colonias, pasando a la Revolución Industrial en Inglaterra y la Revolución Francesa (burguesa). Esto puede desprenderse del trabajo de Efimov, cuya visión es marcadamente marxista y por ende materialista mientras que en contraparte tenemos a Martínez, quien, tomando un punto de partida ecléctico, llama a los siglos que se mencionan como un continuo que da como resultado lo contemporáneo; en Efimov, A., *Historia Moderna*, México, Grijalbo, 1964, p. 96, y Martínez, Josefina (coord.), *Historia contemporánea*, Valencia, Editorial Tirant Lo Blanch, 2006 Colección Crónica, pp. 25-35.

¹⁰ Wells, Herbert George, *Breve historia del mundo*, Segunda edición, (trad.) Atard, R., Barcelona, Ediciones Península, 2005, p. 281

¹¹ El sistema fabril como lo conocemos surge de la aplicación de la máquina como un método para disciplinar la industria doméstica altamente desorganizada del trabajador individual y mantener los niveles de producción que eran requeridos, esto debido al aumento de la población mundial y las migraciones del campo a la ciudad, Lastra Lastra, José Manuel, "La Revolución Industrial y el Movimiento Obrero Inglés", *Alegatos*, México, UAM, 2013, núm. 40, septiembre-diciembre. pp. 453-

En el siglo XIX, en el tercer cuarto específicamente, el uso de las máquinas de vapor disminuye gracias a la energía eléctrica y la creación de los motores eléctricos y su uso en las fábricas, generando un nuevo modelo de competitividad, ya que la producción aumenta pues se podía tener un número mayor de máquinas a costos relativamente más bajos, con un mantenimiento y gasto de energía reducidos, la opción de trabajar a un ritmo individualizado acompañado de los incentivos necesarios para los trabajadores: el salario y el temor a perder su trabajo, marcan este período.

Las mejoras en los medios de producción y transporte conllevan el reemplazo del artesano por el obrero y su saber por la producción en serie, y a las bestias y aparatos *sencillos* a ser sustituidos por máquinas con motor (eléctricos, vapor o combustión), originándose el temor al desplazamiento del hombre por la máquina, propiciando movimientos sociales en contra de esa forma de *progreso*, por ejemplo el Ludismo¹², que llevo a la destrucción de las máquinas por la creencia de que se restaurarían sus empleos y obtendrían mejores condiciones salariales.

Estos desarrollos requerían una cantidad ingente de materia prima, la cual se conseguía de los países menos desarrollados industrialmente, ocasionando la repartición del mundo durante el proceso denominado colonialismo¹³. Las guerras mundiales y en particular la segunda guerra mundial trajo no solo muerte y destrucción, sino también grandes avances técnicos y científicos. Por ejemplo, el radar o los servomecanismos. Inventos que modificaron la relación entre el hombre y la máquina, a su vez abrieron paso a un tipo nuevo de comunicación por ende a un nuevo lenguaje.

A través del tiempo se ha generado una inmensa cantidad de conocimientos que se acumulan o se emplean para mejorar tanto el sistema de producción como

454. Disponible en <https://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/pdfs/36/40-06.pdf>, fecha de consulta: 11/02/19.

¹² *Ibidem*, pp. 463-464.

¹³ Granados Erazo, Oscar, "Imperios y Colonialismo, 1870-1914 ¿Una era de Globalización, Geopolítica o Nacionalismo Económico?", en *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, Colombia, Universidad Militar Nueva Granada Bogotá, 2010, vol. 5, núm. 1, enero-junio, pp. 51-82. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/927/92720021004.pdf>, fecha de consulta: 06/07/18.

la comprensión del ser humano y su entorno, gestándose así un cambio progresivo en el mundo (social-natural). El proceso de intercambio entre naciones tanto de saberes científicos como técnicos, así como los procesos de multiculturalidad producto de la migración, requieren ser abordados desde distintos aspectos de la realidad, llevándonos a la sociedad de la información.

La sociedad de la información lleva al hombre más allá de lo físico como apunta Wiener¹⁴

Lo más grande que puede hacer hoy un trabajador de pico y pala para ganarse la vida es actuar como una especie de alisador detrás de un bulldozer... el hombre que no tiene nada más que vender que su propia fuerza física no ofrece nada que valga el dinero de alguien.

El hombre va siendo valorado cada vez más por su capacidad de comunicación y la calidad de la información que puede aportar que por la fuerza física, no importa ser el más grande y fuerte, ahora estas cualidades son desplazadas por el contenido que guarda la materia gris de cada uno y la forma en la cual esta es expresada y explotada.

Toda esta época se centró en la sustitución de la energía humana y animal por energía generada en forma mecánica¹⁵; permitiendo la acumulación de conocimiento, perfilando el siglo XXI no como una época del imperio de las máquinas, sino como una época donde la información y su control son el motor de las sociedades modernas, lo cual implica que existe un contexto filosófico, científico y tecnológico imperante, todo un paradigma en el sentido de Tomas Kuhn¹⁶, en el

¹⁴ Wiener, Norbert, *op. cit.*, nota 5, p. 135.

¹⁵ Livias, Javier, *op. cit.*, nota 1, pp. 81-82.

¹⁶ Kuhn menciona que un paradigma es un logro que comparte dos características, la primera es que los trabajos sustentados en dicha forma de hacer ciencia no tenía precedentes, eran capaces de atraer a un grupo duradero de partidarios alejándolos de los modos rivales de actividad científica y eran lo bastante abiertas para dejar definido todo un campo de problemas por resolver; Kuhn, Thomas S., *La estructura de las revoluciones científicas*, 3ª ed., Santos Solís, Carlos (trad.) México, Fondo de Cultura Económica, 2006, Breviarios, pp. 70-71.

cual ya no sólo es la automatización de procesos sino la búsqueda de la automación¹⁷.

1.1.1 Electrónica

La electrónica hace su aparición desde el siglo XIX cuando se comenzaron a realizar los primeros experimentos con descargas eléctricas en ampollas al vacío o que contenían gases rarificados, centrándose en las descargas procedentes del ánodo (electrodo positivo) y más tarde en las provenientes del cátodo (electrodo negativo), la importancia de esta distinción radica en la identificación de las cargas y las transferencias eléctricas, siendo cruciales para la creación y uso de los primeros tubos de vacío¹⁸.

Estos tubos de vacío fueron empleados en la transmisión y recepción de radio, posibilitando primeramente que se reemplazaran aquellas partes analógicas por los circuitos telefónicos de larga distancia y la telegrafía sin hilos, al paso del tiempo el avance fue tal que se logró la radio-difusión.

El desarrollo de tecnología no se detuvo con los tubos de vacío, la conducción de la corriente eléctrica siguió investigándose utilizando otros materiales como los cristales semiconductores, John Bardeen, Walter H. Brattain y William Shockley desarrollaron los primeros modelos de transistores, utilizando cristales semiconductores cuyas características podían variar en gran medida con la adición de pequeños elementos o con ciertos defectos¹⁹. Por esta razón los transistores han sustituido rápidamente a otras formas de conducción por ser más pequeños, su mayor fiabilidad, duración y precio.

¹⁷ La intervención humana va siendo menor, dejando que la herramienta trabaje por sí sola con un mínimo de participación del hombre, por lo cual se requiere que la máquina reciba constante información de lo que está ocurriendo en su entorno.

¹⁸ Mártil de la Plaza, Ignacio, La Historia de la Electrónica antes del Transistor, *Público*, 2017, disponible en <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2017/03/31/la-historia-de-la-electronica-antes-del-transistor/>, fecha de consulta 03/05/17.

¹⁹ Mártil de la Plaza, Ignacio, "William Shockley y la invención del transistor", *Open Mind*, 2017, Ciencia Grandes Personajes, disponible en <https://www.bbvaopenmind.com/william-shockley-y-la-invencion-del-transistor/>, fecha de consulta 12/12/17.

En 1960 se crean los circuitos integrados, en los que, en una pastilla de silicio de dimensiones muy pequeñas, se pueden colocar un número cada vez mayor de componentes. Este proceso llevó al desarrollo de la microelectrónica y la electrónica con circuitos cada vez más potentes. En la electrónica digital las señales analógicas son discretizadas y expresadas en forma digital, esto es se traducen en impulsos eléctricos de forma binaria, ya sea 1 (hay señal) o 0 (no hay señal)²⁰.

Estos avances están directamente conectados con el desarrollo de la Inteligencia Artificial, de lógicas binarias y no binarias en el ordenador y su forma de funcionar, puesto que las señales discretizadas son impulsos eléctricos, los cuales son representados e interpretados digitalmente en un sistema binario, en el cual se representan todos los números y pueden realizarse todas las operaciones aritméticas²¹.

Las innovaciones en electrónica tales como el avance en microelectrónica (transistores, circuitos integrados), optoelectrónica (diodos, láseres, fibra óptica), las técnicas informáticas de diseño y desarrollo de software (bases de datos, orientadas a objetivos) y al sistema de comunicaciones²², han propiciado uno de los cambios más espectaculares del siglo XXI, nos referimos a la explosión de la Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC.). El fundamento inicial de cambios lo podemos referir al afán de la digitalización de la información y la posibilidad de analizarla con diversos equipos, primero con tarjetas perforadas, cintas magnéticas, el grabado en disco hasta las memorias actuales.

Hoy día, la disponibilidad de ordenadores con gran rapidez de cálculo, permite realizar más de *mil millones de operaciones por segundo*²³, la enorme

²⁰ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, *Comunicaciones en Redes, Tipos de Señales*, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, disponible en http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro27/133_tipos_de_seales_analgicadigital.html, fecha de consulta: 12/12/18.

²¹ Un ejemplo de esto lo podemos ver en el siguiente documento, Mendías Cuadros, José Manuel, *Representación Digital de la Información, Fundamentos de Computadores*, Universidad Complutense de Madrid, disponible en <http://www.fdi.ucm.es/profesor/mendias/FC/FCtema1-imprimible.pdf>, fecha de consulta: 15/02/17.

²² Wells, Herbert George, *op. cit.*, nota 10, p. 387.

²³ Investigación y Desarrollo, "China arranco el más veloz supercomputador del orbe; mil millones de operaciones por segundo", ID, disponible en <https://invdes.com.mx/tecnologia/china-arranco-el-mas->

capacidad de cálculo y memoria han influido de manera decisiva en el desarrollo de prácticamente todos los campos en mayor o menor medida. El Derecho se ha servido de este tipo de instrumentos para buscar mejorar el quehacer jurídico, este punto será tratado más adelante.

Después de este somero recuento de dos siglos de unas cuantas páginas, iremos a los aportes más hondos, los que permean en la sociedad y se disgregan, aquellos que damos por sentados sin reflexionar sobre su origen y que conducen hoy por hoy buena parte de nuestras vidas.

1.1.2 Probabilidad y azar

La gran labor de la física del siglo XX fue el desbancamiento de la idea gestada por la misma ciencia sobre la presentación de una realidad exacta, de un mundo material exacto, medible y totalmente predecible. No existe conocimiento absoluto, así como tampoco información perfecta, por información debemos entender al mensaje emitido por una fuente x, por ejemplo, en una conversación, la unión de silabas y vocales en palabras serían la información, podríamos incluso decir que es la materia en bruto de la comunicación.

La afirmación anterior se evidencia con la imposibilidad por ejemplo de obtener una imagen precisa, fiel, que registre todos los detalles de la piel o de una *simple* célula; como menciona Bronoswki²⁴, peculiaridad de la teoría atómica ligada al principio de Heisenberg, dicho principio menciona que no se puede conocer más que información imprecisa del punto de partida y destino de una partícula, esto situado dentro de una zona de tolerancia o límite que permite mantener la constancia de la partícula.

Éste no es sólo aplicable a la física, sino también a los sistemas humanos que trabajan con un sistema simbólico-interpretativo limitado. Un ejemplo es el rostro humano en constante cambio y la posibilidad que tenemos de registrar los

veloz-supercomputador-del-orbe-mil-millones-de-operaciones-por-segundo/, fecha de consulta 10/08/18.

²⁴ Bronowski, Jacob, *El ascenso del hombre*, Bogotá-México, Fondo Educativo Interamericano, 1979, pp. 353-368.

cambios y mantener la unidad del rostro, no deja de ser nuestro padre o un amigo aún a través del tiempo por más señas de envejecimiento que muestre.

Esta visión del mundo, es decir la manera en que los seres humanos somos capaces de acceder al conocimiento contextualizado a un tiempo, espacio y cultura determinada, mediado por las herramientas que se construyen de manera progresiva, ya sea cultural o físicamente, ponen el acento en la imposibilidad de la certeza.

Boursin (retomando) a Pascal, conceptualiza al azar como una experiencia de la cual no parece posible prever el resultado, una experiencia aleatoria²⁵, por ejemplo, al lanzar una moneda, lo que se encuentra perfectamente determinado es la cara que quien lanza la moneda puede ver, además de la posición de la mano, también podemos mencionar que tanto las condiciones atmosféricas y el modo de lanzarla están determinados; es importante tomar en cuenta la existencia de ínfimas variaciones, que son imposibles de controlar al lanzarla son las que provocan una variación completa en el resultado de la experiencia. Esta ignorancia de los acontecimientos es lo que denominamos *azar*, lo que no impide que sea calculado o se trate de calcular para poder predecir el futuro, para ello se emplea la probabilidad.

El azar no es un concepto nuevo, sino que ha ido acompañando al ser humano a lo largo de su desarrollo cultural, primero como algo innominado misterioso cuya presencia se admite, pero no se le logra ubicar, después a esta condición peculiar de no saber qué va a ocurrir se le denomina azar y al nominársele se le restringe y se le designa un campo de acción.

Es hasta que los jugadores se preguntan sobre las oportunidades que tienen de ganar en esos juegos donde no se conocen los resultados posibles que pueden obtenerse; el primer trabajo²⁶ que comienza con la discusión sobre la probabilidad se le atribuye a Girolamo Cardano físico, astrologo y matemático en cuyo libro *Liber De Ludo Alaea* donde postula *el equilibrio equitativo*, esto es, que todo jugador se

²⁵ Boursin, Jean-Louis, *Las estructuras del azar*, Barcelona, Ediciones Martínez Roca, 1968, p. 5.

²⁶ Willoughby, Stephen, *Probabilidad y estadística*, México, Publicaciones Cultural, 1993, p. 1.

encuentra en igual de posibilidades de ganar o perder y cuyo único factor determinante es el azar o la equiprobabilidad, por ejemplo, en un dado de seis caras se asume que cada punto tiene la misma oportunidad de aparecer salvo que el dado este cargado.

Siguiendo el los dados, un jugador de nombre Méré le pregunta a Blaise Pascal ¿cuántas veces será preciso tirar por lo menos para que se pueda apostar con ventaja que, después de estas tiradas, se sacara doble seis?²⁷, este planteamiento lleva a nuestro ilustre pensador a responder la interrogante, sentando las bases del cálculo de probabilidades comenzado por Cardano²⁸.

La teoría de la probabilidad como menciona Mode es un sistema matemático compuesto de términos definidos e indefinidos y de un conjunto de suposiciones relativas a ellos; de todo esto obtenemos conclusiones lógicas, esto es, demostramos teoremas²⁹. La probabilística surge entonces como una disciplina abstracta, que usamos como modelo para hacer deducciones relativas a eventos que posiblemente pueden suceder en una operación física o imaginaria.

De forma general podemos escoger un subconjunto llamado *evento* que consiste en los resultados posibles y preguntarnos cuál es la probabilidad de obtener un resultado que pertenezca a ese evento al efectuar el experimento una sola vez, la probabilidad de un evento es la suma de las probabilidades de los resultados que lo componen. En la práctica debemos razonar a partir de consideraciones intuitivas y con información limitada, lo que nos lleva a pensar que la probabilidad es una medida de la creencia personal respecto a que acontezca un evento.

La probabilidad es el estudio de fenómenos puramente aleatorios³⁰. La palabra probabilidad se usa para indicar la posibilidad de que ocurra un evento o resultado, la definición clásica se emplea en el sentido experimental ya que se

²⁷ *Ibidem*, p. 2.

²⁸ Mode, Elmer Beneken, *Elementos de probabilidad y estadística*, España, Editorial Reverté, 1970, p. 1.

²⁹ *Ídem*.

³⁰ Willoughby, Stephen, *op. cit.*, nota 26, p. 1.

esperan ciertos resultados definidos, de los cuales cada uno es igualmente plausible.

Ahora bien, el estudio de la probabilidad requiere de un sustento, este es la estadística, se puede describir como la ciencia o arte de reunir y analizar datos e inferir consecuencias a partir de estos elementos³¹. La estadística es indispensable ya que, sin contenido, la probabilidad carecería de sentido y se perdería su lado más pragmático.

La visión de fenómenos o hechos aislados y precisos se modificó, la imposibilidad de precisión y certeza absoluta trajo mayor relevancia sobre lo que es probable; los entornos en donde estos hechos o fenómenos ocurrían y las interacciones internas y con su entorno se comenzaron a tomar en cuenta, originando teorías que trataran explicar estas relaciones.

1.2 Teoría de Sistemas y Cibernética

Antes de abordar ambas disciplinas y su interrelación, es necesario conocer uno de los principios centrales de ambas, *la entropía*, comprendiéndolo veremos por qué dichas ciencias se enfocan tanto en la organización y en los resultados que ésta ofrece.

1.2.1 Entropía

La inclusión de este tema es crucial dado que todo sistema organizado, inclusive el ser humano al realizar sus quehaceres, requiere del uso de energía, esto implica un gasto, proveniente de los alimentos y su metabolización.

Partiremos de las leyes de la termodinámica, para nuestros fines nos basta conocer las dos primeras, pues son relevantes para tratar el tema de cómo se genera el *trabajo* en un sistema. La primera establece que la energía en un sistema cerrado es conservada, no se gana ni se pierde energía.

³¹ Boursin, Jean-Louis, *op. cit.*, nota 25, p. 123.

La segunda enuncia que existirá una transferencia constante de calor, del cuerpo más cálido al más frío, es importante recalcar que esta segunda ley tiene un fundamento probabilístico, se comienza en x estado esperando llegar al estado z más probable, Clausius llego a la conclusión de que la transformación de energía térmica en trabajo se vuelve cada vez menos factible cuando se daba una disminución en la diferencia de temperatura, a este fenómeno en termodinámica se le denomina *entropía*³².

Por ejemplo, cuando dejamos un cubo de hielo sobre la mesa, lo más probable es que si es verano, el cubo no tarde en convertirse en líquido, no es probable que el hielo de manera *natural* se mantenga como un cubo, lo más probable es que se tienda a convertir en líquido³³; las leyes físicas sólo pueden ser aplicadas dentro de ciertos límites y para ciertos órdenes de magnitud, esto es están confinados a espacios, momentos y sus relaciones, hablamos entonces de sistemas³⁴.

Este estado de equilibrio se logra cuando la probabilidad máxima se alcanza y no hay tendencia al cambio, de allí que no existan procesos de irreversibilidad en la naturaleza, nada regresa a su estado original.

Boltzamn retoma el concepto de entropía y lo reconceptualiza, establece que los átomos asumen un estado más desordenado cuando la energía es degradada, ya sea usada o transferida³⁵. De esta forma la entropía pasa a ser un parámetro del desorden, producto del uso de energía y la imposibilidad de regresar la energía gastada como parte de un proceso irreversible. Es la probabilidad de un estado particular, definido aquí como el número de formas en que se puede armar (el desorden) a partir de sus átomos con la siguiente ecuación:

³² Johansen Bertoglio, Oscar, *Introducción a la teoría general de sistemas*, México, Limusa, 1994, p. 90.

³³ *Ibidem*, p. 91.

³⁴ *Ídem*.

³⁵ Johansen Bertoglio, Oscar, *op. cit.*, nota 32, p. 351.

$$S = K \log W^{36}$$

Esta fórmula se traduce en un mundo probabilístico, ya no manejamos ni cantidades ni afirmaciones relativas a un universo dado real y específico, sino que hacemos preguntas que pueden encontrar respuesta en un gran número de universos similares.

Otro aporte a esta concepción del mundo la proporciona Willard Gibbs, consistió en la mecánica estadística; este autor no considero un sólo mundo, sino todos los mundos que pueden ser respuestas a un conjunto limitado de preguntas las cuales están relacionadas con nuestro entorno; esta forma utiliza a la probabilidad para dar respuestas a conjuntos pequeños de mundos para poder responder a grupos mayores³⁷. Además, sustenta la teoría de que esa probabilidad aumentaba naturalmente con la edad del universo. La medida de esa probabilidad se llama entropía y la tendencia característica de la entropía es la de aumentar.

Al aumentar la entropía, el universo y todos los sistemas cerrados de éste tienden naturalmente a deteriorarse y perder su carácter distintivo. Naturalmente los estados desordenados son mucho más probables que los ordenados, ya que prácticamente cualquier montaje de átomos formado aleatoriamente será desordenado; es así que cualquier arreglo ordenado decaerá.

Esto no siempre es así, al ser una regla probabilística existen excepciones y dentro de estas cabe señalar a los organismos vivos y las maquinas que tienden si bien a decaer también tienen mecanismos que retrasan este decaimiento.

1.2.2 Cibernética

El origen de la cibernética se encuentra en un dominio fronterizo entre varias disciplinas, sobre todo en la frontera que insospechadamente colindan la tecnología, las ciencias biológicas, la matemática y la lógica matemática. La definición la tenemos establecida por Norbert Wiener a quien se le atribuye el establecimiento

³⁶ Donde S es entropía, está representada como proporcional al logaritmo de W, la probabilidad de un estado dado siendo K la constante de proporcionalidad, *ídem*.

³⁷ Wiener, Norbert, *op. cit.*, nota 5, p. 15.

de la disciplina, en su libro *Cibernética o el control en animales y maquinas* menciona: *es la ciencia del control y de la comunicación en el animal y en la máquina*³⁸.

Resultando como nos menciona Greniewski, en el estudio de los sistemas relativamente aislados y las redes de todo el sistema, ocupándose de dos procesos: la transformación de la acción y transformación de la información³⁹. El primero de estos procesos lo identificamos con la necesidad de ajuste en tanto búsqueda de control (constante) y por ende la regulación. El segundo proceso, está relacionado con el intercambio de información, dándose la comunicación entre medio-agente-agente.

Otra definición que sintetiza el concepto de cibernética es la de Kolmogorov, quien la define de la siguiente forma: la disciplina científica que estudia los sistemas de cualquier naturaleza, capaces de percibir, conservar y transformar información y utilizarla para la dirección y la regulación⁴⁰.

Para que se dé el control y la comunicación debe estar presente el concepto del cambio⁴¹, ya que, sin esta cualidad, no habría necesidad de los dos factores antes mencionados, por lo cual esto ocurre al momento de interactuar con el entorno. El cambio suele presentarse en forma continua pero dadas las implicaciones y dificultades matemáticas para su tratamiento de esta manera, debe abstraerse y pensarse en forma discreta, esto es paso a paso, un estado particular a la vez en el tiempo.

Propiamente el dominio de la cibernética recae sobre los sistemas abiertos o relativamente aislados, en particular los sistemas de información, ya que éstos son los que operan con mensajes que contienen información, la cual utilizan para el

³⁸ Wiener, Norbert, *Cibernética o el control en animales y maquinas*, Martín, Francisco (trad.), Barcelona, Tusquets, 1985, p. 38.

³⁹ Greniewski, Henryk, *Cibernética sin matemáticas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1965, p. 49.

⁴⁰ Cuando se refiere a naturaleza debemos entender aquellos sistemas tanto orgánicos como mecánicos o de creación humana, sería erróneo interpretar esta definición en el sentido de la inclusión de sistemas totalmente cerrados o aislados, Asbhy, William Ross, *Introducción a la Cibernética*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1977, p. 10.

⁴¹ *Ibídem*, pp. 21-22.

control de sí y la adaptación a su medio ambiente, buscando las particularidades que comparten la comunicación en animales, humanos y máquinas.

Nuestro estudio está centrado en la comunicación entre hombres y máquinas (agentes) y máquinas y máquinas. La máquina y el organismo viviente son dispositivos que local y temporalmente parecen resistir a la tendencia general de aumento de la entropía alrededor suyo, produciendo una zona antientrópica mediante su capacidad para ordenar y tomar decisiones.

1.2.3 Sistema

La complejidad resultante de la indeterminación de los estados dio pie a una multiplicidad de enfoques que trataron de hacerle frente, la teoría de sistemas nos parece la forma más adecuada de abordar las problemáticas que surgen a raíz de la concepción sobre la realidad tomando en consideración la comunicación e interacción presente entre agentes.

El primer autor en postular una teoría sobre sistemas fue Bertalanffy, el cual lo definía de la siguiente forma:

Un complejo de elementos interactuantes, aquí interacciones significan que elementos denominados p , están en relaciones llamémoslas r , de suerte que el comportamiento de un elemento p en r es diferente de su comportamiento en otras relaciones r' . sí los comportamientos en r y r' no difieren, no hay interacciones y los elementos se comportan independientemente con respecto a las relaciones r y r' ⁴².

De forma general un sistema es un conjunto de elementos con interrelaciones dinámicas y funcionales. Este conjunto se organiza en función de un fin, teniendo una acción común más importante que las propiedades elementales⁴³. Otro autor que nos ayuda a entender este concepto es Johansen, dando a entender por sistema un grupo de partes y objetos que interactúan y que forman un todo, o que

⁴² Bertalanffy, Ludwig von, *Teoría general de los sistemas*, México, Fondo de Cultura Económica, 2009, p. 56.

⁴³ *Ídem*.

se encuentran bajo la influencia de fuerzas en alguna relación definida, cuya unión es alcanzar un conjunto de objetivos⁴⁴.

Por ejemplo, nuestro planeta, en el cual se desarrollan multiplicidad de eventos, todos relacionados entre sí, como lo son: el ciclo hidrológico y las estaciones del año, pero éstas a su vez están supeditadas a los movimientos de traslación y rotación de la Tierra alrededor del Sol, que a su vez se encuentra en la Vía Láctea, etc., siendo todos estos hechos, una serie de interacciones.

Como podemos ver, las partes de un sistema pueden ser consideradas como subsistemas, un subsistema puede definirse como un conjunto de partes e interrelaciones que se encuentran estructuralmente y funcionalmente dentro de un sistema mayor, y que posee sus propias características, o en su defecto como supersistemas cuando un sistema pertenece a un sistema mayor. Se debe tener cuidado al momento de realizar las divisiones, pues como vemos, esto va en ambos sentidos tanto creciente como decreciente y las líneas que dividen suelen ser finas.

Ahora bien, dentro de la especificidad de lo que es un sistema cibernético, agregaremos, que es aquel capaz de observarse a sí mismo y a su entorno, y de actuar sobre este entorno y sobre sí mismo, valorando la capacidad de sus resultados y metas, resultando en un sistema con intencionalidad, donde la teleología toma un papel importante en cuando a la dirección y fines del sistema⁴⁵.

Existen dos conceptos centrales que permiten identificar un sistema, el primero es *la sinergia*, que hace referencia a que la suma de las partes es menor o diferente del todo, o bien cuando el examen de alguna de las partes no explica la conducta del todo ya organizado. El segundo es *la recursividad*⁴⁶, en ésta se concibe a un objeto que sin importar su tamaño tiene propiedades que lo convierten en una totalidad, es decir es un elemento independiente, esta cualidad se aplica a sistemas dentro de sistemas (más incluyentes), y a ciertas características y funciones

⁴⁴ Johansen Bertoglio, Oscar, *op. cit.*, nota 32, p. 54.

⁴⁵ Jramoi, A. V., *Introducción e Historia de la Cibernética*, en Bravo, José María, (trad.), México, Grijalbo, 1968, pp. 47-48.

⁴⁶ Johansen Bertoglio, Oscar, *op. cit.*, nota 32, pp. 35-36, 44-45.

particulares, propias de cada sistema, que son semejantes a la de los sistemas mayores.

La complejidad en un sistema está determinada por el número de relaciones (interacciones) entre los componentes y subsistemas del sistema y con la variedad (número de estados que puede alcanzar) de cada uno de los subsistemas. Boulding realiza una jerarquización de los sistemas, del más simple al complejo⁴⁷:

1. Sistemas de estructuras estáticas.
2. Sistemas dinámicos simples.
3. Sistemas con control.
4. Sistemas abiertos.
5. Sistemas genético-social
6. Sistemas teleológicos y conscientes.
7. Sistema humano (reflexibilidad).
8. Sistema de la organización social.
9. Sistema trascendental.

Esta jerarquización es interesante, ya que permite una clasificación, pero debe tomarse con reservas, ya que en lo que no repara el autor es que salvo por el sistema estático todos los demás sistemas pueden ser englobados dentro de la cibernética solo que teniendo ligeros matices en cuanto al agente que lo realiza.

La complejidad no está determinada aquí sólo por la heterogeneidad de las partes constituyentes, sino sobre todo por la capacidad de definirse entre sí y la mutua dependencia de las funciones que desempeñan dentro de una totalidad. Cuando la suma de las entradas y salidas del sistema explica el comportamiento del sistema hablamos de sistemas descomponibles, en contraparte tenemos aquellos sistemas que no son descomponibles, en cuyo caso no basta un análisis de causa-efecto, sino que se tiene que ver de manera holística la interrelación imperante entre estos denominados sistemas complejos, esto en cuanto al nivel de estudio⁴⁸.

⁴⁷ *Ibíd.*, p. 60.

⁴⁸ García, Rolando Víctor, *Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Barcelona, Gedisa, 2006, p. 122.

Todos los sistemas poseen entradas y salidas, esto es la entrada de materiales, informaciones o acciones y las salidas serían las modificaciones, interpretaciones y acciones que el agente produzca en el mundo; éstas están asociadas con un calendario, es decir, un conjunto de momentos o intervalos de tiempo formado por dos elementos (entrada y la salida) asociados a un estado específico y a un repertorio, o el conjunto de estados que puede adquirir a lo largo del tiempo.

En un sistema dado, cada entrada y cada salida adoptan un estado distinguible, y sólo un estado distinguible, en cualquier momento de su calendario⁴⁹. Esto implica una trayectoria de la información que pasa a través de la entrada, se manipula y finalmente sale, bien puede ser lineal, en paralelo, o multidireccional, siendo una función⁵⁰ entre los momentos y los estados de los *inputs* y los *outputs* dentro de nuestro sistema.

Finalmente, la frontera de un sistema está determinada tanto por el mismo sistema como por quien se interese en el estudio de él. El observador-investigador es quien a partir de una pregunta o un hecho comienza a plantearse que tanto puede o abarca el sistema en cuestión, definir qué es lo que queremos estudiar es el primer paso para poder llegar a delimitar la forma de acceder e investigar un sistema, por ejemplo, si quisiéramos estudiar el tejido epitelial, lo conveniente sería delimitar en qué especie y partiendo de allí podría ser revisada la embriogénesis, etc.

Vemos que la delimitación del sistema va ligada a la labor del investigador, a sus actitudes y creencias, por ello solo revisaremos aquellos sistemas más generales, abiertos y cerrados; unos casos particulares, autopoyéticos y emergentes

1.2.3.1 Sistemas abiertos

Como hemos visto, tomando a la física como punto de partida, se nos presenta al universo como un sistema *cerrado*, que este cerrado no es un fenómeno

⁴⁹ Greniewski, Henryk, *op. cit.*, nota 39, p. 20.

⁵⁰ Relación entre dos conjuntos que asigna a cada elemento del primero un elemento del segundo o ninguno.

representativo de otros ordenes (locales-subsistemas). Entonces se pensó que estos sistemas distintos tendrían que ser fundamentalmente *abiertos*, capaces de desarrollar neguentropía, esto es tener la capacidad de disminuir o mantener a raya el crecimiento de la entropía. El ser abiertos, explica la teoría, es evidencia del esfuerzo de los organismos por sobreponerse, aunque fuera parcialmente a la ley entrópica del universo⁵¹.

Siendo el mundo biológico o mejor dicho de lo vivo (maquinas en tanto que funcionalmente definidas, humanos y animales) y social (comprendidas todas sus manifestaciones), donde la organización es una constante y puede observarse este fenómeno.

El universo como un sistema cerrado se ha negado a raíz de estas afirmaciones como un fenómeno representativo de otros órdenes, Luhmann distingue entre dos sistemas dentro de los sistemas abiertos, los sistemas orgánicos que intercambian energía y los sistemas de sentido que intercambian información⁵², los humanos y las maquinas pertenecemos a ambos.

Un sistema abierto puede ser conceptualizado a partir de un ser humano, como aquel sistema que intercambia materia (agua, dióxido de carbono, oxígeno, etc.), información (temperatura, la presencia o ausencia de peligro, etc.) o ambas, con el medio circundante (su casa, el bosque, etc.), que presenta importación (alimentación) y exportación (metabolización), constitución y degradación (el ciclo de vida) de sus componentes materiales.

La base de un modelo de sistema abierto son las interacciones entre sus componentes, en un sistema cibernético la base es la retroalimentación del *servomecanismo*, que es aquel componente mecánico-biológico que interactúa y se modifica al recibir información de su entorno y modifica al sistema. El modelo de sistema abierto en formulación cinética y termodinámica nos habla de información ya que está en constante interacción con el medio.

⁵¹ Luhman, Niklas, *Introducción a la teoría de sistemas*, México, Universidad Iberoamericana, 2002, p. 58, Colección Teoría Social.

⁵² *Ídem*.

En un sistema abierto, es termodinámicamente posible el aumento de orden y la disminución de la entropía. La magnitud *información* es definida por una expresión formalmente idéntica a la entropía negativa. Sin embargo, en un mecanismo cerrado de retroalimentación la información sólo puede disminuir, nunca aumentar, la información puede transformarse en ruido, más no a la inversa.

Un sistema abierto consigue tender activamente hacia un estado de mayor organización, es decir, pasar de un estado de orden inferior a otro de orden superior, al arbitrio de las condiciones del sistema. Un mecanismo de retroalimentación puede alcanzar reactivamente un estado de organización superior a partir del aprendizaje, entiéndase la información administrada al sistema⁵³.

1.2.3.2 Sistemas cerrados o absolutamente aislados

Este tipo de sistemas son aquellos que no reciben influencia del resto del universo y además no ejercen influencia sobre éste, tales sistemas no existen en el mundo físico, sino que es un constructo mental, que permite el análisis de los elementos que componen el universo. La posibilidad de abstracción de este tipo genera modelos tales como el demonio de Maxwell⁵⁴.

Finalmente abordaremos dos tipos de sistemas más, que, si bien no son totalmente novedosos, es pertinente mencionarlos, ya que muestran la evolución de la teoría de sistemas y permiten hacer algunos agregados a la concepción general mostrada en los párrafos anteriores y ser retomados para la presente investigación.

⁵³ Wiener, Norbert, *op. cit.*, nota 5, pp. 54-56.

⁵⁴ Este es un experimento mental muy sencillo, usado para explicar la segunda ley de la termodinámica en el cual se plantea que no se puede transmitir calor entre dos cuerpos a diferente temperatura, esto es del cuerpo frío al caliente, y para explicarla se plantea la existencia de dos cámaras conectadas a través de una puerta, una contiene moléculas rápidas y la otra moléculas lentas, esta puerta es abierta por un demonio, el cual sólo permite pasar cierto tipo de moléculas, si la tarea del demonio fuera la de equilibrar ya sea permitiendo colocar en una sola cámara las moléculas lentas y en la otra las rápidas (frías o calientes) se estaría violando la segunda ley y por tanto, la entropía decrecería. Este experimento se puede enriquecer con la inclusión del concepto de información la cual se vuelve necesaria para que nuestro demonio pudiera identificar la velocidad o temperatura de las moléculas y abrir o cerrar la puerta de entrada.

1.2.3.3 Sistemas autopoieticos

Este tipo de sistema planteado por Niklas Luhmann, retoma el concepto de autopoiesis de Humberto Maturana y Francisco Varela, a través de este plantea al sistema con características muy particulares.

La diferencia es parte central de los sistemas, esta diferencia depende de dos factores, el primero un observador ajeno al sistema y con cuya visión se logran dibujar los contornos de los sistemas observados, clasificarlos y proceder a su estudio. El segundo factor, es que el propio sistema se observe, estableciendo sus propios límites mediante operaciones exclusivas del sistema, de esta forma logra su diferencia de otros y permite que un observador lo capte como diferente del resto de sistemas y contextos.

Luhmann denomina a este tipo de abstracción como *clausura operativa*⁵⁵. Estas operaciones propias del sistema no entran en contacto con el entorno, no ejercen influencia sobre él, sino que son internas, y lo que hacen es mantener la dinámica en funcionamiento dentro del mismo sistema.

A su vez la clausura operativa está integrada por dos elementos: el primero es la autoorganización y el segundo la autopoiesis⁵⁶. El primero se refiere a la capacidad de construir estructuras que posee cada sistema dentro de sí mismo. Ya que al estar clausurado y contar con una única operación no puede importarlas.

El segundo, la autopoiesis, concepto más complejo de entender, es la determinación del estado siguiente del sistema a partir de la limitación anterior a la que llegó la operación (acción, puesta en marcha de la estructura). Una estructuración limitante permite al sistema adquirir dirección interna que hace posible la autorreproducción. Así una estructura es la limitación de las relaciones posibles en el sistema, pero no es el factor productor⁵⁷.

⁵⁵ Johansen Bertoglio, Oscar, *op. cit.*, nota 32, p. 99.

⁵⁶ *Ibidem*, p. 118.

⁵⁷ En el derecho bien podría ser el caso de su creación e institucionalización a través de algún medio externo que le da *vida*, posteriormente el derecho como sistema integrante de la sociedad deja de depender de este momento original y posteriormente se va replicando conforme a las estructuras creadas para su funcionamiento, a la par que estas permiten la realización de operaciones tendientes

Así, el sistema se produce a sí mismo y no sólo a sus estructuras, esto nos habla no sólo de una diferencia subyacente, sino también de autonomía, ya que define al sistema desde sus propios elementos. Autonomía significa que sólo desde la operación del sistema se puede determinar lo que le es relevante y sobre todo, lo que le es indiferente, de aquí que el sistema no esté condicionado a responder a todo dato o estímulo que provenga del medio, un sistema autopoietico produce las operaciones que son necesarias para producir más operaciones, sirviéndose de la red de sus propias operaciones.

En el sistema antes planteado parece que no se toma en cuenta al entorno, pero no es así, sería fútil tener tal creencia, ya que el entorno da las pautas para el cambio dentro del sistema, la influencia no es casual, de menos de forma directa, el ambiente tiende a irritar o excitar determinadas estructuras presentes en el sistema y de esta forma se dan las operaciones dentro del sistema, pero no en la determinación de sus estados internos⁵⁸ este fenómeno es denominado *acoplamiento estructural*, siendo la forma de contacto entre sistemas y ambiente compuesto por otros sistemas.

Como podemos leer, la complejidad de la teoría es alta, pero aporta elementos interesantes que pueden ser retomados para la creación de estructuras autoorganizativas y la autopoiesis de los sistemas.

Cabe señalar algunas particularidades sobre la comunicación y la sociedad dentro de esta teoría. La diversidad, base de lo social, emplea el lenguaje para poder generar consensos, siendo ésta la herramienta por excelencia para el entendimiento humano (nótese que debe estar encuadrada dentro de un ámbito cultural en particular), los cuales son contingentes al lenguaje. El lenguaje está

al cambio y a la implementación de la norma jurídica, inclusive podríamos pensar en algún tipo de estructura que supervise la aplicación y viabilidad de los cambios.

⁵⁸ El concepto de *acoplamiento estructural* distingue dos planos: primero, el de la autopoiesis en el que se decide la conservación del sistema, y segundo, el acoplamiento entre sistema y entorno, que sólo está referido a las estructuras y aquello que en el entorno pueda ser relevante para las estructuras, Luhmann, Niklas, *El Derecho de la Sociedad*, Torres Nafarrete, Javier (trad.), México, Universidad Iberoamericana, 2002, pp. 507-514, Colección Teoría Social.

constituido por signos que tratan de sustituir a los sentidos, dando la ilusión de unidad de las diferentes perspectivas que se dan en el mundo⁵⁹.

Para que un individuo en una colectividad sea capaz de obtener un beneficio producto de la convivencia, dependen en gran medida de *un orden superior*, el cual brinda las condiciones para la elección de contactos adecuados y recíprocos, dándose así un grado mínimo de interdependencia. En los humanos, este sistema de orden superior es el sistema de comunicación compuesto por un lenguaje, cultura, instituciones y reglas, denominado *sociedad*.

La sociedad es por consiguiente comunicación pura, es improbable debido a la falta de conocimiento total sobre el otro, que los seres humanos pudieran hacerse dependientes entre sí, mediante *acuerdos permanentes* ya que dado el constante cambio de las formas de pensar y de lo *imprevisible* del conjunto de conductas humanas, no hay posibilidad de certeza. Por esta razón las teorías contractuales de la sociedad han caído en desuso⁶⁰.

En el derecho bien podría ser el caso de su creación e institucionalización a través de algún medio externo que le da vida, algún movimiento armado o político, posteriormente el derecho como sistema producto del cambio, integrante de la sociedad deja de depender de este momento original y posteriormente se va replicando conforme a las estructuras creadas para su funcionamiento.

A la par que estas permiten la realización de operaciones tendientes al cambio y a la implementación de la norma jurídica inclusive podríamos pensar en algún tipo de estructura que supervise la aplicación y viabilidad de los cambios, los cuales pueden irritar nuevamente al sistema y darse este ciclo de cambios.

1.2.3.4 Sistemas emergentes

Son aquellos sistemas que extraen su inteligencia de la *base*, resuelven problemas recurriendo a grupos de elementos relativamente no inteligentes en lugar

⁵⁹ Torres Nafarrate, Javier, "Introducción a la teoría de sistemas de Niklas Luhmann", en Ramírez, Santiago (coord.), *Perspectivas de las teorías de sistemas*, México, Siglo XXI, 1999, pp. 52-56.

⁶⁰ *Ídem*.

de hacerlo recurriendo a un sólo ejecutor-planeador inteligente. Creando vinculación entre ellos se creará un sistema emergente, que parte de conductas básicas hacia organizaciones más complejas este tipo de sistemas también se denominan *bottom-up*⁶¹.

En estos sistemas, los agentes que se encuentran a determinada escala o nivel, comienzan a producir comportamientos tendientes hacia una escala mayor, aunque se hable de comportamientos no se limita únicamente a este campo, también se puede emplear para aquellos agentes que son sistemas de información.

Un claro ejemplo de lo anterior lo tenemos al alcance de un *clic*, basta con emplear el buscador de *Google* o los sistemas de música en *streaming* ver esta tendencia de sistemas que aparentemente no son inteligentes que realizan tareas inteligentes. En el primero, el buscador se encarga de darnos la información más apropiada con base en las palabras proporcionadas, los segundos, crean listas musicales con base en nuestras preferencias e inclusive ayudan a buscar música en línea teniendo este antecedente preferencial.

Este tipo de sistema, permite dar una explicación del origen de la sociedad, aun hoy día podemos ver estos efectos de una constante emergencia de propiedades dentro del sistema como lo es la interconectividad humana, o a lo que podemos denominar imaginario colectivo o representaciones sociales.

1.3 Retroalimentación

Salvo los sistemas cerrados, el resto depende en gran medida de la retroalimentación, la cual posibilita su crecimiento y su regulación, la retroalimentación consiste en el proceso mediante el cual el sistema se hace con información sobre su medio o sobre sí mismo, lo que implica un cambio en el comportamiento, en los procesos, en el flujo de información, etc. Podemos encontrar dos variantes que procederemos a explicar.

⁶¹ Johnson, Steven, *Sistemas emergentes, o qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*, Ferré, María Florencia (trad.), México, Fondo de Cultura Económica, 2003, pp. 59-61.

1.3.1 Retroalimentación positiva

La retroalimentación positiva, consiste en la entrada de información al sistema procedente tanto del exterior con el que se tiene contacto, así como de él mismo, y su finalidad es el aumento del flujo de información y el aumento del comportamiento de dicho dispositivo, en otras palabras, se habla de retroalimentación positiva cuando el sistema mantiene constante la acción y modificación de los objetivos.

Tratándose de retroalimentación positiva, el control es prácticamente inexistente dada la falta de parámetros comparativos que le permitan:

- a) conocer los fines iniciales del sistema.
- b) regular el aumento progresivo de la acción.
- c) conocer los límites y capacidades del sistema.

Esto lleva a que el sistema este en un estado de inestabilidad creciente, y probablemente desembocando en el fin de su existencia.

Un ejemplo, sería una caldera a la cual constantemente se le está introduciendo carbón, asumamos que esta caldera resiste determinada presión y temperatura, pero si no conocemos o la máquina no tiene indicadores sobre estas variables y si aumentamos más y más el combustible, llegará un punto en el cual nuestra caldera ficticia reventará. En el derecho, la producción ilimitada de normas, sin la existencia de un mecanismo para evitar se repitan, se contrapongan o no se puedan eliminar nos llevaría a una situación similar a la de la caldera, generando un incremento innecesario en la complejidad del sistema, en su aplicación y mejoramiento.

1.3.2 Retroalimentación negativa

La retroalimentación negativa, es aquel proceso por el cual un sistema integra información sobre el exterior, o sobre sí mismo, la finalidad de esta entrada de información es la de facilitar y genera la regulación del agente, manteniendo su

comportamiento dentro de parámetros que le permitan realizar con eficacia la tarea correspondiente.

Un ejemplo de esto lo tenemos en los seres humanos cuando tratamos de tomar un lápiz, esta acción por sencilla que parezca implica muchos procesos de ajuste y corrección, primero tenemos la localización del lápiz, esta acción puede ser a través de un proceso visual, después de esto, existe el ajuste motriz, proveniente de la corteza prefrontal motora que se coordina con los ojos para poder estirar o contraer primero el brazo hasta empezar a afinar la motricidad y hacer empleo de la mano, la cual debe prensar el lápiz con la suficiente fuerza para que no se caiga de la mano pero sin romperlo.

Este tipo de retroalimentación hace que nuestro agente sea capaz de mayor sensibilidad a los cambios del entorno, ajustándose y manteniéndose estable a lo largo de un período de tiempo.

Como podemos ver, esta retroalimentación es la que requerimos en un sistema para que exista control, para que funcione de una manera óptima, y permita, por ende, una adaptación perdurable y flexible a través del tiempo.

1.4 Información

Existen diversos modos de acercarse a la información, cada enfoque tiende a tomar como referente un campo en concreto, revisaremos los que están ligados a la lógica y la física para posteriormente llevarlo al campo de lo jurídico. Nos concentraremos en esbozar una visión general de los aspectos que retoma de la física y que dan parte de su contenido a la lógica, el campo de la computación será tratado sin las minuciosidades de las fórmulas matemáticas.

Tenemos así, tres posturas a partir de las cuales podemos abordar el tema de la información⁶²:

⁶² Adriaans, Pieter y Benthem, Johan van (edit.), *Philosophy of Information*, United Kingdom, North-Holland, 2008, The handbook of the philosophy of science, p. 11.

Primera: se encarga del conocimiento, la lógica que transporta respuestas informativas.

Segunda: probabilística, basada en la teoría de la información o Teoría de Shannon como también es conocida, mediante la cual se busca la medición cuantitativa.

Tercera: algorítmica, de codificación y compresión del código, que busca la medición cuantitativa.

Ampliando cada una de las posturas antes mencionadas toman como referencia en mayor o menor medida a la unidad de medida propia de la información, el *bit*, en la primera éste es identificado con la epistemología de la lógica y la semántica, en el segundo caso está basado en el la transmisión de la información y la entropía existente en la física (ruido) y finalmente, en el último caso se centra en la computación⁶³.

Para una mejor comprensión citaremos a Adriaans y Benthem:

The typical logic-based setting lets an agent acquire new information about what the real world is like, through acts of observation, linguistic, communication, or deduction. A simple example would be an agent asking a question, and learning what things are like from an answer. Thus, three features are crucial: agents, dynamics events and aboutness⁶⁴. Here, we measure quality of information qualitatively in terms of next things agents can truly say: a quantitative measure may be handy, but it is not required.

By contrast, the typical Shannon scenario is about a source emitting signals with certain frequencies, say a language viewed as a global text producer, and the information which a receiver picks up from this measured in terms of expected reduction of uncertainty. No specific agency seems involve here, but the scenario does analyze major features of communication which are

⁶³ Computación entendida no como el uso de equipo electrónico, sino como calcular o contar, siendo, una rama de la matemática que utilizando los métodos anteriores busca soluciones algorítmicas a los problemas.

⁶⁴ Este término hace referencia a que la información que recibe el agente y que se presenta en los eventos dinámicos trata siempre sobre algo relevante y describe una situación en el mundo.

absent on the logical approach, such as probability of signals, optimal coding and channel capacity.

We receive a code string, and ask for its informational value. The answer is the algorithmic complexity of the string, defined as the length of the shortest program that computes it on some fixed universal Turing machine... In this way, the shortest program for a string becomes an optimal code in Shannon's sense... starts with the notion of shortest code as fundamental and derives an a priori probability from it⁶⁵.

Cada uno de los párrafos anteriores alude en orden descendente a cada uno de los aspectos que engloba el término información. Como vemos no son aspectos incompatibles, sino que se complementan e intervienen a distinto grado para llegar al mismo fin.

Si nos preguntamos ¿por qué estudiar a la información?, diremos que por un hecho muy sencillo: el intercambio que se establece entre un sistema y su medio ambiente, o entre dos o más sistemas, o entre las partes de un sistema, no se limita simplemente a un flujo de energía y materiales⁶⁶, implica toda una serie de ajustes internos y externos del sistema y en su caso una modificación sustancial de su entorno como se verá más adelante.

Así como la entropía es una medida de desorganización, la información que suministra un conjunto de mensajes es una medida de organización. De hecho, puede estimarse la información que aporta uno de ellos como el negativo de su entropía y como el logaritmo negativo de su probabilidad: cuanto más probable es el mensaje menos información contiene⁶⁷.

Brillouin nos dice que la información es una función de la relación de las respuestas posibles, después y antes de haberlas recibido. La función de las respuestas aumenta cuando esta relación entre las respuestas posibles disminuye

⁶⁵ Adriaans, Pieter y Benthem, Johan van, *op. cit.*, nota 62, pp. 11-12.

⁶⁶ Livias, Javier, *op. cit.*, nota 1, p. 114.

⁶⁷ Wiener, Norbert, *op. cit.*, nota 5, p. 22.

esto es, cuando su inversa aumenta⁶⁸. Podemos inferir que la relación es inversamente proporcional, por ejemplo, en una conversación al aire libre, si comentamos a nuestro interlocutor que el día es soleado y así es, no estamos informando mucho en realidad, pero si decimos que ese día, justo al medio día habrá un eclipse, nuestro mensaje contiene más información.

En consecuencia, el concepto de información debe ser claro, por ello una primera aproximación lo define como cualquier mensaje, comunicación, y en derecho hablaríamos de información deóntica, esto es, de permisión, orden o prohibición⁶⁹. En este aspecto se sustenta la lógica deóntica y el razonamiento deontológico y, por ende, al campo jurídico y el control de la conducta.

Ampliando el concepto, podemos llamar *información*, al contenido de lo que es objeto de intercambio con el mundo externo, mientras nos ajustamos a él y hacemos que se acomode a nosotros⁷⁰. El proceso de recibir y utilizar informaciones consiste en ajustarnos a las contingencias de nuestro medio y vivir de manera efectiva dentro de él. Vivir de manera efectiva significa poseer la información adecuada, la comunicación y regulación constituyen la esencia de la vida interior del hombre, así como de la vida social⁷¹.

El propósito de una teoría sobre la información consiste en el poder resolver el problema sobre la transmisión de información ante la presencia de alguna interferencia, perturbación, estática o de otras formas de ruido que deterioran el mensaje y por lo tanto, presentan deficiencias al momento de ser descodificado por el receptor. El proceso básico de la *Teoría de la Información* se refiere siempre a la cantidad de información y no a su calidad, o su contenido y significado⁷².

Como se vio parágrafos más arriba la información es una cantidad mensurable, mediante una expresión isomórfica con la entropía negativa en física,

⁶⁸ Guillaumaud, Jacques, *Cibernética y lógica dialéctica*, Suarez, Marcial (trad.), Madrid, Artiach, 1971, p. 104.

⁶⁹ Wiener, Norbert, *op. cit.*, nota 5, p. 18.

⁷⁰ *Ibidem*, p. 19.

⁷¹ *Ídem*.

⁷² Pignatari, Décio, *Información, comunicación y lenguaje*, Barcelona, Gustavo Gil, 1977, p.15.

viéndola de esta forma la información es la inversa de la entropía, entonces si entropía es la tendencia al equilibrio y al estado más probable que es el desorden, la información es la medida de la organización y los estados menos probables.

Mientras más complejos son los sistemas entendida complejidad como el número posible de estados que puede presentar cada parte y el número de las posibles relaciones entre estas partes, es mayor la energía que dichos sistemas destinan tanto a la obtención de la información como a su procesamiento, decisión, almacenaje y comunicación⁷³.

1.5 Comunicación

Una vez establecido qué es la información, ésta, en los humanos no permanece ociosa, en ningún sistema permanece sin hacer nada, aunque la peculiaridad de los sistemas humanos y de las máquinas radica en el uso de la misma de manera discrecional. Por ejemplo, una planta que es sensible al tacto al ser tocada en una de sus hojas, ésta tiende cerrarse, no así un humano que en cuanto es tocado busca la fuente y dependiendo el contexto dará una respuesta adecuada (no es lo mismo que te abraza un ser querido, a que te abraza un ladrón). Como vemos, la comunicación implica forzosamente el envío de información.

La comunicación definida por Russell y Norving es el intercambio intencional de información efectuado mediante la producción y percepción de signos pertenecientes a un sistema compartido de signos convencionales⁷⁴. Para Wiener la comunicación es el proceso de recibir y utilizar información, la cual permite ajustarnos a las contingencias de nuestro medio y vivir de manera efectiva dentro de él⁷⁵.

Como podemos ver, los autores mencionados se centran en un intercambio constante entre el medio y el sistema, asimismo como el empleo de la comunicación

⁷³ Bronowski, Jacob, *op. cit.*, nota 24, pp. 365-367.

⁷⁴ Russell, Stuart J., y Norving Peter, *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*, 2ª ed., Corchado Rodríguez, Juan Manuel (trad.), Madrid-México, Pearson/Prentice Hall, 2004, p. 897

⁷⁵ Wiener, Norbert, *op. cit.*, nota 5, p. 19.

para determinar la conducta necesaria y por ende el resultado más óptimo para los fines del sistema (adaptación y aprendizaje).

Entenderemos *comunicación* primero como la transmisión de información, así llanamente, y segundo veremos que subyace a las ideas previas, el *control*. El control, entendido en el proceso de comunicación como la transmisión de información cuya finalidad es producir cambios en el sistema, puede ser tanto interno como externo, y podría denominarse *locus de control interno o externo*.

La comunicación es un fenómeno y una función social, ya sea realizada entre hombres, entre hombres y máquinas, o máquinas y máquinas⁷⁶. Por ejemplo, en cuanto uno asume una norma o prescripción (jurídica, moral, social, etc.), los humanos la interiorizan y procuran practicarla, realizando un control interno que regula el sistema, el control sería externo cuando mediante la coacción se procura el cumplimiento de la norma.

1.5.1 Modelos de comunicación

El modelo más sencillo de comunicación está compuesto por un emisor, que es aquel agente que envía un mensaje (sujeto, maquina); un receptor, quien recibe dicho mensaje, y un canal que es el encargado de que el mensaje se mantenga coherente y articulado hasta su llegada al receptor.

Como se ha revisado en párrafos anteriores, el agente (animal (hombre) o máquina) produce un mensaje que le es relevante para comunicarlo, el transmisor o codificador opera de alguna forma sobre el mensaje (codificándolo) para producir una señal que se pueda transmitir a través del canal. El canal es únicamente el medio utilizado para enviar la señal desde le transmisor al receptor. Durante la transmisión, la señal puede ser perturbada por ruido. El receptor o decodificador lo constituye la persona o cosa a la cual va dirigido el mensaje⁷⁷.

⁷⁶ Guillaumaud, Jacques, *op. cit.*, nota 68, p. 15.

⁷⁷ Es pertinente mencionar que los problemas que le atañen a la comunicación son técnicos, de semántica y de eficacia; la teoría de la información basada en Shannon solo se ocupa de los problemas técnicos, los mensajes se caracterizan sólo por sus probabilidades, sin tener en cuenta

Esta explicación propuesta por Shannon (citado en Arbib), fija un canal sin memoria, incapaz de recordar la información previamente emitida, de esta forma la transmisión del mensaje y por ende la comunicación es símbolo por símbolo, de esta forma el ruido que pudiera perturbar la información y al mensaje se presenta de manera individual. Cuando nos referimos a que es *discreto*, es porque no va de un continuo de símbolos, sino que para lograr transmitir el mensaje se va compartiendo paso por paso, elemento por elemento y decodificado al instante, no en el canal, sino en el decodificador que finalmente logra integrar el cumulo de señales⁷⁸, como nos explica Arbib:

La cantidad media de información H que pasa por el canal por símbolo, es lo que se conoce como la tasa de transmisión R , claramente se ve que $R \leq H$ ya que no se puede recibir más información de la que se envía. La diferencia $H-R$ se llama equivocación, pues podemos aproximarnos a la cantidad de incertidumbre acerca del mensaje original, es importante considerar que R es diferente para fuentes diferentes. Tomando en consideración esto, definimos la capacidad C del canal como el máximo valor de R que puede obtenerse mediante una elección adecuada de la fuente. Así pues, C representa la máxima cantidad de información por símbolo que podemos transmitir a través del canal⁷⁹.

Un ejemplo que pone de manifiesto las alteraciones que pueda sufrir la cantidad de información es una simple conversación llevada a cabo en una zona con alto tránsito vehicular, en cuyo caso el sonido de los motores interviene para distorsionar las palabras de nuestros hipotéticos interlocutores.

Para que el pensamiento pueda intervenir en un sistema probabilístico como sistema informativo, es preciso transformarlo en una magnitud discreta, compuesto

el valor ni el significado, Arbib, Michael A., *Cerebros, máquinas y matemáticas*, España, Alianza Editorial 1976, pp. 76-94

⁷⁸ *Ídem*.

⁷⁹ Para una explicación más detallada que incluye el modelo matemático de este fenómeno véase, Arbib, Michael A., *op. cit.*, nota 77.

por unidades físicamente distintas⁸⁰. Para ello debe considerarse al pensamiento como mensurable en alguna magnitud. Dado que no hay identidad entre pensamiento y lenguaje.

Las unidades constitutivas del lenguaje pueden dividirse en elementos más pequeños, estos son: morfemas, fonemas, etc. La distinción entre código y lenguaje es que el código puede funcionar independientemente de todo pensamiento mientras que el lenguaje aparece como una modalidad del pensamiento.

Un código es un repertorio de signos convencionales que corresponden en la medida de lo posible a las siguientes condiciones: a un significante corresponde un sólo significado y recíprocamente; por lo cual no hay ambigüedad ni por la existencia de diversos significados para un mismo término ni por presentarse términos escritos o fonéticos iguales⁸¹. No hay ningún significante inútil que corresponda a un significado ya expresado por otros, cada uno está vinculado a un significado en particular, esta afirmación se aproxima a un conjunto donde la función es biyectiva, este tipo de funciones se explicaran cuando revisemos la teoría de conjuntos.

Una peculiaridad de los códigos en comparación con el lenguaje es que los significantes son por si mismos equiprobables, esto es la probabilidad de que aparezca uno u otro es igual, las variaciones de probabilidad dependen de la fuente exterior cuando trata de transmitir información dentro del sistema de codificación⁸².

Cuando nos referimos al lenguaje, resulta que el régimen de probabilidades no es el mismo que en el código, cuando éste último es considerado aisladamente, ya que los signos de un lenguaje y los símbolos no significantes que los componen no son nunca equiprobables⁸³, esto es que la distribución de sus posibilidades depende de una interpretación que toma al lenguaje tanto como un texto como un lenguaje histórico.

⁸⁰ Escarpit Robert. *Teoría general de la información y la comunicación*. Segunda edición, Barcelona, Icaria, 1981, p. 41.

⁸¹ *Ibidem*, p. 41.

⁸² *Ídem*.

⁸³ *Ibidem*, p. 42-43

Debemos considerar que otra distinción con la enunciación lingüística de un mensaje es que los signos varían a medida que la fuente los emite, pues esta fuente tiene memoria, la cual le permite recuperar signos previos y usarlos de forma diferente a lo largo de la comunicación⁸⁴.

A nuestro parecer todo proceso de comunicación implica el uso de signos, éstos en el humano y en las maquinas consisten en un complejo sistema de mensajes estructurados, que conocemos como lenguaje, éste nos permite comunicar la mayor parte de las cosas que sabemos acerca del mundo (esta comunicación basada en estos signos es ilimitada en los humanos), todos éstos siendo cualitativamente diferentes como las líneas que componen esta tesis.

Otra forma de conceptualizar este proceso es a través de cinco etapas partiendo de un emisor o hablante por medio de algún canal asequible hacia un receptor u oyente⁸⁵:

1. La intención, esto es, tener una razón para generar una proposición y que ésta deba ser enviada a algún oyente.
2. La generación, en esta etapa el emisor planea la mejor forma de poder informar al receptor lo pensado, en cómo convertir el pensamiento en una declaración que permita al receptor entender el mensaje.
3. La síntesis, que es la emisión propiamente del mensaje (de manera física, verbal o por escrito).
4. La percepción, éste ya es un proceso propio del receptor, en el cual por medio de algún órgano logra hacerse con el mensaje para proceder a su decodificación.
5. El análisis, momento en el cual el receptor otorga un significado o determinada interpretación a la información llevada por el mensaje.

Se deben hacer algunas precisiones sobre el proceso anterior, empezando por el emisor, el cual debe disponer de toda una gama de estados de mensaje

⁸⁴ *Ibidem*, pp. 44-45.

⁸⁵ Crosson, Frederick J., y Sayre, Kenneth M., *Filosofía y cibernética*, Alba, Adolfo de, México, Fondo de Cultura Económica, 1971, p. 60.

alternativos entre los cuales pueda elegir de una manera que indique los contenidos del mensaje pensado⁸⁶. La acción de elegir, tomar decisiones y por ende el actuar sobre el entorno o sobre sí, se torna central en la operación de comunicación y no sólo de ella, por ejemplo, una persona que le propone matrimonio a otra, la primera tendrá que realizar una exposición de motivos y realizar la propuesta, la segunda una vez haya decodificado la intención tendrá que elegir el mensaje que vaya acorde con la intención expresada y con su propio pensamiento, esto es aceptar o rechazar la propuesta.

Por lo antes señalado una adecuada presentación de cualquier ciencia no puede consistir sólo en información detallada, aunque sea extensa; debe también dar una visión propia de la naturaleza esencial de la ciencia en conjunto⁸⁷.

Cuando se presenta una anomalía en la ciencia, ésta no puede ser disimulada por mucho tiempo por el cuerpo de científicos, sino que llega un punto de quiebre, proceso que da pie a un nuevo conjunto de investigaciones que tratando de responder a este hecho conlleva un nuevo conjunto de compromisos y una nueva forma de práctica.

El derecho como una ciencia parte de un sistema mayor, entendido como la comunidad científica⁸⁸, nos obliga a revisar sus interrelaciones con otras tantas y específicas ramas de esta comunidad, buscando el trabajo conjunto, para poder resolver las necesidades humanas (seguridad, libertad, equidad, desarrollo individual y colectivo, etc.) fin último del Derecho.

La revisión de este tipo de conocimiento permite que se tenga en cuenta una crisis en la ciencia que de una u otra forma impacta en el derecho ya que como bien apunta Nicole:

Todas las diversas ciencias constituyen una unidad. Es la unidad de la ciencia en general la que determina ahora la amplitud total de la crisis, aunque los

⁸⁶ *Ibidem*, pp. 60-61.

⁸⁷ Aleksandrov, Aleksandr Danilovich et al., *La matemática: su contenido, métodos y significado I*, Madrid, Alianza Editorial, 1985, p. 70.

⁸⁸ Kuhn, Thomas, *op. cit.*, nota 16, pp. 71, 82-83.

síntomas se presenten en algún sector del conocimiento de manera más aguda que en otros... su desenvolvimiento interno resultante afecta por igual... a pesar de que en su respectivo desenvolvimiento no se haya producido ningún incidente que ocasione aquella duda fundamental⁸⁹.

Del razonamiento anterior se desprende que los cambios en la comunidad científica implican transformaciones sociales, a partir de las transformaciones en las ciencias tales como la física, la química, la matemática, la electrónica, etc., se originan cambios en la percepción e interpretación del mundo. Poco a poco la divulgación de estas nuevas formas se distribuye y se tiende a acuñar nuevos términos para comprender la realidad, esta filtración se realiza a diferentes niveles entre los diversos sistemas y subsistemas integrantes, como subsistema de la ciencia el Derecho se ve influenciado y comienza sus propias adecuaciones ante la nueva realidad.

⁸⁹ Nicol, Eduardo, *Los Principios de la Ciencia*, México, Fondo de Cultura Económica, 1974, p. 9.

Capítulo II. Derecho, Cibernética y Sistema Normativo

2. Derecho y cibernética

Como se mencionó en el capítulo anterior, el enfoque cibernético tiene como sustento la idea del caos-desorden y su progresivo aumento universal (entropía), sin embargo, en oposición a este fenómeno natural, existen sistemas aislados que van contra este desenvolvimiento generando entropía negativa (neguentropía), por lo cual algunos sistemas pueden mantener un cierto nivel de orden-coherencia.

Siguiendo las ideas anteriores, debemos entender al Derecho y la Cibernética como sistemas que buscan la regulación y el mantenimiento del orden en un universo tendiente al caos.

El Derecho pretende lograr una convivencia armónica⁹⁰ procurando satisfacer la protección en diversos rubros: social, material y personal. (en tanto que mito fundacional), éstos organizados ya sea por un líder, un conjunto de ellos o por representantes elegidos por los miembros de la comunidad, ejerciendo tanto el uso de la fuerza pública, como el poder de dictar los enunciados que deben ser conocidos para regular la conducta del ser humano⁹¹. Mientras que la cibernética brinda un modelo que puede ser guía para otros enfoques.

Partimos entonces de la capacidad que tiene un sistema para mantenerse en constante adaptación ante el medio que lo circunda, por ello es fundamental que por lo menos una salida (*output*) del sistema Derecho regrese hacia sí mismo nutriendo con nueva información, permitiendo la actualización, mejora y corrección del circuito creado, resultando en un mejor funcionamiento de dicho entramado.

⁹⁰ Lo cual implica de manera amplia los procesos comunicativos que propician un entendimiento entre los seres humanos.

⁹¹ Tamayo y Salmorán, Rolando, *Sobre el sistema jurídico y su creación*, Editorial UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas, México, 1976, p. 46, en este texto se recupera parte de los postulados de Austin.

Como se ha mencionado hay literatura al respecto, pero consideramos que ésta ha resultado limitada en la aproximación que realizan para tratar de hacerse con los conceptos base y ajustarlos a las necesidades propias del Derecho.

La visión del Derecho, visto como un sistema cibernético no es nueva, Wiener⁹² en los 30's, así como Grün⁹³ en la década de los 80's del siglo pasado, hacen un análisis del mismo partiendo de premisas similares; el primero de manera escueta dado que no era su campo, el segundo realizando una interpretación de los principios que no consideramos sea la más acertada.

Así mismo existen otros autores que de manera indirecta han contribuido con esta labor, por ejemplo, tenemos a von Wright con *Un ensayo sobre lógica deóntica y teoría de la acción*⁹⁴, Alchurrón y Bulygin con *Sistemas normativos: introducción a la metodología de las ciencias jurídicas*⁹⁵, Luhmann con *Introducción a la teoría de sistemas*, entre otros, que abordan problemas tales como el proceso de comunicación normativa, sujetos normativos, sistemas normativos, sistemas sociales, etc.

Estos teóricos parten de la lógica (lógica deóntica) y la concepción sistémica (de construcción de estructuras autogeneradas), por lo cual la visión que tienen de *sistema* se aproxima al constructo teórico que se sustenta en relaciones lógicas y derivables, buscando explicar el derecho como un sistema deductivo.

Nuestra indagación retoma los anteriores puntos y busca no sólo hacer que armonicen, sino incluir presupuestos de avanzada como lo es la inteligencia artificial, las redes neuronales y finalmente, una forma de aprehender y explicar el ambiguo mundo normativo.

⁹² Para profundizar en la visión de Wiener véase Wiener, Norbert, *op. cit.*, nota 5.

⁹³ Para conocer los presupuestos mencionados véase, Grün, Ernesto, *Una visión sistémica y cibernética del derecho en el mundo globalizado del siglo XXI*, México, UNAM, 2006.

⁹⁴ Wright, G. H. von. *Un ensayo de lógica deóntica y la teoría general de la acción*. 2ª ed., Garzón Valdés, Ernesto (trad.), México, UNAM, 1998.

⁹⁵ Alchourrón, Carlos E y Bulygin, Eugenio, *Sistemas normativos: introducción a la metodología de las ciencias jurídicas*, 2ª ed., Buenos Aires, Astrea, 2013.

Antes de llegar al análisis de dichos campos del saber y cómo se podrían relacionar con el Derecho, es prudente analizar los conceptos de eficacia y eficiencia, de forma muy general y posteriormente en su relación con el sistema jurídico, ya que estos nos darán la pauta para comenzar el proceso de evaluación de nuestro sistema y por ende el buscar o no cambios o mejoras.

2.1. Eficacia y eficiencia jurídica

Aunque estos términos parecieran ajenos al Derecho y más aplicados a las ciencias de la administración y economía, su inclusión es fundamental para entender el por qué es necesario un cambio en el modo de pensar y llevar a cabo las tareas que realiza el Estado en su función de solución de conflictos.

Por eficacia entendemos la facultad para que algún objeto o persona cumpla con la función que se le ha designado o para la cual ha sido creada, mientras que por eficiencia entendemos de forma amplia la relación costo-beneficio, el sentido de ambos términos se irá profundizando a lo largo del presente capítulo.

Éste análisis nos lleva a preguntarnos sobre la función del derecho en la sociedad, por lo que debemos ser críticos y revisar si el Derecho⁹⁶ en su comprensión actual logra cumplir con los objetivos para los que ha sido creado, pudiendo llegar a ser valorados en algún momento, y de ser necesario hacer un viraje, claro está que la concepción sobre los fines es un debate largo y aún inconcluso, aun así podemos afirmar que la protección de derechos fundamentales (vida, propiedad, libertad)⁹⁷ en la actualidad es el eje rector de las funciones del Estado.

⁹⁶ En este trabajo tomo como ejemplo el Derecho Mexicano.

⁹⁷ Brevemente, desde la perspectiva de Joshep Raz, se puede decir que las funciones sociales del Derecho son de dos tipos: las funciones directas que a su vez se dividen en las primarias, que tratan sobre la observancia o aplicación del derecho ya sea sobre los sujetos (prevenir conductas indeseables y obtener o promover conductas deseables, dar los medios para la realización de acuerdos privados entre particulares (también entre el Estado-Gobierno), promover servicios y redistribuir los bienes así como resolver conflictos no reglados), y las secundarias, tendientes al mantenimiento y regulación del sistema (la modificación de la misma norma, regulación de los órganos jurisdiccionales); e indirectas, éstas tienen por objeto generar actitudes, opiniones o comportamientos (situados en el campo de los valores, ideología, etc.). Aquí nos ceñimos a este modelo puesto que ejemplifica claramente de dónde parte el Derecho para mencionar las funciones

Por lo antes mencionado, es menester revisar el material estadístico proporcionado por el Consejo de la Judicatura Federal⁹⁸ ya que brinda datos que se refieren a la función del Estado en cuanto a la resolución de conflictos, y particularmente del sistema jurídico, utilizaremos los siguientes indicadores⁹⁹:

- Plantilla Judicial, para conocer el número de personas en las cuales recae la función de juzgar y el número de apoyos humanos que no participan directamente en dicha función con los que cuentan.
- Litigiosidad, nos dará los números de existencia inicial, ingresos, egresos, carga de trabajo, egresos totales, existencias totales (casos).
- Productividad, podremos ver el egreso ya sea por resolución inicial o por sentencia de los casos a lo largo de un periodo determinado de tiempo.

Los datos se muestran en las siguientes tablas:

que son esperadas que éste realice en Carcova, Carlos María, *Las teorías jurídicas post positivistas* 2º edición, Buenos Aires, Abeledo Perrot, 2009, pp. 127-135.

⁹⁸ Los datos que usamos para mostrar el aumento en el personal judicial comienzan a partir del año 2012 y los comparamos con los últimos datos presentados por la autoridad, siendo su última actualización los del año 2017, se toma el año 2012 como punto de partida por la existencia hasta este año de los Trigésimo Primer y Segundo Circuito, ya que en años previos éstos no existían y por lo tanto si comparásemos dichos años estaríamos realizando una comparación incorrecta. Los indicadores sobre la percepción del usuario, no están disponibles para su consulta en la misma presentación, éstos se subsumen en un conjunto de encuestas dirigidas a tres sectores de la población: abogados, estudiantes y público en general; los resultados no se integran de forma tal que se puedan cubrir los indicadores que contempla el Consejo de la Judicatura Federal, sumado a esto, dichos datos son del 2007, si éstos fuesen actualizados y presentados al igual que el resto de indicadores proporcionaría una base de datos confiable, además de establecer con precisión los indicadores que ésta propone.

⁹⁹ Un indicador es una herramienta cuantitativa o cualitativa que muestra indicios o señales de una situación, actividad o resultado; brinda una señal relacionada con una única información, lo que no implica que ésta no pueda ser reinterpretada en otro contexto, es importante mencionar que los indicadores no son únicamente el número, sino la relación existente entre variables en un tiempo-espacio determinado. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, *Manual para el diseño y la construcción de indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México*, México, CONEVAL, 2014, pp. 11-16.

Consejo de la Judicatura Federal Estadísticas Judiciales Nacionales 2012-2017 Plantilla Judicial Tabla 1.1			
Componentes	Total, nacional (personal) 2012	Total, nacional (personal) 2017	Aumento %*
Magistrados	594	714	20.20
Secretarios	2557	2669	4.38
Actuarios	542	653	20.47
Oficiales administrativos**	5864	7158	20.06

Como vemos, el aumento en la plantilla judicial en comparación con el año de referencia se ha mantenido. Este aumento de personal podría tomarse como una medida para esperar un aumento en la resolución de casos. Para simplificar el estudio de estos datos, únicamente revisaremos las estadísticas sobre litigiosidad, productividad, correspondientes los años 2016 y 2017, de esta forma, tendremos un panorama general del número total de casos que deben ser resueltos; como podremos apreciar en la siguiente tabla:

*Para obtener el porcentaje se ha restado al total más actual el total más antiguo, el número resultante ha sido ocupado en una regla de tres, donde el total más antiguo es el 100%.

** En el apartado de oficiales administrativos se contemplan a secretarios, actuarios, y se incluyen a todos aquellos involucrados en el desahogo de los trámites.

Consejo de la Judicatura Federal
 Estadísticas Judiciales Nacionales
 2016-2017

Litigiosidad y Productividad
 Tabla 1.2

Indicador	Total nacional (casos) 2016	Total nacional (casos) 2017	Aumento %*
Existencia inicial (casos al inicio del año)	122562	149707	22.14
Total de ingresos (casos que ingresan en un año)	403034	425525	5.58
Carga de trabajo (casos a resolver a lo largo del año)	525596	575232	9.44
Total de egresos (casos que son resueltos)	377755	398502	20.74
Existencia final (casos que quedan por resolver)	149688	174154	16.34
Egresos por resolución inicial	64761	66278	2.34
Egresos por sentencia	313006	332228	6.14
Tasa de asuntos pendientes** (existencia final/egresos, %)	0.39	0.44	0.05
Tasa de resolución (egresos/ingresos, %)	0.93	0.93	----
Tasa de sentencias (egresos sentencia/total egresos, %)	0.82	0.83	0.01

* En nuestros resultados no hemos optado por redondear las cifras ya que, al realizar los cálculos, estos muestran cifras previas al redondeo realizado por la autoridad.

** Se realizó la sumatoria de magistrados más auxiliares, posteriormente la existencia total fue dividida entre el resultado de la suma, el resultado solo es viable si distribuimos de forma uniforme por circuito al personal y los casos.

Como observamos, la cantidad de casos es enorme, la cifra de ingresos pareciera no dar pie a una posibilidad de lograr resolverlos en el período de un año, también es una muestra de la demanda del servicio de resolución de conflictos que presentan los particulares y el Estado. La interrelación de los indicadores nos permite ver si nuestro sistema es o no eficiente y eficaz¹⁰⁰.

Ahora bien, esta cantidad tan grande de información debe de ser procesada por algún agente¹⁰¹, en este caso por magistrados, en cuyo caso que dependiendo del Circuito es el número de éstos. Esta labor en su conjunto es realizada por un total de 714 magistrados, que cuentan con el apoyo de 10 480 auxiliares (secretarios, actuarios, etc.). Cada magistrado y su equipo de trabajo deberían resolver en promedio un total de 1 576 casos al día¹⁰², sí pretendiese llevar a 0 el total de la existencia de casos, tarea que nos parece francamente imposible (sólo durante el año 2017).

Finalmente, los últimos indicadores nos hablan de la productividad, como vemos, el rezago para el año entrante es de un total de 174 154 casos, dejando el 30.27% para el año 2018¹⁰³. Las estadísticas nos permiten interpretar que el aumento del personal ha permitido disminuir la cantidad de trabajo, pero no ha sido suficiente, esto podría persuadirnos a plantear que la solución sería el ampliar el número de magistrados y sus auxiliares.

¹⁰⁰ Es fundamental que también tomemos en cuenta al usuario, los indicadores son: honestidad y honradez, capacidad y eficiencia, y cumplimiento de sentencias, pero el sistema en línea de la Judicatura no proporciona tales indicadores, sólo menciona su existencia. Esto quizá se deba a que no cuentan con los datos para poder mostrarlo, ya sea por impedimentos materiales (falta de formatos para recuperar tales datos, personal capacitado para interpretar y ordenar tales datos) o procesales (norma secundaria no clara).

¹⁰¹ El término agente se abordará más adelante, por el momento nos limitaremos a afirmar que el agente, es una persona que actúa.

¹⁰² Una situación particular se presenta durante el análisis de los años 2013-2014 ya que en los casos de egresos estos porcentajes muestran un déficit: egresos -3.60, egresos por resolución inicial -5.9 y egresos por sentencia -3.10; esto implica que no se concluyeron un número amplio de casos resolviéndose menos que en el período anterior. Aunque la tendencia en el aumento de personal judicial se mantuvo durante dicho período, ésta fue del 9% en magistrados, del 4.84% en secretarios, 4.71% en actuarios y del 4.56% en oficiales administrativos, este déficit puede atribuirse a la propia naturaleza del proceso judicial. Ésto a partir de nuestros cálculos, realizamos una resta y una regla de tres para obtener el promedio.

Consideramos que dicho enfoque es erróneo en virtud de que:

- a) Se generaría una burocratización excesiva.
- b) Sería un absurdo que se llegase al grado de que cada magistrado sólo debiese revisar un caso en todo el año (siendo drásticos).
- c) La cantidad de información que se procesa, puede no ser procesada con calidad, sino que atendiendo a la carga de trabajo el asunto en cuestión pueda ser menoscabado o relegado, mal codificado (presentar algún vicio adjudicable al juzgador y asistentes).

Esto implica una labor estatal, Calsamiglia nos plantea lo siguiente ... *la intervención, la agilidad, la tecnología y la eficacia de los poderes públicos son imprescindibles para cumplir con la tarea del gobierno*¹⁰⁴. Hay que tomar en cuenta cuál de estos factores no se está cumpliendo, y tomándolos en cuenta, proponer formas para aligerar la carga laboral, y ayudar a la resolución de casos, una opción que busca la presente investigaciones es la incorporación de TIC en el quehacer jurisdiccional como apoyo a la labor no sólo a la resolución de conflictos, sino también al área legislativa.

Ahora bien, el análisis de los datos proporcionados por el Consejo de la Judicatura Federal, permite que los conceptos de eficacia y eficiencia no sean triviales, sino relevantes para el Derecho, su introducción puede aportar parámetros para evaluar el quehacer administrativo estatal, la creación de nuevos indicadores o el perfeccionamiento de los ya existentes.

Esta actividad no queda limitada a esa área, ya que la actividad del Estado está encaminada entre otras a la resolución de conflictos, cuya actuación recae en la sociedad. Por ello la eficiencia, entendida como el mayor beneficio con el mínimo costo, podría ser considerada como uno de los componentes esenciales de una sociedad justa¹⁰⁵, una sociedad que despilfarra recursos y que no cubre necesidades básicas no podría ser justa.

¹⁰⁴ Calsamiglia, Albert, *Racionalidad y eficiencia del Derecho*. México, Fontamara, 1993, p. 27.

¹⁰⁵ *Ibidem*, p. 28.

Retomando el término de eficiencia, se podría establecer como un criterio para la formulación de normas, este criterio sería crear leyes que permitan tomar una decisión basándose en el costo mínimo de dicha elección. Pareciera ser que la eficiencia no suele considerarse en la práctica de manera frecuente, esta afirmación surge en razón de la duración y la cantidad de normas implicadas en los procesos¹⁰⁶ (generando en muchas ocasiones contradicciones internas) aumentando así tiempo de respuesta y, por ende, la decisión pierde esta cualidad.

En términos de eficacia, una buena ley no es aquella que señala unos objetivos justos, sino aquella que además los consigue. La tarea de dirección social no se puede reducir a la declaración de buenas intenciones, una condición importante que debe tener presente un buen legislador es que incentive a los ciudadanos al cumplimiento y que en la realidad social se cumpla (eficacia). Otra condición sería el medio sea el adecuado para alcanzar el fin (efectividad), por último, este medio debe ser el que cueste menos (eficiencia)¹⁰⁷.

Podemos observar de los datos proporcionados por el Consejo de la Judicatura Federal, que la manera actual en la cual se está impartiendo *justicia*¹⁰⁸ en México no está funcionando, la demanda supera a la oferta del servicio, la cantidad de casos atrasados es abrumadora, la cantidad de la información supera a los codificadores, por lo cual no es eficaz, el sistema no está cumpliendo con la función para la cual ha sido creado (al menos de forma eficiente), es necesario

¹⁰⁶ Alchourrón, Carlos E. y Bulyin, Eugenio, *op. cit.*, nota 95, p. 29; esto podemos verlo en el intento de aplicación de un sistema que adquiriera soluciones alternativas al conflicto.

¹⁰⁷ *Ibidem*, pp. 64-65.

¹⁰⁸ Justicia y justo son términos empleados en el lenguaje jurídico como parte del discurso que da soporte al sistema, a la aplicación y aceptación normativa, siendo un fin más que un medio, en el presente trabajo ambos conceptos serán considerados de dos formas: la primera, visto desde un punto de vista analítico, sirviéndonos de la reflexión de Moore respecto al término *bueno*, donde afirmaremos que justicia y por ende, justo son términos indefinibles o primitivos y sólo se puede acceder a ellos a través de otros elementos y segundo, entendemos justicia después del razonamiento antes hecho como la capacidad jurídico-estatal del conocimiento, aplicación, validación y transmisión eficaz de la norma, donde se prima el costo-beneficio, siempre buscando los valores más altos además de conseguir lo establecido por la norma. Para ampliar sobre la postura de Moore véase, Moore, G. E., *Principia Ethica*, 2ª ed., México, UNAM-IIF, 2018, Capítulo I y siguientes.

replantearse el funcionamiento del sistema y revisar si realmente es lo que el país necesita¹⁰⁹.

De allí que nuestro enfoque busque la incorporación de conceptos que nos lleven a un estudio holístico, dinámico y complejo, no sólo para el análisis, sino también para la creación de información jurídica, de esta forma buscamos ayudar a los agentes jurídicos a realizar una labor que cumpla con los principios constitucionales del artículo 17 párrafo segundo:

Toda persona tiene derecho a que se le administre justicia por tribunales que estarán expeditos para impartirla en los plazos y términos que fijen las leyes, emitiendo sus resoluciones de manera *pronta, completa e imparcial*. Su servicio será gratuito, quedando, en consecuencia, prohibidas las costas judiciales¹¹⁰.

Como se mencionó previamente, la estadística nos marca por un lado la inmensa cantidad de demanda del servicio de resolución de conflictos jurídicos, por otro la imposibilidad de que los tribunales logren dar satisfacción plena a esta demanda, este incumplimiento genera que la carga de trabajo aumente y se anquile. Además, permite ver el grado de inconformidad con el sistema jurídico, la percepción sobre corrupción y lentitud en el sistema es alta¹¹¹, el usuario no está

¹⁰⁹ Estos puntos no pueden ser abordados a profundidad aquí ya que el análisis de los mismos llevaría consigo otra tesis, cuyo corte tendría que ser más económico y de sustentabilidad, la intención de destacar estos puntos es que la visión que se tiene, la forma tradicional de impartición de justicia, no logra resolver la problemática, pues está supeditada a la conducta humana, a su regulación legal y a todas las autoridades que trataron en su momento de resolver el conflicto. Se decidió que las estadísticas del Tribunal Colegiado de Circuito eran las idóneas en razón de ser el *final* de una serie de intentos por dirimir una controversia legal, lo que implica que no sólo en estos se revisa fondo, sino también forma por lo cual son una manera de evaluar la calidad de todo el sistema, la cual después de revisar dichas estadísticas queda mal parado.

¹¹⁰ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Cámara de Diputados, disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm>, fecha de consulta: 12/06/18, énfasis agregado.

¹¹¹ Para la afirmación relacionada con la corrupción e insatisfacción se toman los datos proporcionados por Transparencia Internacional. *Índice de la Percepción de la Corrupción 2017*, en <https://www.ti.org.mx/ipc2017/> consultado el 12 de junio de 2018, donde México ocupa el lugar 135 entre Laos y Papúa Nueva Guinea. Asimismo, se retoman los datos de Transparencia Mexicana. *Índice Nacional de Corrupción y Buen Gobierno 2010*. En <http://www.ti.org.mx/wp-content/uploads/2013/05/01-INCBG-2010-Informe-Ejecutivo1.pdf> consultado el 12 de junio de 2018, ambos muestran estadística a nivel global y nacional sobre la percepción de corrupción, en particular el segundo está centrado en servicios tanto públicos como privados, incluyendo la impartición de justicia. Transparencia Internacional en su *Global Corruption Barometer*, un descargable en formato

satisfecho con el servicio brindado, por lo cual el Estado debería de plantearse las medidas necesarias para poder afrontar el problema. De allí que sea importante el replantearse los orígenes, fines, y formas en las cuales se interviene en la resolución de conflictos jurídicos.

Nuestro análisis ha analizado una de las funciones del sistema, la resolución de conflictos, cabe mencionar que esta actividad se puede ver afectada por diversos factores y no sólo es atribuible a los órganos estatales, a los funcionarios públicos o a las personas que buscan solución a sus conflictos jurídicos. Todos los agentes anteriores están constreñidos al aparato normativo creado para regular sus conductas de las personas y el funcionamiento y actuación del Estado y sus funcionarios.

En cuanto a la eficacia de las normas *per se*, podemos suponer (ya que no contamos con estadística al respecto) que no se cumplen por diversos factores los cuales podemos clasificar de la siguiente forma:

xls, en el cual se muestran los resultados provenientes de encuestas directas sobre percepción, victimización y combate de la corrupción, de igual forma los habitantes encuestados para obtener los datos sobre México, reportan que esta se ha incrementado durante el 2017 https://www.transparency.org/news/feature/corruption_on_the_rise_in_latin_america_and_the_caribbean, consultado el 12 de junio de 2018.

Causas de ineficiencia e ineficacia*

Tabla 2

Normativos o de Técnica Legislativa	La imposibilidad del Estado de proporcionar normas secundarias que permitan se materialicen las normas primarias, la ambigüedad de la norma, la falta de interconexión entre normas, la presencia de antinomias**
Operatividad	Cuando se cuenta con una norma que se encarga de operacionalizar, pero no se ejecutan los medios necesarios para llevarla a cabo.
Subjetivos	La incomprensión del texto legislativo por parte de la persona común, la corrupción persona-agente estatal o bien, la decisión voluntaria de no acatar la norma a pesar de su comprensión***.
Geográficos	Situación geográfica que imposibilita el conocimiento de las normas o que se generen los medios para hacer operativa alguna disposición

Estos errores, en gran medida tienen su origen en el momento de producción normativa, ya que los encargados de su elaboración no suelen ser juristas o su preparación es deficiente, y por lo tanto no comprenden el alcance de sus consecuencias lógicas, situación que lleva la creación de normas deficientes, inoperantes o contradictorias, generando *bucles* dentro del sistema, afectando directamente a los sujetos normados y a quienes verifican la aplicación de la norma.

* Definiremos ineficacia e ineficiencia a *contrario sensu*, siendo ineficacia la imposibilidad de cumplir con los fines o metas para lo que algo es creado o que una persona tiene fijadas, e ineficiencia la imposibilidad de realizar los fines o las metas con el menor costo posible.

** Entendemos por normas secundarias las disposiciones procedimentales en una manera similar a la de Hart, quien conceptualiza con el término de reglas secundarias a las que hablan sobre las reglas primarias de obligación, ya que en éstas se puede verificar, introducir, eliminar, modificar y los modos de su protección o evasión en Hart, H. L. A., *El Concepto de Derecho*, 2ª ed., Carrió, Genaro R. (trad.), Buenos Aires, Abeledo-Perrot, 1992, p. 117.

*** Para profundizar en este tema véase, Florez-Alarcon, Luis, "El Comportamiento Jurídico como un Proceso de Etapas", en Cáceres Nieto, Enrique y Rodríguez Ortega, Graciela (coord.), *Bases Psicológicas del Comportamiento Jurídico en México*, México, UNAM-IIJ-Facultad de Psicología, 2016, disponible en <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/2537-bases-psicologicas-del-comportamiento-juridico-en-mexico>, fecha de consulta: 10/09/18.

Actualmente el Derecho Informático pretende dar solución, pero sólo de forma tangencial, ya que deja de lado la posibilidad de que un agente no humano tome decisiones o pueda proponer normas¹¹², cuya tarea es compleja.

2.2. Control jurídico

Tomando como parámetros la eficiencia y la eficacia en conjunto con una visión cibernética, es posible concebir de una forma diferente la labor estatal, y por ende la función que le corresponde al Derecho en esta aplicación, ambos conceptos nos remiten necesariamente a verificar tanto el actuar interno como los resultados obtenidos y generar un elemento de prospección como predictor de éstos, en aras de proporcionar certeza jurídica.

El control y la retroalimentación (*feedback*) son factores indispensables, ambos garantizan el buen funcionamiento del sistema al corregir errores o proporcionar información sobre la acción realizada por el sistema-agente. Estos conceptos no se localizan a un nivel determinado del sistema, sino que están presentes de manera progresiva en él, de esta forma la corrección es mucho más rápida y precisa.

2.2.1 Comunicación en el Derecho

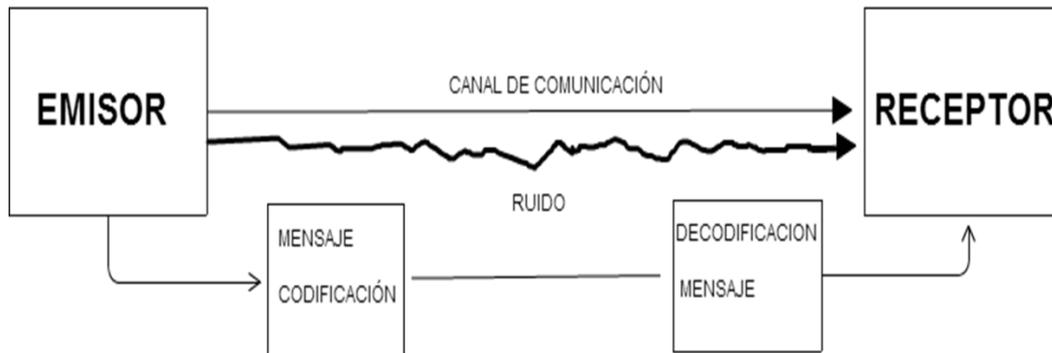
Como recordaremos el fenómeno del control está presente en aquellos sistemas que se comunican con otros sistemas o bien adquieren información del medio que les circunda, por ello en esta sección analizaremos la forma en la cual se presenta este fenómeno en el Derecho y las particularidades que le acompañan

Consideramos que el Derecho, ya sea escrito o hablado, implica forzosamente una interacción entre entes que sean capaces de reconocer un código y traducirlo pudiendo existir o no respuesta, por lo que de conformidad con estos sencillos principios vemos que claramente se presenta el acto de comunicación.

¹¹² De esta rama del Derecho nos ocuparemos en el próximo capítulo, pues ha generado la pauta, aunque escueta, para la introducción de conceptos y herramientas diversas a las proporcionadas por la dogmática jurídica tradicional.

Podemos ejemplificar con el siguiente diagrama un modelo básico del proceso de comunicación.

Diagrama 1. Modelo básico de comunicación.



Por ello primero debemos identificar a los participantes del acto de comunicación jurídica: tenemos por un lado a la autoridad, responsable de las labores propias al emisor, ya que le corresponde a ésta toda la tarea de idear, procesar y emitir el mensaje de manera inicial, asimismo parte de su responsabilidad es la creación de canales apropiados para la trasmisión del mensaje, siendo la norma dicho mensaje, ésta debe ser enviada de una manera eficiente y comprensible a su destinatario o receptor, quien puede ser cualquier persona, inclusive puede ser la misma autoridad, los habitantes del territorio nacional (nacionales) y los extranjeros que se localizan en el mismo¹¹³.

¹¹³ Por autoridad entenderemos en este texto al presidente de la Republica y al Congreso de la Unión, ya que son sólo éstas las autoridades facultadas para la creación de leyes, como lo establecen los artículos 72, 73, 89 constitucionales; no tomaremos en cuenta el proceso de jurisprudencia que realiza la Suprema Corte de Justicia, ni otras formas de creación normativa ya que no son propiamente creadoras de normatividad. Aunque evidentemente esto puede interpolarse el carácter de autoridad a cualquier persona o entidad que detente la facultad para dictar leyes y el uso *legítimo* de la violencia para hacerlas cumplir. Por ejemplo, el artículo 1^a constitucional establece en su párrafo tercero la obligación de las autoridades de promover y respetar los derechos humanos, esto es se ven constreñidas a realizar todas las acciones tendientes para conseguir esos fines establecidos por la Constitución, otro caso sería el artículo 12 del Código Civil Federal, que determina que las leyes mexicanas rigen a todas las personas y por ende a las autoridades, que se encuentren en la Republica y a los actos y hechos realizados en ésta, a su vez se vincula con el artículo 40 y 42 constitucional al fijar la forma de gobierno y lo que es el territorio nacional. Artículos consultados en Código Civil Federal, Cámara de Diputados, consultado el 13 de junio de 2018, recuperado de <https://www.juridicas.unam.mx/legislacion/ordenamiento/codigo-civil-federal#23>, y Constitución

Aunque parezca raro, la autoridad es receptora de la misma norma que emite, ya que es un sistema en parte recursivo, emite normatividad que la faculta para actuar en determinados casos (creando órganos o dando criterios). Esto no implica que sea necesariamente un sistema con retroalimentación, puede ser un sistema que regule su actuar sin la capacidad de revisar el resultado de sus acciones, esta diferencia es crucial pues mientras un sistema es capaz de mejorarse y adaptarse el otro no.

Otro aspecto a tomar en consideración es la abstracción predominante en los sistemas jurídicos con tradición romano-germánico-canónica¹¹⁴, en el sistema jurídico mexicano se estipula que el desconocimiento de la norma no implica su incumplimiento, en nuestro sistema está escrito en el artículo 21 del Código Civil Federal:

La ignorancia de las leyes no excusa su cumplimiento; pero los jueces teniendo en cuenta el notorio atraso intelectual de algunos individuos¹¹⁵, su apartamiento de las vías de comunicación o su miserable situación económica, podrán, si está de acuerdo el Ministerio Público, eximirlos de las sanciones en que hubieren incurrido por la falta de cumplimiento de la ley que ignoraban, o de ser posible, concederles un plazo para que la cumplan; siempre que no se trate de leyes que afecten directamente al interés público¹¹⁶.

Política de los Estados Unidos Mexicanos, Cámara de Diputados, consultado el 29 de enero de 2019, recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm>.

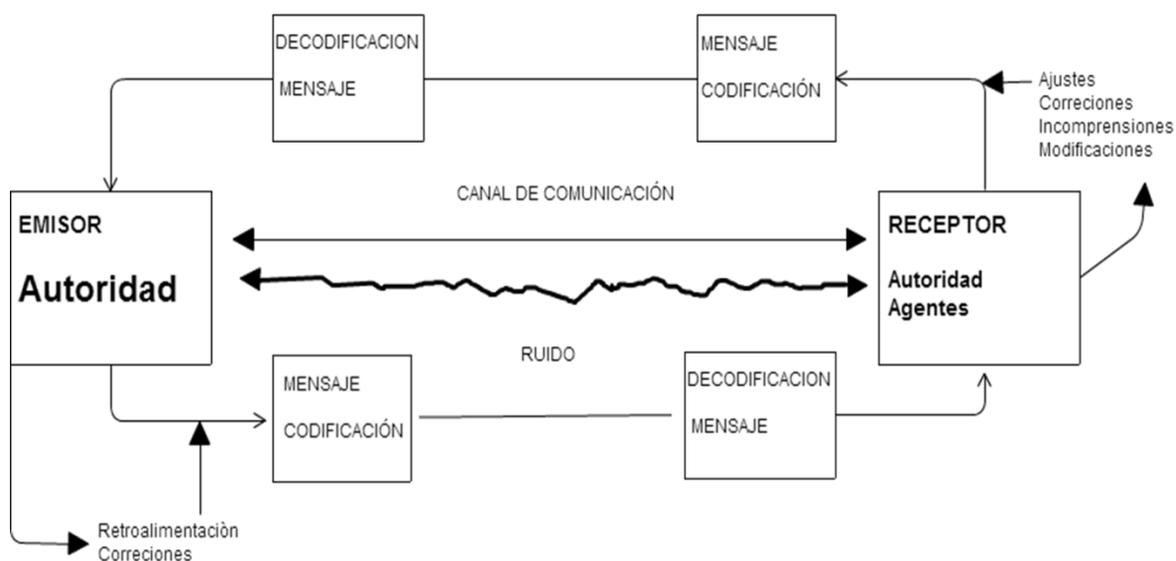
¹¹⁴ Bernal y Ledesma nos mencionan que de las múltiples características que distinguen a la tradición romana es su capacidad para realizar formulaciones generales y abstractas, esto permitió que se pudiese distinguir la norma de derecho de su acto de aplicación, la ley de la resolución o sentencia, posteriormente estas características permearían en el derecho canónico y germánico, en Bernal Beatriz y Ledesma José de Jesús, *Historia del derecho romano y de los derechos neorromanistas*. 4ª ed., Editorial Porrúa, México, 1989, pp. 27. En México la recepción del derecho romano canónico se realizó a través del derecho castellano, de la enseñanza universitaria, de la práctica jurídica y de la promulgación del Código Civil de Napoleón en Sirvent Gutiérrez Consuelo, *Sistemas Jurídicos Contemporáneos*, 4ª ed., Editorial Porrúa, México, 2003, p. 57.

¹¹⁵ Es evidente que la terminología empleada en la creación normativa no contempla al ciudadano común, por lo cual los términos empleados suelen ser sumamente técnicos, de ser así la falta de este conocimiento situaría a la mayoría de la población con retraso intelectual.

¹¹⁶ Código Civil Federal, Cámara de Diputados, disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/ccf.htm>, fecha de consulta: 13/09/18 el 13.

Parece ser claro, pero no es así, ya que da paso a plantearnos que basta con conocer el mensaje para que este sea entendible, situación que no se ajusta a la realidad, la incomprensión del mensaje puede ser constante ya sea por el desconocimiento de términos jurídicos, por el nivel educativo, por el desconocimiento del idioma, etc. Este modelo que dota de una decodificación y atribución de contenido perfecta al interlocutor, no se apega a la multiplicidad de receptores existentes. Lo antes dicho podemos ejemplificarlo ampliando el esquema básico de comunicación, que de alguna forma nos representa precisamente el funcionamiento del sistema.

Diagrama 2. Modelo de comunicación con retroalimentación



La comunicación en el derecho es *sui generis*, y como se muestra en el diagrama, implica un modelo mucho más complejo, ya que carece de esa interacción directa, obligando a dar por hecha la comprensión total del mensaje por parte del receptor, creando ficciones como la del artículo 21 del Código Civil Federal, dando paso a la necesidad de decodificadores externos (abogados) o bien obliga al receptor a realizar la decodificación con su propio lenguaje, corriendo el riesgo de su no decodificación y por ende su inoperatividad, además de una imposibilidad de realizar los ajustes requeridos de forma eficaz.

2.2.2 Necesidad de reflexionar sobre y con el receptor normativo

De la exposición anterior, queda claro que es importante el retomar al sujeto normativo, es necesaria la existencia de *alguien* en quien recaiga la norma¹¹⁷, no suelen crearse normas antes de que se dé el hecho en el mundo real, por ejemplo no está regulado el homicidio causado por un robot consciente (ya que aún no existe tal ente), cabe señalar que no nos referimos a todos los hechos sino sólo a los jurídicos, por lo cual el destinatario en esta dinámica jurídica tiene un papel preponderante, no sólo por ser sujeto normado, sino por ser sujeto decodificador y materializador de la norma, evitando se restrinja a ser mero receptor.

El sujeto deja de ser un ente pasivo para convertirse en una parte del sistema, cuya labor no sólo es la acatar la norma, sino también la de proveer al sistema de retroalimentación, ya sea para la autoridad quien tiene la facultad normativa pueda realizar los ajustes a la norma, o bien participando directamente en la creación de ésta. Al tener sujetos más activos el sistema se ve obligado a: supervisar y mejorar los canales (medios de transmisión) y el código empleado (el lenguaje) para la creación del mensaje (la norma), entre otras medidas como lo serían el propiciar una comunicación más cercana y directa con el sujeto, simplificar el código empleado o fomentar que decodificadores externos intervengan cada vez menos en esta relación.

Con lo anterior tratamos de recalcar que las normas que no son bien comunicadas por tener canales deficientes o un código indescifrable, llevan su propia condena de ineficiencia, por más disposiciones normativas que traten de hacer que el sujeto normado se vea constreñido a acatar el mandato, pues bien puede mal interpretar el contenido de la norma, ser incapaz de comprenderla o nunca enterarse de su existencia, por lo anterior no podemos asumir la existencia

¹¹⁷ Retomaremos el concepto que brinda von Wright, siendo así los sujetos aquellos agentes a los cuales una autoridad a través de una prescripción que permite o prohíbe hagan o se abstengan de ciertas cosas o situaciones en Wright, Georg Henrik von, *Norma y Acción: Una Investigación lógica*, Madrid, Tecnos, 1970, p. 93.

de un decodificador omnisciente pues por la misma naturaleza del ser humano, no tiene un correlato fáctico.

Esto nos lleva a plantearnos un modelo de Estado donde se priorice la realización de investigación sobre la forma de transmitir un mensaje, la población a la que éste va dirigido, el lenguaje-código empleado en su creación y divulgación, se fomente la participación de la población, se investigue a aquellos sujetos que por propia voluntad aun conociendo la norma no la cumplan, sean temas centrales en el diseño de las normas, además de la incorporación de profesionistas que logren compaginar el lenguaje natural con el rigor que implica la creación normativa, por lo tanto se hace presente la necesidad de equipos multidisciplinarios.

2.2.3 Comunidad Lingüística

El Derecho no es independiente de sus usuarios y utiliza las herramientas que estos culturalmente han generado, una de ellas es el lenguaje natural, que a su vez pertenece a una comunidad lingüística determinada, ésta se encarga de proporcionar los medios para realizar dos cosas: primera, generar un código en su totalidad desde la creación de sus partes¹¹⁸, y segunda, proveer las herramientas para decodificar e incluir nuevos elementos al código.

Llegados a este punto, es pertinente mencionar la distinción entre habla y lengua, en razón de que el segundo término implica una convención social, una institucionalización de la forma, que fija los parámetros para el poder comunicarse además de la instauración de *valores* en el sentido de intercambio, siendo obligatorio el adherirnos a ella para poder comunicar. Mientras que el habla, es la parte individualizada, es el conjunto de combinaciones mediante las cuales el individuo emplea el código de la lengua para expresar su pensar¹¹⁹, además el habla es previa propiamente a la lengua.

¹¹⁸ Entendemos por partes a los morfemas, los grafemas y la sintaxis.

¹¹⁹ Barthes, Trad. Alberto Méndez, *Elementos de Semiología*, Comunicación Serie. Visor Libro, Madrid. 1989, pp.19-27.

El Derecho como producto de la sociedad organizada, implica el uso de la lengua que ésta ha generado para codificar las acciones que los individuos realizan, al momento de que cada individuo tiene contacto con ella realiza propiamente el habla, esto es, la individualización y aplicación concreta del código¹²⁰.

Hemos revisado la importancia de una codificación y decodificación adecuada como punta de lanza en el proceso comunicativo del Derecho, aun así, la pura decodificación por parte de un agente humano no garantiza la comprensión. Brevemente, los elementos que permiten que el receptor termine de integrar el mensaje son la forma, el contenido y su aplicación. De manera formal, la semiótica estructura el estudio del lenguaje en tres niveles: la sintáctica, la semántica y la pragmática.

Explicaremos brevemente a qué nos referimos con estos tres elementos. La sintáctica¹²¹, hace referencia a la formulación de un lenguaje sin contenido donde sólo nos interesan las relaciones entre elementos (signos), así como la determinación de elementos válidos para ser empleados en dicha formulación, hablamos pues de las reglas de formación y transformación de las formulaciones, generando de esta forma posibles derivaciones de las expresiones iniciales, basta el ejemplo de cómo formular una oración: sujeto, verbo y predicado.

En cuanto a la semántica¹²², ésta busca la relación de las expresiones del lenguaje jurídico con la realidad, a través de la asignación de contenido, de preferencia univoco; permitiendo que la estructura formal (sintáctica) pueda hacer declaraciones acerca de la realidad, centrándose en qué forma se atribuye

¹²⁰ Moreso nos habla de dos tipos de lenguaje jurídico, el primero, empleado para la expresión de las normas (del Derecho), y el segundo, que emplean los que manipulan las normas (jueces, abogados, etc.), esta distinción es útil ya que permite situar a los diversos agentes en contextos específicos y comprender la forma en la cual dichos lenguajes se conectan, pero, ésta deja de lado que hay sujetos que no entran en ninguna de esas categorías pero también hablan de este lenguaje (gente común), es pertinente mencionar que estos usuarios desde nuestro punto de vista utilizan, o bien lenguaje natural con significado del sentido común y por ello su comprensión de la norma puede verse afectada de forma negativa, o bien, un metalenguaje sobre el Derecho que sería ajeno al que utilizan y por lo tanto generarían un discurso o relato muy diferente, Moreso, Juan José, "Lenguaje Jurídico", Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, Madrid, Trotta, vol. VII, 1992, pp. 105-115.

¹²¹ Schreiber Rupert, *Lógica del Derecho*, 3ª ed., Editorial Fontamara, México, 1995, p. 23.

¹²² *Ibidem*, p. 25.

significado y cómo se constata la verdad de este contenido, por ejemplo el término homicidio tiene un correlato físico, es constatable que una persona está muerta y que se presume otra fue quien la asesino.

Para finalizar, la pragmática¹²³, la cual nos remite al signo y su uso contextualizado, de esta modo se aclara el uso del lenguaje y se genera una delimitación de aplicación del lenguaje¹²⁴, por lo cual nos estamos refiriendo a la práctica del lenguaje, a su uso para interactuar y generar cambios en los otros, por ejemplo no se utilizan los mismos términos para hablar de situaciones en materia civil o penal, pero estas a su vez no son ajenas entre si pues pueden vincularse.

2.3. Sistema

El proceso comunicativo se da como un fenómeno dentro de uno más grande, en este caso, el social, y por ende, tiende a ramificarse, especializarse y ajustarse a los diversos sistemas que componen a la comunidad. Por ello es necesario abordar al Derecho como un sistema, en los capítulos previos, ya se han analizado las características de sistema, el por qué es relevante este enfoque en las ciencias y como el Derecho al ser un producto social forma un sistema, de tal manera que discutiremos qué clase de sistema es, cuáles son sus componentes, cómo se interrelaciona e interactúa con su contexto.

2.3.1 Concepto de sistema jurídico

La conceptualización de sistema jurídico es muy variada, y dependiendo de la postura teórica que se prefiera, se plantea uno u otro concepto, nosotros retomaremos el concepto que define al Derecho como un *sistema deductivo*¹²⁵, como vemos un análisis más lógico. El pensar en un sistema deductivo, nos lleva a postular la creación de un conjunto de normas (axiomas), las cuales son el punto de partida para crear más normas, las cuales a su vez deben posibilitar la solución a

¹²³ *Ibidem*, p. 26.

¹²⁴ El análisis se hace aquí a un nivel muy básico, para que el lector se percate de las diferencias que resultan del análisis del lenguaje en cada nivel, así como del uso del mismo, en relación con el derecho y como éstas a su vez influyen en los límites de la comunicación.

¹²⁵ Alchourrón, Carlos E. y Bulyin, Eugenio, *op. cit.*, nota 95, pp. 78-83

todos los casos posibles, esto presupone dos cosas: primera. el conocimiento de todos los posibles casos, segunda, el conocimiento de todas las posibles soluciones¹²⁶.

De tal forma que, al concebir a nuestro sistema bajo estas premisas, debemos entenderlo como un sistema *completo*, entendiendo esto como la propiedad que permite al sistema disponer siempre de una norma para cualquier caso o supuesto de hecho. Un sistema es pleno si cualquier caso puede ser calificado como prohibido, obligatorio o permitido según alguna norma del sistema¹²⁷.

Lo anterior nos lleva a plantearnos qué principios son complementarios al de *completitud*, si el sistema comprende todos los casos y todas las soluciones, implicaría que no deben existir contradicciones internas (entre normas) para poder dar una solución por lo cual la *coherencia* es indispensable, además si nuestro sistema es coherente, implica que no exista redundancia entre los enunciados que dan solución al conflicto planteado, de allí que sea *independiente*¹²⁸.

Teniendo en consideración los principios anteriores, el sistema se forma así por un conjunto de enunciados que se consideran verdaderos y por todas sus consecuencias lógicas (axiomas y teoremas). Estos enunciados se vinculan a través de la relación de dependencia (teoremas) o independencia (axiomas) entre ellos¹²⁹.

El plantearnos el modelo deductivo axiomático implica el determinar el modo de ser de nuestro sistema, este puede ser estático o dinámico. Entendemos por *estático* aquel que utiliza la derivación para la obtención de nuevas normas y por ende están ligadas todas y cada una de sus consecuencias lógicas, esto implica

¹²⁶ *Ibidem*, p. 87.

¹²⁷ Cuando falta esta norma decimos estar en presencia de una laguna. Es necesario este principio para justificar la monopolización jurídica del estado legislativo, el juez no puede negarse a fallar, dicho fallo debe hacerlo precisamente con arreglo a normas preestablecidas. Prieto Sanchis, Luis, *Apuntes de Teoría del Derecho*, Madrid, Trotta, 2005, pp. 123. Un ejemplo de esta situación la tenemos contemplada en el artículo 18 del Código Civil Federal.

¹²⁸ Alchourrón, Carlos E. y Bulygin, Eugenio, *op. cit.*, nota 95, pp. 91-94.

¹²⁹ Prieto Sanchis, Luis, *op. cit.*, nota 127, pp. 105-106.

que de eliminarse la norma a partir de la cual se está derivando, todas las consecuencias lógicas también son eliminadas.

Ahora bien, si hablamos de un sistema *dinámico*, implica la obtención de normas a partir de otras normas que les dan existencia, siendo la norma resultante independiente del proceso y por lo cual, el eliminar la forma de producción normativa, no elimina la norma creada por este proceso o las relaciones que guarda con otras no se ven afectadas, permitiendo que el sistema continúe operativo.

La primera visión concibe propiedades ideales del sistema jurídico y termina por confinarlo dentro del plano de lo inmóvil, privándolo del dinamismo que le es propio al derecho (derogaciones, abrogaciones, promulgaciones, modificaciones) por lo cual nuestro planteamiento del sistema debe ser capaz de englobar esta opción.

La forma de incorporar el dinamismo es mediante el factor temporal, autores como Alchourrón y Bulygin proponen que al momento de realizarse un cambio en el sistema éste deja de ser el sistema previo, y da como resultado un nuevo sistema, en este caso estático hasta que se gesticione un nuevo cambio siendo ésta la dinámica del sistema¹³⁰.

Este fenómeno descrito por los autores permite ver dos momentos en el devenir normativo: lo estático y lo dinámico, entendido como una familia de conjuntos de normas o una secuencia temporal de conjuntos de normas, de esta forma se generan nuevas consecuencias lógicas. Esta distingue dos términos: sistema jurídico como conjunto de normas y orden jurídico como secuencia de sistemas jurídicos.

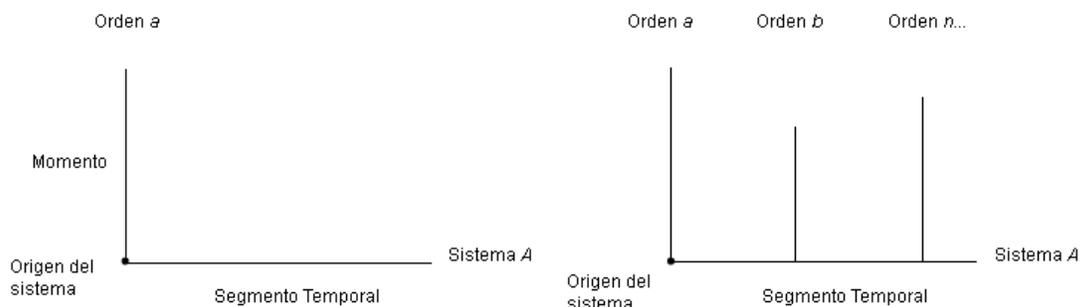
Los conceptos antes descritos pueden ser replanteados, como propone Huerta¹³¹, podemos decir que por sistema jurídico no entenderemos un corte transversal normativo, ya que esto no demuestra la totalidad del sistema, al realizar

¹³⁰ Alchourrón, Carlos E. y Bulygin, Eugenio, *op. cit.*, nota 95, pp. 133-136.

¹³¹ Huerta Ochoa, Carla, *Conflictos normativos*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM, 2003. De esta obra se consultaron los tres primeros capítulos ya que el tema central son los conflictos normativo, por ende contiene apartados interesantes sobre la dinámica del sistema jurídico y la concepción de norma.

este corte lo que obtenemos es precisamente un orden de normas anclado a un tiempo-espacio de validez, este conjunto es actualizado por el dinamismo del sistema lo que no genera nuevos sistemas, sino que incorpora nuevos elementos al sistema¹³².

Diagrama 3. Representación gráfica de orden y sistema



Entonces, si decimos que el sistema no sólo es un conjunto de normas, sino que implica una secuencia de normas, estamos determinando que conocemos el origen de éste, su desarrollo y, por ende, los elementos pretéritos y presentes, lo cual va muy acorde con principios tales como coherencia y completitud, además al tener esta perspectiva evitamos la creación (innecesaria) de subsistemas y finalmente que sea más complejo.

Esta distinción permite que abordemos al sistema jurídico como un continuo de normas y nos centremos en las relaciones que éstas pueden tener sin llegar a individualizarlo de forma temporal, viendo orden jurídico por orden jurídico; facilitando un estudio que mantiene los principios del sistema, además generando un análisis más holístico al poder establecer la totalidad temporal del sistema que se ha producido en un país a lo largo de su historia y proceder a su descomposición y recomposición para encontrar el elemento requerido.

¹³² La única modificación sustancial al sistema jurídico una vez que éste es *echado a andar*, sería la eliminación de la Constitución o norma fundante, ya que, si eliminamos de tajo ésta, el sistema perdería sus formas de creación e incorporación normativa, por lo tanto: a) se estancaría b) no tendría ninguna justificación *legal* para existir o c) perdería su cualidad de sistema jurídico.

Concordamos con la inclusión del factor temporal como parte del dinamismo del Derecho, lo que desde nuestro particular punto de vista no recalcan los autores, es que el dinamismo también subyace en el lenguaje y las modificaciones a la sintaxis, la semántica y pragmática que se dan en el sistema, así como los procesos de retroalimentación que el propio sistema puede generar sí cuenta con las reglas y mecanismos para ello; esto nos lleva a plantear que el dinamismo en el Derecho está determinado por: tiempo, lenguaje y cultura.

Como vimos en los apartados anteriores, un sistema dinámico implica un continuo con el tiempo y, por ende, con las circunstancias que le acaecen, por ello debe ser capaz de modificar su configuración inicial de tal forma que se adapte a las necesidades del entorno.

De lo anterior podemos sugerir que nuestro modelo cuente con las siguientes reglas para identificar cuando un sistema es dinámico:

- Retroalimentación negativa (*feedback*).
- Posibilidad de cambio (adaptabilidad).
- Capacidad de aprendizaje. (memoria, recuperación, aplicación)

Por lo antes mencionado, consideramos al Derecho como un sistema complejo, compuesto por enunciados entre los cuales hay al menos una norma, es decir, un enunciado que correlaciona un caso determinado con una solución normativa¹³³, dotado de un mecanismo de aprendizaje que le permita aprender a partir de las soluciones proporcionadas e incorporar dicha innovación al sistema.

¹³³ Tomamos la idea central de Alchourrón y Bulygin sobre lo que entienden por sistema, ellos se centran en un sistema deductivo, consideramos que esta conceptualización da bases, pero puede enriquecerse si se añaden componentes extras que son brindados al adquirir: a) retroalimentación b) aprendizaje y c) dar pauta a que el mecanismo empleado deje de ser un agente humano para ser un agente digital, Alchourrón, Carlos E. y Bulygin, Eugenio, *op. cit.*, nota 95, pp. 87-91.

2.3.2 Normas

La inclusión del apartado sobre normas es necesario ya que los objetos de estudio en la ciencia jurídica son las normas¹³⁴, utilizaremos la definición que nos proporciona Mendonca y Bulygin como punto de partida, por ser acorde a nuestros fines: se entiende por norma una prescripción emitida por un *agente humano*, denominado autoridad normativa, dirigida a uno o varios agentes humanos denominados *sujetos normativos*, que obliga, prohíbe o permite determinadas acciones o estados de cosas¹³⁵.

Conforme a esta perspectiva conviene hacer la distinción entre proposiciones normativas y normas, siendo las segundas el sentido-significado, y las primeras, la fórmula lingüística usada para poder comunicarlas en una sociedad¹³⁶.

Ambos factores tienen que ser conocidos para que se realice una adecuada interpretación de la norma. Cabe mencionar que a esta definición demos agregar que, aunque no son consideradas normas¹³⁷ aquellos enunciados que articulan las normas (remiten, describen, definen, etc.) son parte del cuerpo normativo, y sin éstas sería en muchos casos imposible entender el contenido de la norma.

Ahora bien, cuando hablamos de normas nos referimos a entidades abstractas que tratan de fijar en el tiempo una forma de ser del ser humano que sea constante a través del tiempo (su expresión), entendida ésta como la conducta,

¹³⁴ Sin caer en psicologismo, es necesario que a la norma se le sume la conducta real, tal y como es ejecutada por los agentes para hacer un estudio profundo, esto implicaría recurrir a herramientas tanto de la economía como de la psicología.

¹³⁵ Bulying, Eugenio y Mendonca, Daniel, *Normas y sistemas normativos*, Madrid, M. Pons, 2005, p. 15.

¹³⁶ Alchourrón y Bulying brindan una conceptualización parecida ya que para ellos las normas son enunciados prescriptivos que se usan para ordenar, prohibir o permitir conductas humanas, mientras que las proposiciones normativas son enunciados descriptivos que se usan para informar acerca de las normas o acerca de las obligaciones, prohibiciones o permisiones establecidas por las normas, nosotros añadiríamos que las proposiciones normativas también dan cuenta de las normas a través del lenguaje, Alchourrón, Carlos E. y Bulygin, Eugenio, *op. cit.*, nota 95, p. 172.

¹³⁷ Sobre este punto cabe mencionar la propuesta de Huerta, en ella plantea que aunque no existe sanción directa para este tipo de enunciados son normas en tanto que: a) pertenecen al sistema y b) están vinculadas o vinculan normas con sanciones; de allí que son necesarias para que una norma con sanción pueda ser cumplida, el carácter de vinculación que realizan entre los diversos cuerpos normativos-normas es crucial por lo cual no considero que sea oportuno relegarlas a un segundo plano o comenzar una taxonomía de normas, por ejemplo, primarias, secundarias, etc. en sentido referenciado, salvo para fines educativos.

limitándola o facultándola según sea el caso, esto nos obliga a plantearnos un par de particularidades sobre dichas entidades: primero el registro, y segundo la herramienta que registra.

Sobre el primer punto sólo mencionaremos que en nuestro sistema el soporte se da por escrito principalmente¹³⁸, en cuanto al segundo nos referiremos al lenguaje. El lenguaje como bien sabemos puede ser oral o gráfico primando el lenguaje gráfico que emplea símbolos arbitrarios para designar sonidos del habla, etc. Como vemos está limitado a las herramientas de las que el agente humano-autoridad dispone para poder realizar la transmisión de la prescripción utilizando todo el circuito de la comunicación.

Estamos frente a una entidad lingüística, creada dentro de un estado democrático implica el poder atribuir contenido consensuado, cuyo fin último es el permitir, prohibir u obligar alguna *conducta humana*, a su vez estas prescripciones son consideradas *operadores deónticos* (deber ser), ya que facultan dentro del enunciado normativo un número limitado de *acciones* (verbos), ahora estas suelen ser transmitidas de forma escrita en cuyo caso, en las conductas escritas como proposiciones normativas prima un acto de habla¹³⁹.

Dichos enunciados deben estar sujetos a alguna consideración particular, ya que existen otro tipo de presentaciones normativas (morales, religiosos, etc.) por ello, para definir a que tipo nos referimos, hay que considerar el sistema del que parten, así mismo el modo de producción y la capacidad que se tiene para ejecutar su cumplimiento.

Ahora que estamos tocando nuevamente el tema del sistema corresponde a éste el establecer las formas de producción normativa, de inclusión, exclusión y

¹³⁸ Salvo por los usos y costumbres de transmisión oral no consideramos que haya otro tipo de soporte.

¹³⁹ Trato a la norma como un acto de habla no por su validez, sino por su calidad de texto y concreción de una acción, para profundizar en el tema véase Austin, John, *Palabras y acciones: cómo hacer cosas con palabras*, Editorial Paidós, Buenos Aires, 1971.

revisión del contenido normativo además de revisar la coherencia de forma transversal y longitudinal¹⁴⁰.

Teniendo esto presente debemos hacer notar que, en los sistemas actuales, es posible una interacción atípica dentro de este conjunto de normas a la cual denominaremos *antinomia*. La presencia de contradicciones no lleva al concepto de antinomia, ésta se produce cuando el sistema imputa consecuencias jurídicas incompatibles a las mismas condiciones fácticas¹⁴¹.

La doctrina ha realizado diversas clasificaciones sobre este tópico, nosotros solo revisaremos a manera de ejemplo las propuestas por Prieto y Ross.

El primer catálogo está denominado *contradicciones*, y versa sobre normas que atañen directamente a la acción de las personas¹⁴².

- Contradicción entre mandato y prohibición; una norma declara ordenado lo que otra establece como prohibido.
- Contradicción entre mandato y permiso negativo: una norma declara ordenado lo que otra autoriza a no hacer.
- Contradicción entre prohibición y permiso positivo: una norma considera prohibido lo que otra permite hacer.

En cuanto a las *antinomias*, Ross¹⁴³ nos propone un catálogo, las cuales no sólo están centradas en la acción de quien realiza la conducta, ya que incluyen más elementos del sistema jurídico.

- Antinomia total-total. Significa que ambas normas comparten por completo su ámbito de validez material, personal, espacial y temporal.

¹⁴⁰ Entendemos al sistema jurídico como un corte longitudinal sobre el tiempo dentro de un Estado Nación sobre el cual se realizan cortes transversales generando un orden jurídico que no interrumpe la existencia del sistema, como ya se mencionó, nos permite acceder a la totalidad del sistema y a ubicar un momento (orden) en específico, ya que el análisis es bidireccional a lo largo del sistema, así como creciente o decreciente al fijar y comparar un orden con otro.

¹⁴¹ Prieto Sanchis, Luis, *op. cit.*, nota 127, p. 131.

¹⁴² Prieto Sanchis, Luis, *op. cit.*, nota 127, p. 132.

¹⁴³ *Ídem*.

- Antinomia total-parcial. Significa que el ámbito de validez de una de las normas se halla por completo comprendido en el ámbito de validez de otra, pero esta segunda dispone a su vez de un ámbito de validez suplementario en el que la contradicción no se produce.
- Antinomia parcial-parcial. Significa que el ámbito de validez tiene un espacio de coincidencia (donde surge el conflicto) pero ambas presentan también un ámbito de validez suplementario donde no aparece antinomia alguna.

Lo anterior nos remite indudablemente a las reglas que establece el sistema para la producción normativa, pero no sólo la producción, sino la revisión de este proceso productivo. Por lo cual debemos rescatar de la norma:

1. Su origen, concreción y difusión, como producto de un lenguaje natural que busca refinarse.
2. La tecnificación del lenguaje natural no es suficiente para sortear la ambigüedad presente en el lenguaje natural, que no logra desaparecer aún después de la especialización del mismo.
3. La multiplicidad de agentes con un contexto diverso que lleva a interpretaciones diversas del mismo enunciado normativo.
4. Que no son un objeto estático, sino que al igual que el sistema son componentes dinámicos.
5. Los factores anteriores deben ser tomados en consideración para la creación de normas, pues estas deben estar ajustadas a un grupo y su contexto.

Así, hemos revisado de manera muy breve el concepto de norma, optando por el análisis lingüístico y de la acción, ya que pone de manifiesto la complejidad de crear fórmulas normativas que sean totalmente claras y no propicien una interpretación errónea o demasiado extensa tergiversando el sentido inicial. Las entidades normativas pueden tener más de un tratamiento, en el siguiente capítulo revisaremos algunos conceptos previos a una posible formalización del Derecho para su empleo por agentes humanos, así como no humanos.

Capítulo III. Inteligencia Artificial y Derecho

3. Presupuestos básicos

En este capítulo trazaremos los vínculos entre el Derecho y el conocimiento generado por otras ciencias, como lo son las matemáticas y las ingenierías, ambas nos proporcionan determinadas herramientas o estructuras, nos referimos a la *lógica* y a la *inteligencia artificial*, la primera nos da un conjunto de estructuras *vacías*, mientras que la segunda permite llevar al ordenador estas estructuras y hacer que un agente no humano pueda procesarlas y entregarnos un producto, en el caso del Derecho, de entre las muchas labores que podría realizar nos enfocaremos en la resolución de un conflicto jurídico.

Para ello es necesario conocer algunos términos básicos, ya que aparte de contextualizarnos permiten ir introduciendo y ajustando nociones propias del Derecho dentro de estas nuevas áreas.

3.1 Modelos y Tipos de modelos

Partiremos por definir modelo de forma general. Un modelo es aquella representación que se realiza del medio circundante, esto es, una abstracción que presenta de manera ordenada y coherente algún fenómeno social o natural, a un grado tal que generaliza a estos, pudiendo llevarlos a diferentes ambientes¹⁴⁴.

Los modelos se encargan de explicar o describir el porqué de fenómenos y hechos, partiendo del establecimiento de elementos, de factores y de criterios que los constituyen y dan forma. Estos pueden ser tan abstractos como lo requiera el mismo objeto de estudio. No es el mismo grado de abstracción, y por ende, de comprensión de un modelo matemático al de un modelo psicológico, por ejemplo, de igual forma al tratar de generar un modelo del Derecho, éste contará con elementos propios.

¹⁴⁴ Carvajal Villaplana, Álvaro, *Teorías y Modelos: Formas de Representación de la Realidad*, p. 9, Comunicación, año/vol. 12, núm 001, Instituto Tecnológico de Costa Rica, disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/166/16612103.pdf>, fecha de consulta: 12/12/18.

3.2 Ontología y su aplicación jurídica

Nos referimos a *ontología* como un término resignificado a la luz de la ciencia de la computación, el cual no se aleja propiamente del ser jurídico¹⁴⁵, dicho replanteamiento busca especificar el contenido (la conceptualización) que debe tener determinado dominio o campo del cual se pretende crear dicha ontología, por lo que se trata de hacer explícitas las cosas, en este caso las *cosas jurídicas*, para evitar se hagan suposiciones implícitas o erróneas sobre la representación conceptual, esto es, se realice una interpretación innecesaria y se modifique el contenido.

Cabe mencionar que la ontología es formal, ya que pretende que el contenido sea preciso, característica que se contrapone con el Derecho, con sus enunciados normativos y con la interpretación que se suele hacer de ellos, el tema de la interpretación es de suma importancia y por tanto, lo revisaremos más adelante con detenimiento.

Por lo cual una ontología tiene un sólo dominio en específico, lo cual implica la creación de conceptos, su adecuación y definición rigurosa para representar determinado campo de conocimiento, en este caso el derecho, teniendo en cuenta su estructura, sus conceptos fundamentales, la relación con su entorno y su aplicación.

Una ontología debe contener representaciones y descripciones sobre los siguientes puntos:

- Objetos, los cuales deben estar dentro del dominio, pues son el contenido.
- Atributos que deben poseer los objetos que se pretendan incluir.
- Relaciones mediante las cuales interactuarán los objetos.
- Valoración referida a los atributos que deben tener tipos particulares.

¹⁴⁵ Dicho *ser jurídico* se expresa en el Derecho como un ordenamiento de normas que regula determinadas conductas en la sociedad durante determinado tiempo (cuando cambia la conducta debería cambiar su regulación y viceversa en mi opinión), cuyas características son la coercibilidad, la heteronomía y la bilateralidad.

- Axiomas que rigen sobre todo el modelo.

El punto central de las ontologías es poder poner dentro del sistema información y conocimiento mediante el modelo de un *vocabulario*, entendido como el conjunto de términos y descripciones aplicables a los objetos que pertenecen a un campo del conocimiento humano específico; creando a la par el marco para entradas y salidas de elementos nuevos o existentes en el sistema, esto determinará las limitaciones y posibilidades que tendrá nuestro sistema, en otras palabras, lo que puede o no hacer.

Una ontología (base de conocimientos) facilita la tarea del proceso de adquisición de conocimiento, ya que permite que lo necesario sobre alguna cosa o situación sea seleccionado, y se ignore aquello que es irrelevante. La ontología debe proveer una estructura, ésta por sí misma sería capaz de realizar los procesos de adquisición de información e identificación de faltantes de datos en el sistema que requieren ser llenados, ayudando además a determinar si el proceso de adquisición es completo, y finalmente, a detectar ambigüedades e inconsistencias.

Existen otros usos importantes de una ontología, entre los cuales el compartir la base de conocimiento con otros sistemas, el reuso de conocimiento, así como la validación y verificación de procesos supeditados a expertos humanos, son integrados como *inputs* al sistema.

También se puede desarrollar de manera modular, esto corresponde a la Teoría de Dominios¹⁴⁶, la cual es vista como un proceso de especificación, al ocuparse de un aspecto determinado del campo de conocimiento que se pretende abordar, y no de toda la gama existente dentro del campo de conocimiento. Al final, si se trabaja con los mismos conceptos ontológicos, es posible que se logren unir los diferentes dominios mediante un eje articulador que permita la interconexión entre los términos usados y los fines de cada módulo¹⁴⁷.

¹⁴⁶ Fernández, Pablo y Ruiz, Marcos, "Reflexionando sobre la cognición: entre módulos y dominios", en Fernández, Pablo y Ruiz, Marcos (eds.), *Cognición y Modularidad*, Barcelona, PPU, 1990, pp. 36-38.

¹⁴⁷ *Ibidem*, pp. 39-42.

De los tipos de ontologías existentes la que nos es más útil es la ontología de dominio o de núcleo, ésta se compone de la articulación de conceptos fundamentales y de ontologías de aplicación que requieren información muy detallada y conceptos muy específicos para realizar una tarea¹⁴⁸.

En Derecho se han creado antecedentes como lo son *The Language for a Legal Discourse* (LLD) o *The Ronald Stamper's Norma*, ambos como precursores de un lenguaje y una ontología propia para el Derecho¹⁴⁹. La investigación actual internacional¹⁵⁰ trata de mencionar las bases propias de una ontología jurídica donde prevalecen las normas, las conductas, el mundo, las reacciones del sistema y la creación normativa.

Este trabajo dada su naturaleza, sólo hará un primer acercamiento a los elementos de una ontología, la cual implica necesariamente el tener en cuenta las normas, las conductas y su grado de concreción, ya que estos elementos serían considerados como la materia prima para la creación del vocabulario, definiciones y relaciones necesarias para que una ontología se comience a formar, para que una vez vinculados se pueda *emitir* un juicio al respecto.

La labor del jurista es lograr, basados en los elementos básicos que contiene una ontología, completar con la información propia del conocimiento de la disciplina los espacios vacíos formados por la determinación de objetos y atributos de estos, dotando de esta forma a nuestro sistema con descripciones precisas que permitan que una vez creado un programa (de cómputo) manipule a la ontología, lo haga de forma correcta. Siguiendo el listado anterior sobre representaciones y descripciones

¹⁴⁸ Bench-Capon Trevor, "Ontologies in AI and Law", en Cáceres Nieto, Enrique (coord.), *Inteligencia artificial aplicada al derecho: memoria del Congreso Internacional de Culturas y Sistemas Jurídicos Comparados*. Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM, México, 2005, pp. 71.

¹⁴⁹ Bourcier, Danièle, *op. cit.*, nota 4, pp. 85-100.

¹⁵⁰ Véase Cáceres Nieto, Enrique, *¿Que es el derecho?: lenguaje y derecho, México, IJ, 2016* o Cáceres Nieto, Enrique, *¿Que es el derecho? las normas jurídicas como un sistema de enunciados*, México, Cámara de Diputados LVII Legislatura-UNAM, 2000, Cáceres Nieto, Enrique, *Estudio para la elaboración de un manual para la calificación de hechos violatorios de los derechos humanos*, México, UNAM-CNDH, 2005, además de los mencionados anteriormente también véase Ramón Aguilera, Edgar, *op. cit.*, nota 2, en ellos encontrarán un número muy amplio de ejemplos de lenguajes y programas destinados a cumplir con tareas específicas, desde el archivo hasta un intento por tomar decisiones.

con las que debe cumplir una ontología enfocada al Derecho tendríamos, por ejemplo:

- Objetos: normas, enunciados normativos y conductas.
- Atributos, ser parte del derecho positivo mexicano y creadas conforme al proceso legislativo correspondiente, que sean la parte sustantiva y adjetiva relativas a una misma o varias ramas del derecho.
- Relaciones, que regulen la conducta o resultados de dicha conducta a través de diversos ordenamientos legales.
- Valoración, que se cumpla con la descripción de los enunciados normativos y se valore conforme a lo permitido, prohibido y lo obligatorio.
- Axiomas, en sentido formal se obtiene de la formalización de las normas de creación del sistema jurídico contenidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Es importante incorporar a la ontología la posibilidad de ser elaborada de forma consensuada, esto permite que se cree a partir del mayor número posible de acuerdos y por tanto, de forma completa dando cabida a la negociación terminológica, generando nexos entre las diversas áreas jurídicas y vínculos más claros. Esta claridad en los términos lleva consigo la posibilidad de que la ontología se reutilizable, esto es, volver a usar toda esta creación, ya sea ampliándola o reduciéndola en otros entornos del sistema jurídico, en este caso del mexicano.

Finalmente, si queremos que una computadora pueda operar con la ontología, ésta debe ser también acorde a un lenguaje de cómputo¹⁵¹, con la finalidad de que el sistema cuente con la posibilidad de usar la misma base para trabajar de forma óptima.

¹⁵¹ Velásquez Pérez, Torcoroma *et al.* *Ontologías: una técnica de representación del conocimiento*. Revista de avances en Sistemas e Informática, Vol. 8 No. 2, Julio de 2011, pp. 213, disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avances/article/view/26750>, fecha de consulta: 06/04/18.

3.3 Inteligencia Artificial

La inclusión de la *Inteligencia Artificial* (IA), como forma de materialización de los anteriores apartados es producto de la divergencia en el trabajo realizado con *la cibernética clásica*, ya que ésta trabaja con cálculo y álgebra matricial que es utilizada para la definición de sistemas que se podían describir mediante conjuntos fijos de variables continuas en sistemas lineales¹⁵², esto es importante en razón de que las diversas corrientes dentro de la IA no son propiamente lineales.

La IA utiliza herramientas de inferencia lógica y computación. La cibernética sentó las bases para los trabajos sobre cognición humana y dio pauta para retomar sus principios en la elaboración de la IA utilizando otras formas de calcular, tal como lo es la lógica en sus diversas variantes, o formas probabilísticas.

Este es un campo de reciente creación, aproximadamente 60 años, tiempo muy breve para que pudiera ser realmente explotado en su totalidad, esto ha generado que existan diversos conceptos sobre el mismo objeto y finalidad, autores como Norving y Russell, mencionan que podemos encontrar cuatro formas de abordar lo que es la inteligencia artificial¹⁵³.

La primera se refiere a la búsqueda de *actuaciones humanas*, esto es la existencia de máquinas que sean capaces de realizar acciones que requieran un grado de inteligencia para poder ser concretadas, conforme a este sentido trabajan la robótica y la visión (computacional).

La segunda se funda en el *pensamiento humano*, basado en los modelos de cognición humana, para esta vertiente lo importante y, sobre lo que se debe trabajar, es la forma en la cual procesan información los humanos, qué *algoritmos* siguen para poder obtener un resultado determinado.

¹⁵² Russell, Stuart J., y Norving Peter, *op. cit.*, nota 74, p. 5; para comprender mejor los conceptos de álgebra matricial véase Álgebra Matricial disponible en <http://idea.uab.es/~mfarell/econometria/Algebramatricial.pdf>, fecha de consulta: 14/06/18 14, éste es un apunte, diseñado por la Universidad de Barcelona para un Programa de Graduación en Economía.

¹⁵³ Russell, Stuart J., y Norving Peter, *op. cit.*, nota 74, pp. 2-6.

La tercera, retoma el *pensamiento racional*, en ésta se considera que el pensamiento sigue una serie de leyes, las cuales de seguirse de manera adecuada dan como resultado un producto correcto, para ello se emplea la lógica, en particular la *lógica formal*.

En la cuarta, se busca un *actuar racional*, se espera que el agente sea capaz de realizar una tarea de manera óptima en un entorno de incertidumbre o de manera precisa en entornos controlados, no se emplea la rigidez de la lógica, sino que es mucho más flexible realizando las inferencias adecuadas para cada caso, a través de procedimientos probabilísticos o estocásticos¹⁵⁴, donde la situación siguiente puede ser azarosa.

Como hemos visto, existen nociones diversas de lo que es inteligencia artificial, si hacemos un resumen de las diversas posturas podemos decir que es el estudio del comportamiento inteligente de las maquinas¹⁵⁵ al cual subyace percibir, razonar, aprender, comunicarse y actuar en entornos complejos¹⁵⁶.

Por lo antes dicho podemos inferir que la IA, es aquel campo del conocimiento que investiga, desarrolla y da aplicación a software y hardware para realizar acciones inteligentes¹⁵⁷.

Teóricamente el Derecho puede ser analizado y materializado a través de la Inteligencia Artificial, ya que su creación, aplicación y observación es evidentemente una tarea inteligente, por lo cual existe una conexión, la cual se ha representado de diversas formas como veremos más adelante.

¹⁵⁴ La diferencia radica en que en los eventos probabilísticos si bien el azar está presente los estados están determinados, mientras que en los procesos estocásticos si bien se pueden determinar determinados estados, el siguiente estado esta de igual forma sujeto al azar. Acciones predecibles del proceso como por las acciones aleatorias del entorno, Russell, Stuart J., y Norving Peter, *op. cit.*, nota 74, pp. 530-531.

¹⁵⁵ Aquí nos referimos a máquinas electrónicas y programas, aunque en un sentido más amplio todo ser vivo es una máquina.

¹⁵⁶ Nilsson, Nils J. *Inteligencia artificial, una nueva síntesis*. México. McGraw-Hill. 2001, p. 15.

¹⁵⁷ Por inteligencia entenderemos la capacidad de un organismo de adaptarse, esto implica la realización de múltiples tareas complejas que no se limitan al campo de la alimentación, la reproducción y el descanso.

Se mencionó que la Inteligencia Artificial pretende la reproducción de la cognición y conducta (acción) humana de forma general, sin vincularla aún al campo jurídico para la realización de tareas que son propias de las personas, con una multiplicidad de finalidades.

En esta investigación, se intenta mostrar que en el Derecho no sólo las funciones de clasificar y buscar información deben tener prioridad, ampliando sus capacidades a tareas mucho más complejas: la de apoyar y en su momento, tomar decisiones relativas al empleo de normas jurídicas en un procedimiento, entendido como la forma de hacer una cosa acorde a ciertos preceptos y reglas, no sólo de carácter administrativo, esto es no solo la de manipular, organizar, y presentar en un formato entendible la norma aplicable a un caso particular, que si bien este es un primer momento, el limitarse a eso es coartar el potencial que tendría para favorecer a la eficacia y eficiencia del sistema.

3.3.1 Variantes de la inteligencia artificial

Ahora bien, la expresión de la Inteligencia Artificial se presenta por medio de la multiplicidad de programación o formas de programar existentes. Para los fines de este trabajo, nos limitaremos a dos vertientes, las cuales deben interrelacionarse para concretar un sistema tal que den respuesta a las necesidades de lo jurídico apegados a las características esenciales de la cibernética: la retroalimentación y la capacidad de ajuste o control. La primera de estas aproximaciones son los sistemas expertos, que serán el siguiente punto a desarrollar, y la segunda, las redes neuronales artificiales que veremos más adelante.

3.3.2 Sistemas expertos

Un sistema experto es un entorno lógico capaz de resolver sin intervención directa de algún ser humano (salvo por el que proporciona la información requerida) aquellos problemas que le sean presentados¹⁵⁸. Dichos problemas deben ser delimitados, claros y específicos de un campo del conocimiento, generando de esta forma nuevo conocimiento y permitiendo observar la forma de su razonamiento,

¹⁵⁸ Bourcier, Danièle, *op. cit.*, nota 4, p. 70.

pues se puede seguir el proceso lógico que realizó el sistema para ofrecer una solución.

Un sistema experto se compone de cuatro elementos esenciales¹⁵⁹:

- Base de conocimientos: conjunto de conocimientos expresados bajo la forma de reglas de producción lógicas que constituyen la memoria del sistema a largo plazo.
- Base de hechos: almacenamiento de los hechos y datos particulares de un caso pendiente de resolución. Esta base se enriquece de forma continua con el razonamiento de la máquina sobre nuevos hechos y conocimiento.
- Mecanismos de inferencia: programa encargado de vincular los conocimientos y los hechos de la base, de esta forma conduce al razonamiento a entregar resultados.
- Interfaz: estructura que genera el diálogo o comunicación entre el usuario y el sistema.

Los sistemas expertos funcionan adecuadamente dentro de entornos binarios bien delimitados, donde la opción de decisión sólo oscila entre *sí* y *no*, presencia y ausencia, lo hizo o no. Estos requieren una gran cantidad de información y constante actualización, lo que suele ser brindado por un humano experto en el tema para seguir funcionando.

Una vez delimitada la noción de sistema experto, explicaremos cuales son las diferentes áreas en las que pueden aplicarse al Derecho, y apuntaremos aquellas que nos son relevantes¹⁶⁰:

Decisoria: ésta es aquella en la cual después de realizar un análisis logra ofrecer una solución como si lo hiciera un agente humano especializado.

¹⁵⁹ *Ibidem*, p. 71.

¹⁶⁰ *Ibidem*, pp. 36-39.

Educativa: ligada a las TIC¹⁶¹, permite que se enseñe la ciencia jurídica en cualquier sitio en el que se cuente con una computadora, conexión a internet o con el *software* adecuado (el sistema experto), y la supervisión del aprendizaje para acceder al cúmulo vertiginoso de información, realizar indagaciones mucho más amplias (complejas), buscar nuevas didácticas y formas pedagógicas de acercamiento al Derecho, evitando que sea un simple pasar de páginas.

Investigación: podemos encontrar los esfuerzos por la creación de algoritmos matemáticos que permitan una eficiente solución de conflictos y el contrastar hipótesis de trabajo mediante el uso de simuladores. Ésta también comprende la aplicación de ingeniería inversa a las teorías jurídicas, esto es, el analizar una teoría y recorrerla de fin a inicio, descifrar como se construyó y tratar de formalizarla, generando la posibilidad de representación del conocimiento contenido en dicha teoría, la depuración de las expresiones jurídicas de las no jurídicas, la semántica de los enunciados, etc.

Como vemos, esta parte es fundamental para cualquier otra área que se interese de manera seria en el tema, ya que brinda las bases para la creación de sistemas expertos robustos, claros y con sustento teórico (jurídico y no jurídico) que permite mirar con menos recelo este tipo de avances.

Previsión: la capacidad actual del *hardware* existente, ha permitido el surgimiento de sistemas capaces de lograr el análisis y comparación entre si de una multiplicidad de factores, permitiendo de esta forma encontrar los factores primarios, secundarios, etc., resultando en una mejor clasificación del acontecimiento, así como un posterior análisis a la resolución de conflictos que presenten dichos factores, enfocado al uso tanto de la estadística, como a la creación de simuladores.

Redacción: consiste en el apoyo al planteamiento y escritura de textos jurídicos, éstos toman en cuenta las proposiciones existentes y sus relaciones sintácticas y semánticas, buscando las anomalías que se puedan presentar tales

¹⁶¹ Tecnologías de la Comunicación y la Información, no vistas sólo como una plataforma en la cual se pueden leer documentos, sino también el poder interactuar en cierta medida con el programa, el poder presentar casos para resolverlos de forma colaborativa, realizar simulaciones, etc.

como lagunas, contradicciones o redundancias. De esta manera se logra atender a la forma (ortografía, formato, sintaxis, etc.) y al fondo (intención legislativa).

Junto con un sistema documentario (el cual podría formar parte de la misma base de conocimiento) ayudaría a tener un sistema coherente y armonizado, pues se contaría con la información legislativa de la fuente original, con acceso inmediato y capacidad para entregar al momento de plantear una ley, decreto, reglamento, etc., una buena redacción, facilitando su comprensión y mejora.

Como podemos observar, el área decisoria, de investigación y redacción, son las bases para poder comenzar a plantear sistemas expertos en Derecho.

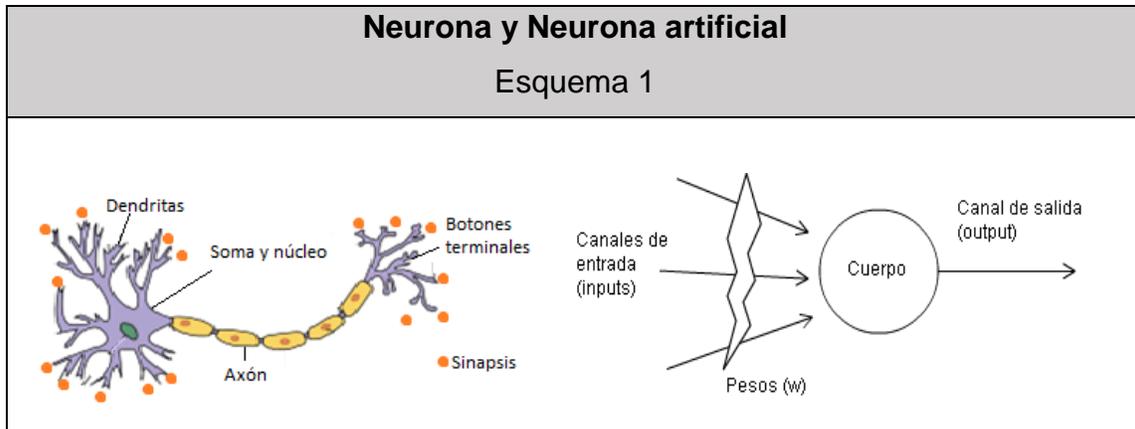
3.3.3 Redes neuronales artificiales

Las Redes Neuronales Artificiales son el producto de la observación del funcionamiento del cerebro, no sólo de las áreas que lo componen (lóbulos), pues también se sirven del modelo de comunicación neuronal, donde una sola neurona¹⁶² se conecta con sus vecinas y de igual forma ésta se ve afectada por otras, generando un modelo conexionista, sumamente complejo.

El primer modelo de neurona artificial lo desarrollaron McCulloch y Pitts en la década de los 50's¹⁶³, ésta incorpora del modelo biológico: el cuerpo celular (soma), el axón (hilo conductor), dendritas y las sinapsis; el símil artificial sería el siguiente: cuerpo de la célula, canal de salida, canal de entrada y pesos.

¹⁶² El funcionamiento de una neurona, simplificándolo, es de la siguiente forma: el cuerpo o soma posee filamentos denominados *dendritas* cuya función es recibir una señal, la señal electroquímica llega al soma a través de éstas, después de que el soma procesa la señal emite una respuesta a través de un filamento más largo denominado *axón*, este axón posee terminaciones de nombre botones sinápticos, cuando el proceso dentro del soma corresponde a una hiperpolarización, esta señal es enviada a lo largo del axón la cual se expresa en los botones terminales mediante la liberación de neurotransmisores en el espacio entre estos y las dendritas de otra neurona. Para conocer más sobre este fascinante proceso véase Carlson Neil, R, *Fisiología de la Conducta*, Editorial Pearson Educación, Madrid, 2014.

¹⁶³ Esta neurona utilizaba un sistema binario: excitación e inhibición, esto a través de una matriz de activación con 0 y 1. Un modelo basado en estas neuronas es el *Perceptron*, el cual incluye en su soma una partición para poder operar, así como una regla de aprendizaje particular, para profundizar en el tema véase Lucci Stephen y Kopec Danny, *Artificial Intelligence in the 21st Century*, 2ª. ed., Mercury Learning and Information, USA, 2016, p. 333.

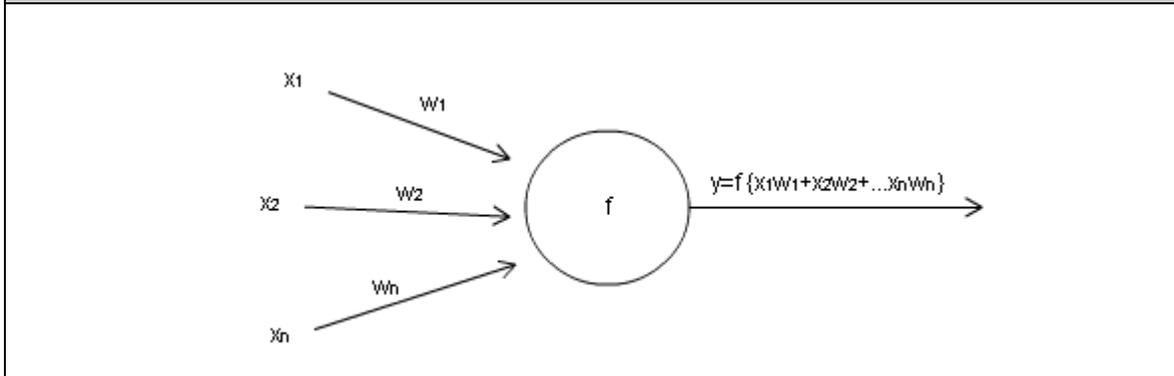


Como podemos ver, el apoyo del modelo-célula no sólo aporta una idea de cómo poder procesar determinado tipo de estímulo-información, sino que también nos brinda una representación gráfica, de esta forma podemos comprender mejor el propósito de la neurona artificial. Debe mencionarse que la sinapsis es el espacio a través del cual se intercambian neurotransmisores entre células, estos espacios se localizan tanto en los botones terminales del axón como en las dendritas; en la neurona artificial este espacio está representado por los pesos y la relación que guardan respecto al canal de entrada en el modelo de neurona artificial.

Como sucede en la vida real de una neurona, una artificial puede conectarse con otras para generar una red mucho más compleja y procesar mayor cantidad de información, realizar una tarea de forma precisa; ya sea aumentando el número de entradas, salidas o de capas del conjunto neuronal. En el siguiente esquema podemos ver una neurona artificial con sus componentes bien delimitados por valores algebraicos.

Neurona artificial con valores.

Esquema 2



El modelo de neurona artificial tiene determinada simbología ya consensuada respecto a los elementos que la integran, como podemos ver x representa a las entradas, w se refiere a los pesos que se otorgan al canal, f es donde se procesan los distintos canales y sus pesos finalmente y es el valor de salida. Si quisiéramos ejemplificar esto en el derecho, x podría ser el hecho en el mundo, w la norma que regula dicha conducta, f el razonamiento lógico derivado de la relación entre conducta y norma, finalmente y sería la resolución del proceso¹⁶⁴, teniendo como resultado el funcionamiento de la neurona.

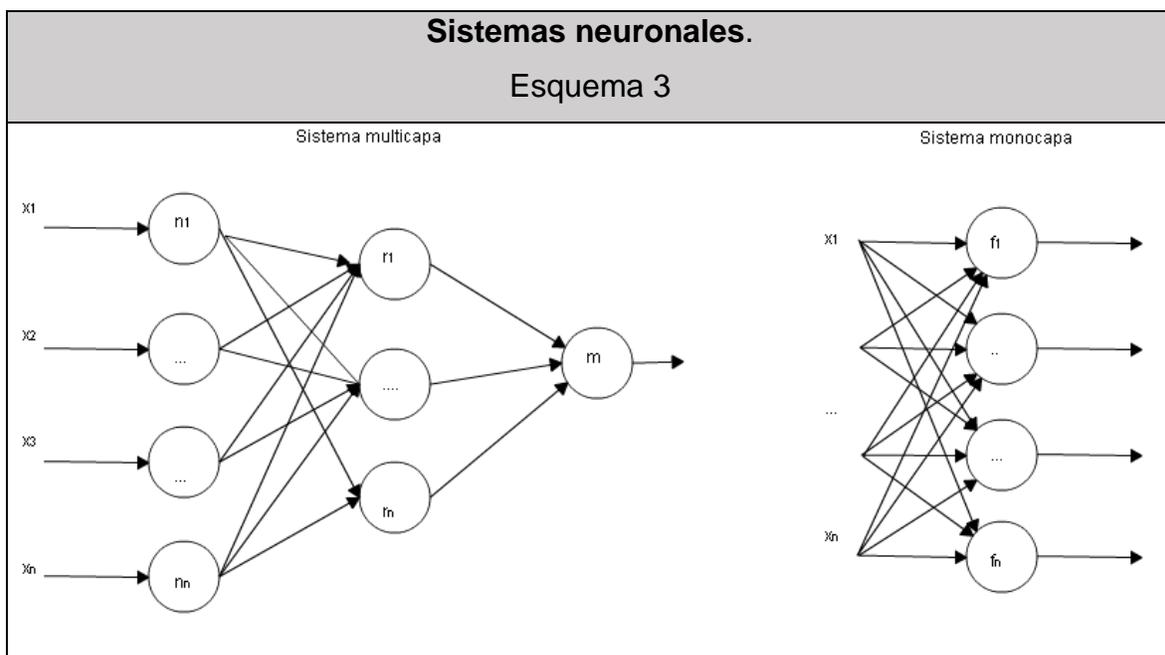
Esta breve forma de funcionamiento nos arroja tres niveles fundamentales a considerar en el campo del Derecho:

1. El plano normativo o los artículos que regulan la conducta.

¹⁶⁴ Planteamos la existencia del principio de completitud, pero sabemos que este principio en lo material está constreñido finalmente a la existencia o no de una norma que le permita al juzgador resolver, en caso contrario el juez resuelve utilizando ya sea los principios generales del derecho, analogía, o alguna otra fórmula que la misma ley contemple. En este caso en ausencia de w , o sea que no está regulado pero el hecho se está presentando, se tendría que subsanar dicha falta a través de la inclusión de una nueva norma y en lo que dicha actualización ocurre el sistema debe contar con un conjunto de mecanismos que estén encargados de utilizar las estrategias que utilizan un juez humano (analogía, principios generales, etc.) éstas tendrían que estar bien definidas y además dichos principios tendrían que haber sido ya ponderados y jerarquizados, permitiendo al sistema estar en condiciones de resolver el problema planteado, de allí la importancia de que este tipo de sistemas sean producto de un consenso. Propiamente la Inteligencia ante la ausencia de alguna norma no buscaría crear nueva legislación, sino brindar apoyo. El proceso que lleve a cabo para resolver el conflicto puede ser referente para que el legislador se encargue de la creación normativa, y si esta tuviese éxito, se le permita a la máquina el poder crear normas para subsanar no sólo deficiencias sino ser adaptativa y afrontar la novedad y el cambio social.

2. El plano de la realidad o hechos.
3. El plano de la aplicación y la sanción.

Continuando con el modelo de neurona artificial, en el siguiente esquema vemos dos tipos de sistemas neuronales, uno donde solo existe un conjunto de entradas que viajan a diversas neuronas, cada una con su propia salida; mientras que si aumentamos el número de neuronas y nodos donde éstas envían su señal, la capa intermedia se vuelve más amplia y trata de relacionar las diversas entradas para generar una salida¹⁶⁵.



Con el esquema anterior buscamos ejemplificar la complejidad que adquiere un sistema neuronal cuando se añaden capas de procesamiento, el sistema multicapa cuenta, al igual que el monocapa, con diversas entradas que pasan a una primera capa que funge como entrada que se interconecta con una capa intermedia u oculta donde se combina la información de entrada para finalmente toda ésta enviarla a una neurona de salida que se encarga de realizar un último procesamiento para presentar un resultado. La neurona monocapa si bien

¹⁶⁵ Estos modelos se conocen como monocapa y multicapa la importancia de esta distinción es necesaria para poder comprender el grado de complejidad que se puede abarcar con uno y otro modelo.

interconecta la información de entrada de las diversas neuronas, al finalizar no ofrece un segundo o tercer procesamiento.

Esta interconexión presente en los modelos multicapa, permite al sistema neuronal un alto grado de complejidad y de capacidad relacional, lo que trae consigo quizá un problema, la capacidad de cómputo que requiere la red para generar un resultado contando con la información de entrada, hoy día ese problema va reduciéndose con el incremento en la capacidad del *hardware*.

Al introducir un sistema multicapa abrimos la posibilidad que la red aprenda, para ello se emplean diversos algoritmos de aprendizaje, únicamente mencionaremos el de retropropagación¹⁶⁶. Este procedimiento implica introducir valores (entradas, pesos, funciones, etc.) a la red y un resultado esperado-muestra, esto le permite después de un número determinado de ensayos ajustar los valores internos de la red, de esta forma ofrece resultados precisos.

La limitación fundamental que presentan las redes neuronales es su carácter algorítmico, entendido algoritmo como el conjunto de operaciones que secuencialmente conducen a la respuesta de una pregunta en un número de finitos pasos¹⁶⁷. Siendo así, acciones que deben realizarse siempre de principio a fin, como un procedimiento secuencial, aunque interconectado (conectadas en el tiempo).

Otro inconveniente sería el tiempo requerido para que la red neuronal logre aprender, durante este proceso la red realiza una gran cantidad de ensayos, siendo el tipo de aprendizaje de ensayo y error, por lo cual se espera que cometa errores, finalmente los resultados son contrastados con la información previa que en un inicio se estipulo como la meta a alcanzar.

Aun así, son mayores las ventajas que las desventajas, ya que permiten el trabajo en paralelo muy similar a la forma en la cual procesa el ser humano la información¹⁶⁸, pueden realizar múltiples tareas, tienen tolerancia a los fallos, esto

¹⁶⁶ Para profundizar en este tema véase Lucci Stephen y Kopec Danny, *op. cit.*, nota 163, cap. 11; así como Russell Stuart y Norving Peter, *op. cit.*, nota 74, cap. 20.

¹⁶⁷ Russell Stuart y Norving Peter, *op. cit.*, nota 74, pp. 838, 851.

¹⁶⁸ Bajo la teoría de Procesamiento Humano de Información, véase Sternberg, Robert J. y Pretz, Jean F., *Cognition & Intelligence, Identifying the Mechanisms of the Mind*, United States of America,

implica que, si una parte de la red resulta dañada el resto puede seguir trabajando, si se cuenta con la suficiente capacidad de *hardware* ofrece respuesta en tiempo real, sobre todo su capacidad para aprender y poder autoorganizarse la cual debe ser aprovechada por el Derecho.

3.4 Agentes jurídicos

El término *agente* es poco empleado en el Derecho, siendo usados en su lugar tales como abogado, juez, doctrinario, legislador e inclusive operador jurídico, etc., todos ellos para referirse a una persona que manipula-trabaja directamente con las normas (que actúa en relación con las normas jurídicas), que funge como creador, modificador, intermediario, interpretador y gestor de la actuación frente al Estado, y de manera tangencial, sobre aquellos que son receptores de la norma.

El término agente implica una acción, etimológicamente, el término viene del latín *agere* (hacer), siendo así *algo o alguien* que actúa o realiza algo en el mundo, en la ingeniería el agente está sustentado en una arquitectura y un programa¹⁶⁹, en el derecho se está atenido al sujeto y los procesos cognitivos necesarios para poder interpretar, aplicar y ejecutar la ley.

Esto nos lleva a preguntarnos qué características debe tener el agente para considerar que tiene un buen comportamiento o el mejor posible. Si se espera que tenga un buen comportamiento, tendremos un agente racional, como se verá más adelante la racionalidad implica un número de limitaciones, por lo cual nuestro agente para poder existir y perdurar requiere maximizar, podemos explicarlo de la siguiente forma:

Que, en cada posible secuencia de percepciones, un agente racional deberá emprende aquella acción que supuestamente *maximice* su medida de

Cambridge University Press, 2005 o Crespo, Antonio, *Cognición Humana, Mente, Ordenadores y Neuronas*, 2ª ed., Madrid, Editorial Universitaria Ramon Areces, 2006.

¹⁶⁹ Russell, Stuart y Norving, Peter, *op. cit.*, nota 74, p. 5, para distinguirse de un programa ordinario, un agente debería contar con un mínimo de características tales como percibir su entorno, contar con controles autónomos, que persista durante un periodo de tiempo prolongado, que sea adaptativo y sea capaz de alcanzar objetivos diferentes.

rendimiento, basándose en las evidencias aportadas por la secuencia de percepciones y en el conocimiento que el agente mantiene almacenado¹⁷⁰.

La definición anterior es aplicable a personas y maquinas, ya que el agente que trabaja con enunciados normativos busca a través de sus experiencias pasadas y en el contenido propio del Derecho para poder resolver el problema jurídico que se le ha planteado, del cual se apropia a través de sus diversos sentidos en conjunción con la capacidad de interpretación del sistema simbólico.

Esto nos lleva a pensar en un agente que sea flexible, que cuente con procesos bien establecidos para poder conseguir una meta, pero a la vez sea capaz de ajustarse a lo inesperado o incompleto que sea el contexto en el que se desenvuelve.

Teniendo esto en consideración, surge la necesidad de crear una forma de categorizar a los diversos agentes presentes para poder comprender mejor la relación que guardan no sólo entre ellos, sino con la totalidad del sistema.

Agentes jurídicos	
Tabla 3.	
Receptivos	Aquellos a quienes la norma obliga, permite o prohíbe la realización de alguna acción*.
Operativos	Aquellos encargados de la manipulación de los enunciados normativos sin modificarlos**.
Generadores	Aquellos cuya labor es la de controlar y elaborar nuevos enunciados normativos***.

La tabla anterior muestra a diversos tipos de agentes, lo cual no implica que una categoría excluya a la otra, de hecho, en la vida diaria la transición entre uno y

¹⁷⁰ *Ibidem*, p. 41. Énfasis añadido.

* Agentes en el sentido de von Wright.

** Consideramos no sólo a los órganos aplicadores como los son los tribunales sino a los abogados realizando una labor de vinculación más que de interpretación.

*** Ejemplificando nos referiremos a los órganos legisladores, aunque también en nuestro sistema esta función recae en la Suprema Corte de Justicia de la Nación en cuanto a los juicios de control constitucional.

otro es frecuente. La presente investigación va encaminada a los agentes operativos y generadores principalmente, donde éstos son representados a través de una inteligencia artificial, que a su vez logre apoyar a su contraparte humana.

Además de esta categorización existe otra, aplicable sólo a un agente-máquina, la cual los sitúa en agentes reactivos simples, agentes reactivos basados en modelos, agentes basados en utilidad, agentes basados en objetivos¹⁷¹ y agentes que aprenden; estos últimos nos parecen la categoría más próxima para ser empleados en investigaciones que busquen que sus agentes sean dinámicos, puesto que su capacidad de adaptación le permite trabajar en ambientes que desconoce.

3.5 Entorno

Lo jurídico les acontece a las personas dentro de un espacio determinado, con una cultura, y en una época, si tomamos esta postura nos estamos situando para abordar al entorno desde una visión ecológica, en la cual postula Bronfenbrenner¹⁷² que existen diferentes esferas de interacción personal y social. Esta interacción se interconecta no sólo con el entorno inmediato, sino también donde el sujeto suele intervenir de forma más o menos frecuente e inclusive aquellos entornos en los cuales puede que nunca vaya a participar, pero cuyas decisiones le afectan.

El proponer que el entorno sea visto desde esta perspectiva ecológica nos lleva a plantearnos que el agente que tengamos en mente debe responder a determinados factores que pueden depender de él o de un entorno mucho mayor.

En el campo jurídico para ser más precisos debemos tener en cuenta que la interacción con el entorno, y por ende el aprendizaje, comienza desde las primeras etapas de la vida, no es algo que nos sea ajeno, ni es necesario llegar a ser sujetos con capacidad jurídica. Las primeras reglas de conducta que aprendemos en la

¹⁷¹ Para revisar cada categoría, véase *ibídem*, pp. 51-62.

¹⁷² Bronfenbrenner desarrolla una teoría de sistemas interconectados empezando por el microsistema, el mesosistema, el exosistema y finalmente el macrosistema, para profundizar en su teoría véase Bronfenbrenner Urie, *La Ecología del Desarrollo Humano: Experimentos en entornos naturales y diseñados*, España, Editorial Ediciones Paidós, 1987.

familia suelen ser de muy distinto origen ya sean morales, religiosas inclusive jurídicas, pero no de manera consciente. La familia es un intérprete (el primario) que se encarga de la transmisión y fomento de la introyección de la norma positiva.

Esta norma se encuentra distribuida de forma uniforme en todos los sistemas, pero es poco precisa su interpretación, por lo cual la misma puede comprenderse en diversos sentidos, como se vio previamente, el vehículo usado es el lenguaje y éste al no ser claro, genera que al transmitirse de manera *up-bottom* o sea de las instituciones a las personas, sin reflexionar en si el mensaje es o no comprendido y difundido de forma correcta, puede dar como resultado que éste no llegue como fue pensado¹⁷³.

Es necesario tener presente que todo agente ya sea *humano o maquina* responde a un determinado número de reglas preexistentes, por lo cual se desenvuelve en un entorno que pareciera ser *cerrado*, lo cual no es así, ya que estos entornos no son totalmente cerrados sino dinámicos y por ende la norma que rige se presume dinámica, por lo cual es importante que dicho agente adhiera a su base de datos o memoria, lo relativo a las normas-reglas¹⁷⁴ que le permiten un desenvolvimiento funcional en sociedad.

En aras de que una inteligencia artificial logre comprender y tomar decisiones que puedan ayudar a otro agente (humano o maquina), es indispensable que su capacidad para poder interactuar con el entorno sea amplia, tanto para recibir estímulos, poder procesarlos y emitir una respuesta o expresar el resultado de su procesamiento, debemos tener presente que un programa de cómputo *per se* no puede interactuar como tal con el medio, por lo cual requiere:

¹⁷³ Este proceso *up-bottom* viene dado por el macrosistema entendido como las instituciones estatales que crean normas (poder legislativo), y su capacidad de divulgarla al resto de sistemas y entornos, tareas que a su vez recaen en las facultades administrativas (el poder ejecutivo) del Estado.

¹⁷⁴ En cuando al dinamismo, nos referimos a la capacidad que tiene el sistema jurídico para regular la creación y eliminación de normas, cuyos cambios se ven influenciados por diversas situaciones sociales, culturales, internacionales, etc., en cuanto a las normas-reglas deben entenderse la norma como norma positiva o reglas legisladas y las reglas como reglas sociales entendidas como patrones de conducta, así como la actitud normativa ante éstos, Hart, H. L. A., *Post Scriptum al concepto del derecho*, Tamayo y Salmorán, Rolando, (trad.), México, UNAM-IIJ, 2000, pp. 32-37.

- a) Contar con el suficiente número de sensores, por ejemplo, visuales o auditivos, para conseguir información.
- b) Contar con suficiente número de formas de comunicarse con el exterior, una pantalla, una impresora, unos parlantes, etc.
- c) Trabajar en un entorno limitado, en primera instancia, con posibilidades de aprendizaje.

Dado el estado actual de los avances tecnológicos proponemos que en un inicio el agente (máquina) debe trabajar en un entorno limitado al ámbito de las normas jurídicas, ya que esto permitirá establecer con claridad el contenido, la manera de relacionar este contenido, la forma en la cual se espera que realice sus funciones, así como el modo de actualización de dicho contenido buscando que sea cada vez más completo.

Por lo cual al crear un agente-máquina lo que requerimos es determinar *su rendimiento, el entorno, sus actuadores y sensores*¹⁷⁵. Hablaremos únicamente de las propiedades de un entorno donde suelen operar los agentes-máquina, para después poder especificar si son aplicables a un entorno jurídico, nos serviremos de la siguiente tabla.

¹⁷⁵ El rendimiento se refiere a si esperamos que realice la tarea con rapidez, eficacia y eficiencia, los actuadores son aquellos órganos-instrumentos de los que se sirve para poder expresar sus estados internos y modificar su entorno, los cuales están limitados por la arquitectura o sea como está construido, podríamos mencionar el mostrar la resolución terminada o partes del razonamiento en una pantalla o al imprimir una hoja en la cual emite un juicio, etc., así como sus sensores o los órganos-instrumentos a través de los cuales se hace con nueva información, que en este caso sería únicamente un teclado y quizá algún lector óptico, véase Russell, Stuart y Norving, Peter, *op. cit.*, nota 74, p. 37.

Propiedades de un entorno* .	
Tabla 3.1	
Totalmente observable	Los sensores del agente le permiten acceder al estado completo del medio para poder tomar una decisión.
Determinista	Sí el siguiente estado del medio está totalmente determinado por el estado actual y la acción ejecutada por el agente.
Episódico	Implica la percepción del agente y la realización de una acción posterior de forma atómica**, esto es que no necesariamente van ligadas una acción posterior con la siguiente
Estático	Si el medio en el que el agente se desenvuelve no cambia mientras éste delibera.
Discreto	Se refiere al estado del medio-forma en la cual se manejan el tiempo, las percepciones y acciones del agente, la cantidad de estados.
Agente individual:	Se refiere a aquel entorno en el cual no existe otro agente o si existe otro, no existe necesariamente una interacción entre estos.

El cuadro anterior permite darnos una idea de la forma tanto del entorno como de la interacción que guarda con los agentes o agente que contiene. Cuando tratamos de aplicar estos criterios al entorno jurídico, estos criterios no son capaces de describirlo, lo que tenemos que hacer es recurrir a sus contrarios. El entorno no es totalmente observable, sino parcialmente ya que no siempre se puede acceder

* Para profundizar las particularidades de entorno visto desde un agente véase Russell, Stuart y Norving, Peter, *op. cit.*, nota 74, pp. 47-50.

** Por ejemplo, en la vida cotidiana las series de televisión son un ejemplo de secuencias en razón de que el episodio anterior determina el desarrollo de la trama, y si te lo llegas a perder ya no tendría el mismo sentido la historia, no así con aquellos programas aislados en los cuales, si ves o no el episodio anterior el sentido o trama de la historia no cambia, un par de casos serían en cuanto a secuencia *Breaking Bad*, mientras que de atómico *La Dimensión Desconocida*.

a la norma que se requiere en ese momento, además de que no podemos observar todas las conductas que se realizan.

También podemos mencionar que no es determinista, sino estratégico, ya que las normas están determinadas, más no así el actuar de los agentes y estos se desarrollan y conviven conforme a éstas, pero utilizándolas de diversa forma.

No es episódico, sino secuencial, ya que una acción implica a la siguiente¹⁷⁶, y en ocasiones es requerida para realizar revisiones entre uno y otro momento, de ser episódica una sola acción podría no vincularse con el resto y por lo tanto sería toda en sí misma.

Es importante recalcar que no es estático el entorno sino dinámico, siendo ésta una de las características esenciales del derecho¹⁷⁷, al poder ser la norma jurídica abrogada, derogada o creada una ley, esto en relación con el entorno y las características sociales imperantes.

El entorno jurídico es en muchas medidas continuo por la vinculación entre normas, y su constante producción, esta concatenación de normas y eventos a su vez nos lleva a plantearnos que es multiagente, ya que permite que varios agentes interactúen con la misma norma además de ser cooperativo, en el momento en que dichos agentes acuerdan metas u objetivos¹⁷⁸.

3.6 Juicio y Toma de decisiones

Durante nuestra vida nos vemos obligados a realizar una u otra elección, tomando en cuenta una gran cantidad de factores, terminando por elegir una o un conjunto de acciones que desembocan en algo tan sencillo como el desayuno de ese día o el decidir si es conveniente el estudiar o no una licenciatura.

¹⁷⁶ Kelsen nos habla sobre este particular cuando trata el tema de ciencia causal y ciencia social, donde causalidad es un término designado para las ciencias naturales, mientras que imputabilidad es el vínculo entre condición y consecuencia, aunque limitado al campo de lo lícito e ilícito, nosotros adicionaremos a esta forma de pensar que aquellos casos en los cuales se habla de enunciados normativos que vinculan normas o procedimientos pudiese emplearse el término causalidad, en Kelsen, Hans, *Teoría pura del derecho*, 2ª. Ed., Vernengo, Roberto J. (trad.), México, Instituto de investigaciones Jurídicas-UNAM, 1979, pp. 89-100.

¹⁷⁷ Bulying, Eugenio y Mendonca, Daniel, *op. cit.*, nota 135, pp. 44-46.

¹⁷⁸ Russell, Stuart y Norving, Peter, *op. cit.*, nota 74, p. 48.

Sobre la toma de decisiones existen diversas teorías que abarca múltiples campos, desde el psicológico, el económico, el probabilístico, del derecho, etc. Cada uno de éstos tiende a otorgar mayor o menor relevancia a la toma de decisiones realizadas por los sujetos, todas estas ligadas a entornos o momentos específicos de la vida. No aplicarán las mismas pautas para decidir entre el resultado de apostar lanzando una moneda al aire, a decidir sobre si pago o no el Impuesto Sobre la Renta. Si bien podrían reducirse a situaciones binarias, los procesos de decisión y las implicaciones en una y otra son diferentes.

Las consecuencias en el lanzamiento de moneda no van más allá de ganar o perder la moneda, en el peor de los casos una riña, en la toma de decisiones sobre pagar impuestos hay un mayor número de variables a considerar además del costo-beneficio que se puede presentar (esto por parte de un contribuyente), otro caso similar sería la obligación del juzgador de decidir si sentencia a prisión a un hombre que no ha pagado sus impuestos.

La teoría clásica sobre la toma de decisiones es una teoría prescriptiva, comúnmente plantea un hombre-mujer económico, donde una elección que realiza este ser, se considera la mejor posible. Esto depende de que la finalidad de los agentes sea maximizar el costo-beneficio, para ello la acción realizada debe constituir el mejor medio dadas las oportunidades presentes, lo cual plantea la presunción de un *agente racional completo*.

Este agente racional completo es producto de la teoría de la *racionalidad completa*¹⁷⁹, conforme al cual el agente conoce o tiene total información de las opciones que se presentan y conoce todos los cursos de sus posibles acciones delimitadas objetivamente, conseguiremos un resultado óptimo dada una función de utilidad proveniente de los objetivos y las restricciones (entorno-sujeto).

Para que la teoría racional se cumpla cabalmente, se requieren los siguientes elementos:

- Que el agente tenga un acuerdo total sobre los objetivos.

¹⁷⁹ Sternberg, Robert, *Psicología Cognoscitiva*, 5ª ed., México, CENGAGE Learning, 2011, p. 481.

- Que el agente tenga conocimiento exhaustivo de toda la información para obtener x .
- Que el agente disponga de todos los recursos para conseguir x .
- Que el agente realice las estrategias adoptadas para conseguir el objetivo con forme a una relación fluida y no contradictoria entre medios y fines.

Lo anterior contrastándolo con la realidad es solo una ficción, hoy día no hay agente omnisciente, el conflicto entre visiones e intereses es una constante, el agente-humano no siempre sabe lo que quiere, las estrategias no siempre son las adecuadas, y la toma de decisiones está enmarcada en el tiempo el cual es infinito, a diferencia del agente que se ve obligado a alcanzar determinada meta en un tiempo determinado, pues su existencia es finita.

Al analizar estas limitaciones vemos que aún así los agentes toman decisiones, las cuales no se ciñen a la teoría de racionalidad completa, sino con base en la información limitada que posee, en un tiempo determinado, tiene una idea del objetivo que alcanzará y admite que las estrategias que utilizará podrían entrar en conflicto, por lo cual hablamos de una *racionalidad limitada*.

Al plantearnos que el agente puede no ser totalmente racional, sino que se vale de estrategias que no maximizan sus deseos, aparentemente nos lleva a plantearnos la posibilidad de pensar en toda una diversidad de teorías que tratan de dar cuenta sobre este fenómeno, mencionaremos brevemente sólo cuatro de ellas:

1. La teoría de la utilidad esperada, en la cual el sujeto pretende la obtención de placer y alejarse del dolor, la cual genera una utilidad subjetiva y una probabilidad subjetiva, esto es los valores son determinados por el agente y no se presta importancia a valores objetivos.
2. La teoría de la satisfacción, planteada por Simon¹⁸⁰ propone que se tiende a realizar un muestreo de las posibles opciones disponibles hasta elegir la opción que es lo suficientemente buena, con lo cual se termina de realizar la búsqueda.

¹⁸⁰ Citado en Sternberg, Robert, *op. cit.*, nota 179, p. 463.

3. La teoría de heurísticos, permite acercarnos a la forma en la cual se toman decisiones es la de los heurísticos, propuesta por Newell y Simon¹⁸¹, quienes los consideran como un conjunto de estrategias informales, intuitivas y especulativas que en ocasiones llevan a una solución eficaz y en otras no lo hacen.
4. La teoría prospectiva, formulada por Kahneman y Tversky¹⁸² muy ligada a la teoría de los heurísticos, esta teoría incorpora una función de valor, que recoge el modo en que pérdidas y ganancias en relación a un punto neutral de referencia, son valuadas por el agente, y una función de ponderación, que muestra la manera en la cual el aparato cognitivo humano percibe las probabilidades involucradas en las situaciones de elección bajo riesgo¹⁸³.

Todas estas teorías asumen a los agentes-humanos como entidades que no suelen emplear del todo una racionalidad completa al momento de tomar decisiones, sino que la contrario se pueden dejar llevar ya sea por emociones o por situaciones de carácter contextual, para los fines de este trabajo basta la idea de que los agentes jurídicos no emplean una racionalidad completa, sino que en muchas ocasiones su toma de decisiones esta mediada por valoraciones no jurídicas.

3.6.1 Razonamiento

Al igual que la toma de decisiones y el juicio, el razonamiento es una forma del pensamiento. Éste es el proceso mediante cual sacamos conclusiones a partir de principios y evidencias, en el razonamiento partimos de lo que ya conocemos para inferir una nueva conclusión o para evaluar otra ya propuesta.

¹⁸¹ *Ídem.*

¹⁸² Kahneman, Daniel y Tversky, Amos, *Teoría Prospectiva: un análisis de la decisión bajo riesgo, Infancia y Aprendizaje*, Dialnet, 30, 1987, 95-124, disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=65981>, fecha de consulta: 12/07/18.

¹⁸³ Marqués, Gustavo y Weisman, Diego, *Teoría estándar de la decisión y teoría prospectiva: consideraciones filosóficas respecto al cambio teórico*, Economía, 2011, núm. 31, enero-junio, pp. 55-83, disponible en http://ies.faces.ula.ve/Revista/Articulos/Revista_31/Pdf/Rev31Marques.pdf, fecha de consulta: 12/07/18.

El proceso inferencial del razonamiento suele dividirse en dos grandes grupos, el razonamiento deductivo y el razonamiento inductivo¹⁸⁴ y cada uno de ellos supone la afirmación de que sus premisas proporcionan razones o fundamentos para establecer la validez de su conclusión¹⁸⁵.

El razonamiento deductivo según Sternberg, es el proceso de razonar a partir de una o más afirmaciones generales, hacia una aplicación específica, producto de las aseveraciones generales¹⁸⁶. Este tipo de razonamiento tiene la pretensión de que a través de las premisas se presenta evidencia para sustentar la conclusión que se sigue de manera necesaria. Dicha relación entre premisas y conclusión lleva a que sea imposible que las premisas sean verdaderas y la conclusión falsa, por lo cual hablamos de validez e invalidez del razonamiento.

El razonamiento inductivo es el proceso que parte de hechos u observaciones específicas para lograr una conclusión probable que pueda explicar los hechos, esta conclusión puede usarse para predecir instancias específicas y futuras¹⁸⁷. En el razonamiento inductivo no se afirma tácitamente que las premisas dan evidencia terminante de la conclusión, sólo se pretende que la apoyan en mayor o menor grado, por lo cual no hablamos de validez o invalidez, sino de mejor o peor en relación a que tanto sustentan la conclusión¹⁸⁸.

3.6.2 Razonamiento deontológico

El razonamiento deontológico es aquel en el cual debemos tener la sensibilidad y la capacidad de razonar en situaciones en las que podemos, debemos o no debemos realizar determinada actividad¹⁸⁹, ya que un lenguaje de autorización y obligación estimula un esquema de razonamiento pragmático, el cual tiende a lo

¹⁸⁴ Sternberg, Robert, *op. cit.*, nota 179, p. 499.

¹⁸⁵ Copi M., Irving y Cohen, Carl, *Introducción a la Lógica*, Editorial Limusa, México, 2009, pp. 70-75.

¹⁸⁶ Sternberg, Robert, *op. cit.*, nota 179, p. 499.

¹⁸⁷ *Ídem*.

¹⁸⁸ Copi M., Irving y Cohen, Carl, *op. cit.*, nota 185, pp. 70-75.

¹⁸⁹ Best, B. John, *Psicología Cognoscitiva*, 5ª ed., México, Editorial Thomson, 2004, p. 363.

práctico enmarcado en un *deber ser* que comprende autorización, esta respuesta se presenta desde muy temprana edad¹⁹⁰.

En el derecho este tipo de razonamiento es el que se presenta cuando se da a conocer una ley y se espera su cumplimiento, en razón de que los enunciados normativos establecen patrones fijos de conducta esperada.

No debemos confundir este tipo de razonamiento con el razonamiento deóntico, ya que el deontológico está relacionado con el acatamiento de una norma bien moral, religiosa o jurídica y no estrictamente a un agente cuyas acciones están supeditadas propiamente a una norma jurídica, la cual permite, prohíbe u obliga a acciones u omisiones, las cuales están sancionadas por el derecho, sumado a que propiamente lo deóntico del derecho estriba en un deber ser más no en el ser de las cosas o las acciones.

3.7 Derecho Informático

Finalizaremos este apartado abordando una de las ramas más jóvenes dentro del Derecho. El *Derecho Informático* aparece para algunos autores desde el surgimiento de la inteligencia artificial, para otros desde el momento en que las computadoras pasaron a ser de uso cotidiano en las empresas y los gobiernos comenzaron con el proceso de digitalización de la información¹⁹¹.

Para nosotros queda claro que sin un primer paso como lo fue la posibilidad del uso del ordenador para el tratamiento de textos, así como la creación de algoritmos antecedentes de la inteligencia artificial que clasifican la información

¹⁹⁰ Esta afirmación es producto de la investigación de Cheng y Holyoak con niños entre tres y cuatro años sometidos a una situación experimental, dicha situación consiste en comprobar que hacen los niños después de escuchar un frase deontológica o indicativa, para ello se utilizaron ratones de juguete y la situación fue un juego en una casa con patio, la indicación para el grupo deontológico fue la siguiente: *todos los ratones chillones deben jugar en la casa ya que es una regla de la reina ratona*, para el grupo indicativo la oración dicha por el experimentador fue: *les voy a decir algo que quizá es un engaño... yo sé que todos los ratones chillones están en la casa*; como vemos la tarea era corroborar las afirmaciones tanto de la reina como del experimentador, el resultado fue que el 76% de los niños bajo la condición deontológica oprimieron un ratón del patio, mientras que solo el 33% de la condición indicativa hizo lo mismo; citado en Best, B. John, *op. cit.*, nota 189, p. 363.

¹⁹¹ Telléz Valdés, Julio, *Derecho informático*, 4ª ed., México, Editorial McGraw Hills Interamericana, 2009, p. 10.

(propiamente la jurídica), la recuperan y la pueden manipular, no podría ser posible hablar sobre este tópico.

Técnicamente desde el libro *Sociedad y Cibernética* de Wiener se podría plantear el origen del Derecho Informático, aun así, la literatura marca al norteamericano Lee Loebinger en su artículo *The Next Step Forward*, como el punto de partida a través de la idea del progreso de la Teoría del Derecho por medio de la *Jurimetría*, entendida como la ciencia encargada de medir variables existentes en el derecho como lo son los textos, las normas y los casos para dar solución a los conflictos normativos, resumiéndose en la primacía del método cuantitativo en Derecho.

Hoy día, se ha llegado al consenso de la existencia en el Derecho de una rama más, el *Derecho Informático*, éste contempla a la informática como instrumento y como objeto de estudio. Determinando así, dos vertientes dentro del mismo, la informática jurídica y el derecho de la informática.

El derecho de la informática hace referencia a la legislación como tal, al conjunto de normas que se encargan de regular las conductas de los agentes jurídicos cuando entran en contacto con el entorno digital, por ejemplo, las compraventas online o el *ciber-crimen*.

Por otro lado, tenemos la informática jurídica, que es el conjunto de aplicaciones de la informática en el ámbito del derecho. Nos menciona Telléz que:

La técnica interdisciplinaria que tiene por objeto el estudio e investigación de los conocimientos de la informática general, aplicables a la recuperación de información jurídica, así como a la elaboración y aprovechamiento de los instrumentos de análisis y tratamiento de información jurídica necesarios para lograr dicha recuperación¹⁹².

Esta primera definición queda corta hoy en día, ya que los avances en dicha técnica han cambiado sustancialmente la forma de percibir y usar la tecnología, las

¹⁹² *Ídem*.

capacidades actuales de un ordenador portátil brindan la oportunidad de un manejo de datos descomunal, un almacenamiento impresionante, así como poder responder y resolver problemas más complejos.

Por lo antes escrito, es menester mencionar que hoy día la informática jurídica no está circunscrita únicamente al ámbito de la búsqueda de textos legales, denominada informática jurídica documental, que es la aplicación de técnicas informáticas a la documentación jurídica en los aspectos relativos al análisis, archivo y recuperación de información contenida en la legislación, jurisprudencia, doctrina o cualquier otro documento con contenido jurídico relevante¹⁹³.

Esta visión del derecho se respalda en la ciencia de la información, que se encarga de investigar las propiedades y el comportamiento de la información, las fuerzas que gobiernan su flujo y los medios para procesar su acceso y su uso óptimo. El proceso incluye la generación, diseminación, recolección, organización, almacenamiento, recuperación, interpretación y uso de la información¹⁹⁴.

La siguiente división dentro de la informática jurídica es la del derecho informático de gestión; en ésta disciplina se trata el poder organizar y controlar la información jurídica de documentos, expedientes, libros; permitiendo de esta forma identificar y describir dicha información haciéndola asequible para lograr conseguir los fines de la institución, el gobierno y finalmente el Estado, un ejemplo muy claro de esto lo tenemos en el campo del derecho fiscal en cuanto a la facturación electrónica¹⁹⁵.

A pesar de esto, la informática jurídica no termina de explotar totalmente lo que se refiere a la informática, circunscribiéndola al campo de la recuperación-

¹⁹³ Guerrero M., María Fernanda, *La inteligencia artificial aplicada al derecho*, Revista Uno y Cero, Milán, p. 10, citada en Ríos Estavillo, Juan José, *Derecho e Informática en México, informática jurídica y derecho de la información*, México, UNAM-IIJ, 1997, p. 57.

¹⁹⁴ Garza Mercado, Ario. *Las ciencias de la información en la escuela de bibliotecología* citado por Amat Noguera, Nuria, técnicas documentales y fuentes de información p.8 citado en Ríos Estavillo, Juan José, *op. cit.*, nota 193, p. 57.

¹⁹⁵ *Ibidem*, p. 58.

búsqueda, por lo cual es importante abrir las posibilidades, buscando materializar un mayor número de actividades a través del agente-máquina.

...pronto llegaron al acuerdo unánime de que lo más importante no era la coraza ni la fuerza del monstruo que debían construir, sino su programación, o sea, el algoritmo de su diabólica actividad

Turl y Claplausio, *La Ciberiada*.

Capítulo IV. Lógica Formal, Lógica Deóntica, Lógica Fuzzy y Derecho

4. Antecedentes

Como se mencionó en el capítulo anterior, para poder concretar la introducción de un sistema basado en Inteligencia Artificial, es necesario realizar algunas adecuaciones a la forma a través de la cual se representa el conocimiento, en este caso la norma y las formas de relación que ésta tendrá con otras normas.

Para esta tarea, requerimos de herramientas que permitan dar este paso, por ello consideramos idónea a la lógica formal y en particular a la lógica *fuzzy* junto con un sistema de redes neuronales que permitan tanto analizar la estructura normativa, como generar un marco para la implementación de estos conceptos partiendo de la Cibernética y la Inteligencia Artificial.

La conceptualización de la lógica, se remonta a la época de los griegos, donde ya Aristóteles había propuesto un sistema relativamente sencillo, mediante el cual se podrían obtener resultados *verdaderos* partiendo de enunciados tomados como verdaderos, conocidos comúnmente como silogismos¹⁹⁶; los cuales se forman a partir de dos oraciones que predicen algo que puede ser verificado y de cuya conclusión se obtiene un resultado que puede ser verdadero o falso¹⁹⁷.

Durante muchos siglos, este modelo de razonamiento permaneció vigente, sería hasta el siglo XX cuando los avances en la ciencia comenzaron a requerir una herramienta de análisis más potente como lo es un lenguaje técnico. El gran avance

¹⁹⁶ Bustamante Arias, Alfonso, *Lógica y argumentación, De los argumentos inductivos a las álgebras de Boole*, Colombia. Pearson-Prentice Hall, 2009, p. 63.

¹⁹⁷ Huerta Ochoa, Carla, *Lógica jurídica*, México, UNAM-Porrúa, 2017, p. 60.

en esta área fue la aparición de notaciones¹⁹⁸ que hicieron a la lógica mucho más rigurosa y precisa, además a esta nueva lógica se le iría retirando el contenido propio del sentido común.

Hoy día la conceptualización de la lógica no ha variado demasiado, y es casi unánime que se entiende por dicho termino; Arnaiz, nos menciona que el objeto de estudio de la lógica son las formas, estructuras o esquemas del pensamiento¹⁹⁹, esta afirmación podría parecer que también corresponde al campo de la psicología, ya que esta se encarga de los procesos de pensamiento, la distinción radica en que la lógica no se ocupa de todo el pensamiento como tal, sino de uno muy particular, *la inferencia* producto de la interacción de premisas que nos otorgan una conclusión.

Como se estableció en el capítulo anterior, el lenguaje es una cuestión fundamental para la comunicación como sistema de signos que forman un código que debe ser compartido por todos aquellos que quieren hacerse con la información disponible en el entorno lingüístico; en el lenguaje natural se presentan tres tipos de usos del lenguaje, declarativo, informativo y prescriptivo²⁰⁰.

Esto también pasa en la lógica, se requiere el empleo de un lenguaje técnico o artificial e independiente del contexto (del lenguaje natural), forzando su simbolización para poder tener sencillez, claridad y exactitud. Así mismo, los usos declarativos, informativos o prescriptivos también pueden ser simbolizados a través de signos.

4.1 Lógica formal

Los antecedentes de la lógica formal pueden remontarse a autores como lo son Leibniz o Boole²⁰¹, el primero plantea un sistema de notación similar al empleado en matemáticas para describir las formas del pensamiento, mientras que

¹⁹⁸ Sistema de signos convencionales que se adoptan para expresar conceptos matemáticos, físicos, químicos, etc. Diccionario de la Real Academia Española, consultado en <http://dle.rae.es/?id=Qe0rxfE>, fecha de consulta: 31/01/2018.

¹⁹⁹ Arnaiz, José A., *Iniciación a la lógica simbólica*, 5ª ed., México, Trillas, 1981, pp. 13-17.

²⁰⁰ Copi M., Irving y Cohen, Carl, *op cit.*, nota 185, p. 598.

²⁰¹ Huerta Ochoa, Carla, *op. cit.*, nota 197, p. 41.

el segundo busca la forma a través de la cual expresar planteamientos correctos en el lenguaje matemático utilizando al propio lenguaje matemático.

Aunque son antecedentes importantes tomaremos como punto de partida el modelo planteado por Gottlob Frege, en su libro *Conceptografía*²⁰², la novedad en su trabajo radica en la creación de una sintaxis que diera cuenta de los procesos de pensamiento en relación a las matemáticas, pero prescindiendo de ellas, por lo cual podemos hablar que ideó un metalenguaje²⁰³.

La lógica formal es un constructo teórico, resultado de la búsqueda de tener una herramienta de análisis que eliminara la ambigüedad existente en alguna materia en particular, por ejemplo, en las matemáticas. Un sistema formal es aquel que está construido por signos y símbolos con un lenguaje propio y con reglas de construcción específicas, generando una estructura no interpretada; donde la importancia radica en el orden de sus elementos más que al contenido de los mismos (contenido relacionado con el mundo). Un sistema formal se construye de conceptos muy básicos los cuales son:

- a. Letras esquemáticas
- b. Símbolos conectivos
- c. Signos de puntuación

El inciso a) permite *formalizar* alguna expresión, hecho o cosa, utilizando letras minúsculas o mayúsculas dependiendo de los elementos y distinciones a realizar; b) facilita que nuestras letras esquemáticas *interactúen* entre sí, es decir generando relaciones, y c) evita ambigüedades y malentendidos limitando las relaciones que se dan entre letras y conectivos.

²⁰² Si bien es cierto que Boole ya había realizado investigaciones sobre una forma de lógica, ésta estaba basada en la aritmética como tal y buscaba trabajar bajo los mismos términos de la aritmética, el trabajo de Frege podemos considerarlo como la búsqueda de un metalenguaje que dé cuenta sobre las relaciones matemáticas, Frege, Gottlob, *Conceptografía: los fundamentos de la aritmética, otros estudios filosóficos*, Padilla, Hugo (trad.), México, UNAM-Instituto de Investigaciones Filosóficas, 1972, pp. 209-214.

²⁰³ Aquel lenguaje creado para expresarse sobre un área del conocimiento en particular que no utiliza el lenguaje propio del área.

A su vez tener estos elementos así no nos sirve de nada, deben estar anclados a un conjunto de reglas que nos permitan formar y transformar las estructuras que estos pueden adoptar. La lógica formal permite distinguir entre lo opinable, sobre algún tópico en particular y entre lo que queremos demostrar, esto enmarcado dentro del discurso de las ciencias demostrativas.

Desglosamos ahora un poco más los puntos anteriores, existen una multiplicidad de símbolos para determinar a los conectores, nosotros usaremos los siguientes²⁰⁴:

Conectores básicos	
Tabla 4.	
si ... entonces ...	\rightarrow
no ...	\neg
Y	\wedge
o	\vee

Estos conectores nos permitirán trabajar con proposiciones, éstas pasan a ser sustituidas por letras, en lógica proposicional, por ejemplo, p , q , $r...$ siendo oraciones simples (sujeto, verbo y predicado) o complejas cuando existe más de un predicado, por ejemplo, *la Suprema Corte de Justicia de la Nación es un tribunal* podemos reducir la oración a la letra p .

Además, podemos afirmar que la Suprema Corte de Justicia pertenece al Poder Judicial de la Federación, a su vez usamos q para atomizar nuestra oración, ambas pueden ser relacionadas a través de un conector determinado, en este caso la conjunción, por lo cual tendríamos la siguiente expresión molecular: $p \wedge q$ si sustituimos por las proposiciones tendríamos que: *La Suprema Corte de Justicia de la Nación es un tribunal y pertenece al Poder Judicial de la Federación.*

²⁰⁴ Utilizamos la notación utilizada por Copi M., Irving y Cohen, Carl, *op cit.*, nota 185.

Debemos hacer algunas notas finales, la interacción entre conectores puede generar *operaciones* entre nuestras proposiciones las cuales serán abordadas en el apartado de teoría de conjuntos; en la lógica clásica, las proposiciones sólo pueden ser verdaderas o falsas por el principio de no contradicción esto es muy importante tenerlo en cuenta, ya que la falta de valores de verdad será una de las objeciones tradicionales a la existencia de una lógica de las normas y dará lugar para tratar de abordar lógicas no clásicas.

Finalmente, las reglas de formación, la sintaxis, que determina si una proposición está o no bien formada depende de las reglas que el formulador del sistema lógico plantee, éstas son fundamentales para determinar si nuestro sistema está o no bien construido.

4.1.1 Lógica deóntica²⁰⁵

En el derecho como hemos visto se utiliza otra lógica, la lógica proposicional, con respecto a las formas del cálculo de predicados, esta sentó parte de las bases para la creación de una lógica propia para el derecho, la cual debe emplear otro tipo de cuantificadores y terminologías que permiten precisar el uso en cuanto a lo normativo se refiere.

Aunque existen diversos trabajos que fueron pioneros en el campo de la lógica deóntica, nosotros tomaremos como punto de partida el de Georg Henrik von Wright, quien sienta las bases para el tratado de las normas de una manera puramente formal. Para ello desarrolla una teoría sobre la lógica de la acción y una notación propia. Dicho autor declara que la lógica deóntica es *el estudio lógico-formal de los conceptos normativos*²⁰⁶.

²⁰⁵ El termino *deóntica* proviene de la raíz griega *tò deón* que se traduce como *deber u obligación*, dicho término ha sido utilizado por diversas áreas del saber humano como lo son la ética o la metafísica. En nuestro caso cuando nos refiramos a deóntico solo nos referiremos a la relación que se genera entre la obligación, permisión y prohibición y una conducta.

²⁰⁶ Wright, Georg Henrik von, *op. cit.*, nota 94, p.9, para profundizar en su trabajo véase Wright, G.H. von, *op. cit.*, nota 117, y Wright G. H., von, *op. cit.*, nota 94, ambas obras de forma completa. Si bien von Wright fue el primero en tratarlo como tal, existen antecedentes en autores como Leibniz o Bentham, para realizar un estudio histórico se recomienda el libro de Ausín, Txetxu, *Entre la lógica*

Partiendo del planteamiento de que la lógica deóntica se ocupa de los conceptos normativos, es preciso aclarar ¿qué es un concepto normativo?, pues bien, entenderemos por éste a todo aquel enunciado normativo que se sirve de las nociones de obligación, permisión y prohibición como base, las cuales al relacionarse forman proposiciones, las cuales pueden ser prescriptivas o descriptivas²⁰⁷.

Von Wright explica que el origen moderno de este estudio surge al realizar la analogía entre los términos modales y los términos deónticos tomando en cuenta los cuantificadores, para ello nos plantea la siguiente tabla comparativa²⁰⁸:

Lógica deóntica		
Tabla 4.1		
Conceptos usados en lógica		Términos deónticos*
Cuantificadores	Modales	Deónticos
Alguno (E)	Posible (M)	Permitido (P)
Ninguno (\neg E)	Imposible (\neg M)	Prohibido (\neg P)
Todos (\neg E \neg)	Necesario (\neg M \neg)	Obligatorio (\neg P \neg)

La lógica deóntica pretende analizar las relaciones formales que se establecen entre términos prescriptivos: obligación, permisión y prohibición. Por lo cual busca teorizar sobre las inferencias normativas válidas, es el análisis de las condiciones y reglas que en un razonamiento que incluya acciones y éstas los calificativos de prohibido, permitido o debido resulta correcto con contrastar con la norma²⁰⁹.

y el Derecho Paradojas y conflictos Normativos, Madrid, Plaza y Valdés Editores, Theoria cum Praxi, Studia 1, 2005

²⁰⁷ Ausín, Txetxu, *Entre la lógica y el Derecho Paradojas y conflictos Normativos*, Madrid, Plaza y Valdés Editores, Theoria cum Praxi, Studia 1, 2005, p. 25. von Wright también aborda este concepto, mencionando que son las nociones de permitido, prohibido y obligatorio además de derecho, privilegio o pretensión como conceptos normativos, Wright, Georg Henrik von, *op. cit.*, nota 94, p. 9.

²⁰⁸ Wright, Georg Henrik von, *op. cit.*, nota 94, p. 12.

* Wright formaliza las palabras utilizando los símbolos E = Alguno, M = Posible y P = Permitido, valiéndose de la negación (\neg) para interdefinirlos, por ejemplo, si negamos la existencia de alguno, estamos diciendo que ninguno.

²⁰⁹ Ausín, Txetxu, *op. cit.*, nota 207, p. 24.

4.1.2 Lógica polivalente²¹⁰

La concepción de una lógica que está situada entre lo totalmente verdadero y lo totalmente falso no es nueva, tenemos, por ejemplo, el caso de Platón que refiere a grados de verdad o realidad²¹¹, otro antecedente lo tenemos en Aristóteles quien planteaba los futuros contingentes o futuros posibles, como una opción donde los valores son indeterminados²¹², Por ejemplo, sirvámonos de la proposición *mañana habrá tránsito en la ciudad*. Este enunciado nos lleva a preguntarnos qué *valor de verdad* tendrá hoy, ya que mañana dependiendo de diversos factores puede o no haber tránsito en la ciudad.

Esto nos plantea dos posibilidades, la primera sería que los enunciados futuros no se rigen por el principio de bivalencia²¹³ y por ende tampoco conforme al principio del tercero excluido²¹⁴, a *contrario sensu*, pueden ser abordados conforme al principio de bivalencia y de tercero excluido, lo cual traería aparejado una concepción ya sea determinista o fatalista.

Aunque es una visión más filosófica que lógica la que se está planteando, permite identificar la preocupación por determinar qué sucedería en esos casos en los cuales las proposiciones predicen algo sobre el futuro, la cual llega hasta nuestros días influenciado a un número amplio de lógicos, como lo son Charles S. Peirce, Jan Łukasiewicz o Malinowski²¹⁵, cada uno de ellos planteando diversas formas de hacer frente no sólo al principio de tercero excluido, sino también

²¹⁰ También se le denomina lógica multivalente o multivaluada.

²¹¹ Palau, Gladys, *Introducción filosófica a las lógicas no clásicas*, Argentina, Gedisa, 2002, p. 135.

²¹² *Ídem*.

²¹³ Principio fundamental de la lógica clásica (la aristotélica y gran parte de la lógica moderna) según el cual todo enunciado, o toda fórmula, sólo pueden ser interpretados como «verdaderos» o «falsos». Dado que sólo admite dos valores de verdad, esta lógica recibe el nombre de *bivalente*, mientras que aquellas que admiten más de dos valores se denominan *polivalentes*; por ejemplo, las desarrolladas por el polaco Jan Łukasiewicz y el norteamericano E.L Post. En Enciclopedia Herder, *Bivalencia*, principio de, disponible en https://encyclopaedia.herdereditorial.com/wiki/Bivalencia,_principio_de, fecha de consulta: 10/01/19

²¹⁴ El principio de tercero excluido afirma que cualquier enunciado o bien es falso o bien verdadero, Copi M., Irving y Cohen, Carl, *op. cit.*, nota 185, p. 367.

²¹⁵ El autor hace un desarrollo muy interesante no solo sobre el génesis, también da muestra de un modelo de lógica multivalente matricial, Peña, Lorenzo, "Lógicas Multivalentes", Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía: lógica, Madrid, Trotta, 1995, p. 324.

buscando crear lógicas trivalentes en el caso de los dos primeros, o lógicas matriciales en el caso del último.

De estos autores Łukasiewicz puede ser tomado como el autor moderno de las lógicas trivaludas e infinivaludas²¹⁶, sus libros *On three valued logic (1920)* y *On determinis (1922)*, son trabajos importantes que buscan demostrar que es posible una flexibilización de la lógica clásica a través de la inclusión de un tercer valor denominado *no necesario-posible*, como un valor funcional entre lo verdadero y lo falso en proposiciones que impliquen futuro.

La importancia de todos los modelos parte de la crítica al determinismo y al universo de proposiciones planteado por la lógica clásica en la cual sólo se pueden agrupar éstas en dos subconjuntos: el de las proposiciones verdaderas (acordes a los hechos) o si son falsas (todas las demás). Dicha reducción ayuda en gran medida a analizar nuestro mundo, pero se encuentra con limitantes por ello una lógica multivaluada puede ser de gran utilidad cuando se presentan situaciones que no pueden ser encasilladas en uno u otro subconjunto.

4.2 Teoría de Conjuntos: clásica y *fuzzy*

La teoría clásica toma como punto de partida un conjunto, el cual puede estar constituido por individuos, cosas, ideas, etc., lo cual implica que éstos pueden o no ser miembros de dicha colección²¹⁷. Esta pertenencia es clara, sin ambigüedad y definida, por lo cual al preguntarnos sobre dicha pertenencia se reduce a una respuesta binaria: *sí o no*; no cabe la posibilidad de decir que un miembro es y no es parte del conjunto, por lo cual está determinado sí es o no es. Para poder introducir el tema de los conjuntos difusos es necesario conocer los conceptos fundamentales de la teoría clásica.

²¹⁶ Palau, Gladys, *op. cit.*, nota 211, p. 137.

²¹⁷ Chen, Guanrong, y Tat Pham, Trung, *Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems*, New York, CRC Press, 2001, p. 1.

4.2.1 Conjuntos Clásicos

Comenzaremos por plantear la existencia de un conjunto no vacío, lo llamaremos Conjunto Universal y será denominado con la letra \mathbf{S}^{218} , \mathbf{S} consiste en todos los posibles elementos concernientes a un contexto particular como sería el jurídico, dichos componentes de este conjunto jurídico se denominan *miembros* o *elementos* de \mathbf{S} , podemos poner como ejemplo *el Conjunto Universal de lo Jurídico*, cuyos elementos son: *Las Constituciones, los Tratados Internacionales, la doctrina, etc.* El agrupamiento de varios *miembros* de \mathbf{S} se considera un subconjunto de \mathbf{S} , para indicar que un *miembro* s de \mathbf{S} pertenece a un subconjunto S de \mathbf{S} se representa de la siguiente forma $s \in S$; para indicar que no es un miembro de S escribimos $s \notin S$; para indicar que S es un subconjunto de \mathbf{S} escribimos $S \subset \mathbf{S}$.

Esta forma de ordenar a los miembros de \mathbf{S} implica que S es estrictamente un subconjunto conforme a \mathbf{S} , en el sentido que al menos un miembro $x \in \mathbf{S}$, pero $x \notin S$, puede ser $S \subset \mathbf{S}$ o sea S es subconjunto de \mathbf{S} o $S = \mathbf{S}$ lease como S es igual a \mathbf{S} se expresa de la siguiente forma $S \subseteq \mathbf{S}$. Esta expresión se entiende de la siguiente forma: S es subconjunto de \mathbf{S} , y S es diferente de \mathbf{S}^{219} .

Para indicar un subconjunto vacío utilizamos el signo \emptyset , esto es, nuestro conjunto no contiene ningún miembro, cuando el conjunto contiene miembros determinados se utiliza una letra mayúscula para indicarlo y si a su vez los miembros de este conjunto están determinados por alguna propiedad esta se indica de la siguiente forma $A = \{a | a \text{ tiene las propiedades } P_1 \dots P_n\}$ esto se leería: A es igual al conjunto de a tal que a tiene las propiedades $P_1 \dots P_n$, sea cuales fuesen dichas propiedades.

Ahora bien, un conjunto puede interactuar con otro de diversas formas, esto es, un conjunto puede unirse \cup , intersectarse \cap , ser diferente \setminus , complementarse \complement , tener producto cartesiano \times o ser diferentes simétricamente Δ entre sí, como vemos en la siguiente tabla:

²¹⁸ Utilizaremos S para referirnos a conjunto por la terminología en inglés *Set* (conjunto).

²¹⁹ Chen, Guanrong, y Tat Pham, Trung, *op. cit.*, nota 217, pp. 2-5.

Operaciones con Conjuntos

Tabla 4.2

Definición	Ejemplo
$A \cup B$ $x \in A \cup B$ cuando $x \in A$ o $x \in B$	$A = \{1, 2, 3\}$ $B = \{4, 5, 6\}$ $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$
$A \cap B$ $x \in A \cap B$ cuando $x \in A$ y $x \in B$	$A = \{1, 2, 3\}$ $B = \{5, 2, 4\}$ $A \cap B = \{2\}$
$A \setminus B$ $x \in A \setminus B$ si y solo si $x \in A$ pero $x \notin B$	$A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ $B = \{3, 4, 6, 7, 8\}$ $A \setminus B = \{1, 2, 5\}$ $B \setminus A = \{6, 7, 8\}$
A^c $x \in A^c$ si y solo si $x \notin A$	$A = \{1, 2, 3\}$ $A^c = \{4, 5, 6, \dots\}^*$
$A \times B$ $A \times B = \{(a, b) : a \in A \text{ y } b \in B\}$	$A = \{1, 2, 3\}$ $B = \{-1, -2, -3\}$ $A \times B = \{(1, -1), (1, -2), (1, -3), (2, -1), (2, -2), (2, -3), (3, -1), (3, -2), (3, -3)\}$
$A \Delta B$ $x \in A \Delta B$ si y solo si, o bien $x \in A$ o bien $x \in B$	$A = \{\#, \$, \%, \&\}^{**}$ $B = \{\#, \%, ?, \neg\}$ $A \Delta B = \{\$, \&, ?, \neg\}$

Entre conjuntos pueden existir diferentes tipos de funciones. Pero ¿qué es una función?, una función es una relación entre un elemento y otro pertenecientes cada uno a un conjunto determinado, siendo ésta la manera en la cual los elementos se vinculan entre sí, pudiendo ser elementos no numéricos, podemos definir función de la siguiente forma.

$$f : X \rightarrow Y$$

$$x \rightarrow y = f(x)$$

Dicha función se puede presentar de las siguientes formas:

* En este particular, el conjunto A corresponde a los números del 1 al 3, mientras que A^c corresponde al universo de los números naturales, de allí que al haber limitado A, A^c correspondería al resto de números naturales.

** Para este ejemplo se decidió mostrar con elementos icónicos como se realiza esta operación, ya que al ser realizado con números podría ser confusa.

Funciones en Teoría de Conjuntos Clásicos*

Tabla 4.3

Inyectiva $\forall x, y \in X, f(x) = f(y) \rightarrow x = y$	Decimos que corresponde a esta función cuando los elementos de un conjunto tienen relación con sólo uno de los elementos de del otro conjunto
Sobreyectivas $\forall y \in Y, \exists x \in X : f(x) = y$	Decimos que se presenta este caso cuando cada elemento del codominio Y tiene como mínimo un elemento vinculado al dominio X
Biyectivas $\forall y \in Y: \exists! x \in X / f(x) = y$	Decimos que es biyectiva para uno de los elementos en un conjunto también corresponde un elemento en el otro conjunto.

La finalidad de plantear tanto la teoría de conjuntos clásicos como las funciones que se pueden dar entre éstos, es que permiten una estructura que facilita relacionar elementos jurídicos (proposiciones normativas) y no jurídicos (conductas) y ordenarlos de manera lógica y precisa, centrándonos únicamente en la forma y su relación. Como el caso de un conjunto X cuya función es un conjunto Y si para un elemento x pertenece un elemento y.

Con base en lo anterior, podemos determinar qué clase de función se presenta entre el conjunto de la conducta humana y el de la norma jurídica, establecemos este orden en razón de que en primera instancia surge la acción y posteriormente el derecho, en el derecho positivo no suele regularse antes del acontecimiento²²⁰.

Por ejemplo:

* Becerra Espinosa, José Manuel, *Funciones*, Colegio de Matemáticas, ENP-UNAM, s.f, p.4-5, disponible en <http://www.dgenp.unam.mx/direccgral/secacad/cmatematicas/pdf/m61unidad01.pdf>, fecha de consulta: 10/02/19.

²²⁰ Por ejemplo, aún no se regula sobre la forma en la cual se incorporen derechos de los robots, parecerá ser un ejemplo exagerado, pero es muestra de que aún no se regula sobre el tema, otro caso fue el de la maternidad subrogada, existía como fenómeno social en México aún antes de las legislaciones en Tabasco (2016) o Sinaloa (2013).

Conjunto y norma jurídica		
Tabla 4.4		
Conducta	Tipo penal*	Descripción normativa
Matar a una persona*	Homicidio Calificado	Comete el delito de homicidio: el que priva de la vida a otro. Se entiende que las lesiones y el homicidio son calificados, cuando se comente con premeditación, con ventaja, con alevosía o a traición.
	Feminicidio, Agravantes, Sanciones	Comete el delito de feminicidio quien priva de la vida a una mujer por razones de género. Se considera que existen razones de género cuando concorra alguna de las siguientes circunstancias...
	Homicidio en razón del Parentesco o relación.	El que priva de la vida a su ascendiente o descendiente consanguíneo en línea recta, hermano, cónyuge, conviviente, compañera o compañero civil, concubina o concubinario, adoptante o adoptado, con conocimiento de esa relación se le impondrá prisión de treinta a sesenta años.
Matar al alguien tiene tres posibles vertientes jurídicas en nuestro ejemplo, ser visto como homicidio, feminicidio u homicidio en razón o relación de parentesco, cada tipo penal contiene una descripción de la acción, las situaciones que agravan la conducta y la sanción correspondiente, aun así, solo le corresponde a la acción una norma que se integra de una serie de descripciones e imperativos a cumplir. Como podemos ver a la conducta corresponde solo una norma sí y solo sí se cumplen con los requisitos que configuran el delito.	<p>Función Inyectiva</p>	

* Retomamos las tipificaciones del Código Penal Federal, utilizamos el delito de homicidio dada su claridad, a su vez de gran parte de la tipología de homicidio (art. 302), para este ejemplo en concreto se utilizan solo los tipos de Homicidio Calificado (art. 315), Homicidio en Razón del Parentesco o Relación (art. 323) y Feminicidio (art. 325); no se enlistan las descripciones detalladas de las agravantes y de las razones de género en el delito de feminicidio, ya que no es el fin de este ejemplo realizar un estudio dogmático del mismo, sólo buscamos hacer notar que una misma conducta como lo es el matar, puede desembocar en una multiplicidad de supuestos todos con características distintivas.

* Para este cuadro utilizaremos para formalizar los conceptos las siguientes letras: **M** = Muerte, **F** = Feminicidio, **Hm** = Homicidio, **LS** = Lesiones, **HC** = Homicidio Calificado, **HP** = Homicidio en razón del parentesco o relación.

El diagrama anterior indica que bajo un hipotético caso en que a una persona se le mate o lesione existen sólo dos casos **Hm** y **L**. En este diagrama el conjunto de la izquierda indica que existe **Hm**, por lo tanto, debió presentarse **M**, encontramos que **M** cumple con las características de **F** por lo cual únicamente cabría relacionar **Hm** con todas aquellas normas que aplican para **F**, aunque se haya matado a una persona y esta persona guardara alguna relación de parentesco con el sujeto activo.

Es importante que tengamos esto claro, ya que nos permitirá conocer la forma en la cual se relacionan los elementos de dos conjuntos a los que denominaremos dominio y codominio²²¹

Esto quiere decir que teniendo un conjunto *X* cuya función es un conjunto *Y* si para un elemento *x* pertenece un elemento *y*, *donde X es la Conducta Humana y Y la norma que regula esa conducta, tendríamos que x es una acción particularizada y la norma que regula esa acción particularizada.*

Al tratar de utilizar la teoría de conjuntos en Derecho se nos presenta un problema, el fijar el contenido de nuestros conjuntos pues hay que separar los elementos que conformaran el dominio y el codominio, a la par que se formalizan los términos que se utilizaran como contenido de ambos y cuál sería la función que relacionaría ambos conjuntos, podemos partir de que el conjunto de actos tiene su respectivo correlato en un conjunto de enunciados normativos, cabe señalar que en el mundo fáctico lo que ocurre primero es la conducta como tal y posteriormente surge la regulación a la misma, para después fijarse como un enunciado.

Es importante plantear esto ya que nos enfrentamos a un conjunto que debe permitir la inclusión de nuevos elementos (una regla de inclusión) y posteriormente una función que vincule esta conducta a un enunciado normativo. Para toda norma existe un correlato fáctico, ya que es la conducta la que está presente no así la norma, por lo cual si son conductas nuevas deben crearse nuevas normas.

Partiendo del principio de completitud hermética del derecho, que supone que el derecho siempre contiene una respuesta para todo caso, éste implicaría que

²²¹ Como en teoría de conjuntos clásica.

los elementos de un dominio que contiene conductas-hechos se relacionan con un codominio que contiene enunciados normativos. Ahora bien, estas respuestas suelen ser planteadas de tal forma que pueden, por el lenguaje, ser interpretadas, dicha situación nos lleva a tener más de un significado, en otras palabras, un lenguaje que no es claro.

4.2.2 Conjuntos fuzzy o borrosos, una aproximación

Partiendo del hecho anterior planteamos que el lenguaje no es claro, a lo cual sumamos que sigue siendo una postura en la cual sólo existen dos posibilidades, falso o verdadero, por ejemplo, el agua se compone de dos moléculas de hidrogeno y una de oxígeno (verdadero) o sistemas binarios, hoy es martes o jueves, siendo jueves verdadero.

Al interactuar en sociedad podemos percatarnos de que el uso de términos o predicados que no son binarios. o de difícil determinación (inclusive sólo aproximada), por ejemplo, ser feliz, alto, delgado, amoroso, etc., o cuantificadores imprecisos algunos, casi todos, pocos, etc., nos deja con la tarea de encontrar la forma en la cual poder trabajar con esta ambigüedad dentro del derecho y reducirla lo más que se pueda.

Por lo anterior, podemos decir que un predicado o propiedad, es un adjetivo que califica a determinados objetos de los cuales existe conocimiento previo. Un predicado enuncia lingüísticamente determinada propiedad de los objetos que tienden a identificarlo o en su defecto colocarlo dentro de un grupo, así tenemos el caso del predicado muerte, por ejemplo, que otorga cierta calidad a los seres vivos, el cese de las funciones que soportan la vida.

En lógica clásica un predicado es aquello que se enuncia del sujeto, en ocasiones los predicados pueden extenderse a objetos de los que en principio no se predicarían, pero como poseen determinada cualidad que permite dicha extensión se realiza, podríamos mencionar, por ejemplo, computadora vieja, bello

atardecer, etc., por ello como nos aclara Trillas ...los predicados, por tanto, no tienen sentido por sí mismo, sólo lo tienen aplicados a determinados objetos²²².

Para analizar la ambigüedad existente en este tipo de predicados y consecuentemente a los objetos a los cuales son aplicados, utilizaremos conjuntos difusos, éstos utilizan parte de la estructura de los conjuntos clásicos o *crisp*, establezcamos por caso U como *el universo del discurso*, dentro de este tenemos determinados *objetos* que denotaremos con x, y, z, \dots y sobre U podemos colocar un predicado que denominaremos P , con estos elementos podemos generar proposiciones del siguiente tipo x es P o Px ²²³.

Siguiendo este razonamiento, realizaremos el producto cartesiano de nuestro conjunto U que contiene objetos (x, y, z) y el conjunto \mathcal{P} que contiene predicados (P, Q, R, Z) , de esta forma podríamos obtener el conjunto de todas las proposiciones sobre las que se está predicando algo de ese U :

$$\mathcal{P} \times U = \{(P,y), (P,x), (P,z), (Q,x), \dots, (R,x), \dots, (Z,x), \dots\}.$$

Esto nos permite encontrar en este producto cartesiano los elementos que pueden ser verdaderos (V) de los que son falsos (F), ya que no tiene sentido atribuir tales valores sólo al predicado, siendo necesario la existencia de proposiciones del tipo Px ²²⁴.

Teniendo nuestro conjunto $\mathcal{P} \times U$, podríamos pasar a determinar a los subconjuntos verdadero (V) y falso (F) respectivamente. Pongamos el caso de que U sea una caja que contiene cubos sólo de color rojo y naranja y que \mathcal{P} contenga el predicado rojo (R), tendríamos entonces proposiciones del tipo $\{Rx; x \in U\}$ las cuales sólo podrían ser V o F :

Rx es verdadera $\leftrightarrow x$ es un cubo rojo

Rx es falsa $\leftrightarrow x$ no es un cubo rojo

²²² Trillas, Enric et al., *Introducción a la Lógica Borrosa*, España, Barcelona, 1995, p. 128.

²²³ *Ibidem*, p. 130.

²²⁴ *Ídem*.

De esta forma tendríamos dividido nuestros conjuntos V y F, esta división tan clara no siempre es posible en el mundo real, cuando contrastamos con dicha realidad en ocasiones $\mathcal{P} \times U$ puede contener predicados que los objetos de U solo cubran parcialmente o que ni siquiera cumplan con dicha cualidad, siendo de tal suerte que algunos Px no son totalmente ciertos o totalmente falsos.

Esta forma de verlo nos lleva a plantearnos que dicha falsedad o verdad depende de un cierto *grado (g)* de acercamiento a uno u otro extremo $Px \text{ es verdadera en grado } g \leftrightarrow x \text{ verifica en grado } g \text{ a } P$, teniendo en mente que *g* debe ser determinado.

En nuestro ejemplo de los cubos para no llevarlo demasiado lejos diremos que la mitad de las caras de *algunos* cubos son rojos y en otros naranjas, tendríamos entonces que:

$$Rx \text{ es verdadera con grado } \frac{3}{6},$$

$$\text{y } Rx \text{ es falsa con grado } \frac{3}{6}$$

El ejemplo de los cubos, no lleva a ver la necesidad de plantearnos la importancia de graduar los diversos predicados que generan ambigüedad o la inclusión o no éstos, si tomamos la última opción nos cerramos a la posibilidad de trabajar más allá de los tradicionales *valores de verdad*, falso y verdadero.

Lo anterior da paso a plantear la creación de subconjuntos y conjuntos borrosos, pero eso excede los fines de este trabajo, es importante se reflexione sobre este tipo de situaciones en el universo de lo jurídico y fijar hasta qué grado se lleva a la práctica sin ser conscientes de este nivel de organización. Citando nuevamente a Trillas, *los predicados no son algo del mundo físico (como lo son las sillas), son algo que aparece por la interacción de los seres humanos con el mundo. Tal interacción se produce en muchos universos del discurso a la vez, y luego queda en el almacén del lenguaje para cuando convenga su uso*²²⁵.

²²⁵ Trillas, Enric, *op. cit.*, nota 222, p. 129.

Para poder establecer una conexión entre los diversos elementos que integran a un conjunto es necesario determinar las formas en las cuales se realizará y por ende la mejor forma es a través del establecimiento de una lógica que sea capaz de manipular la vaguedad presente en el lenguaje.

4.2.1.1 Lógica borrosa o fuzzy, una aproximación

Para poder entender la lógica difusa, es necesario partir de la teoría de conjuntos ya revisada y el concepto *fuzzy*. Este concepto parte de la naturaleza del lenguaje natural, el lenguaje ordinario que empleamos para transmitir información y conocimiento, el cual está lleno de vaguedades e imprecisiones, a esta situación rodeada por la incertidumbre podemos denominar *borrosidad* o *fuzziness*.

Algunos ejemplos nos permitirán aclarar la situación: Antonio es gordo o María tiene ansiedad, por qué decimos que pueden ser abordados como elementos *fuzzy*, primero, aunque tenemos claros los conceptos de talla o de ansiedad, el conjunto no está totalmente definido, no conocemos todos los elementos que componen a cada uno de los subconjuntos, conocemos el conjunto de los hombres, pero no el de los hombres delgados o gordos, o los elementos que implican la ansiedad y sus diversos grados.

No contamos con parámetros para poder establecer el tamaño y la comparativa de Antonio o estos parámetros son de carácter contextual, por ejemplo, si Antonio es ciudadano mexicano o ruso, por lo cual las variantes a considerar son inmensas, en el caso de la ansiedad, esta incluye un grupo amplio sobre comorbilidad, lo que genera por lo tanto una tarea difícil el poder realizar las clasificaciones correspondientes.

Al tener este tipo de información y conocimiento el ser humano suele darle sentido y tomar decisiones, donde las respuestas no pueden ser sólo cierto o falso. Por lo cual nos obliga a colocar a Antonio dentro de algún grupo: es o no gordo y en qué grado cumple con este atributo.

Ahora bien, un conjunto difuso es un conjunto sin una delimitación rígida en sus intervalos de operación, esto es una transición gradual que va desde pertenecer

a un conjunto a no pertenecer a un conjunto, esta transición de tipo suave es caracterizada por las funciones de membresía o pertenencia, que representan en su conjunto grados de pertenencia y las cuales dan flexibilidad a los conjuntos difusos.

La propiedad difusa no viene de la aleatoriedad de los miembros constituyentes de los conjuntos, esta se determina por la naturaleza imprecisa e incierta de pensamientos y conceptos abstractos²²⁶, cuya formulación lingüística o definición no ayuda a acotarlos o delimitarlos, y en algunos casos estos pueden ser de carácter contextual, lo que dificulta aún más hacerlos precisos. A las variables que toman como posibles valores palabras del lenguaje natural se les denomina variable lingüística²²⁷, para definir éstas se deben definir los siguientes atributos:

- Se compone del nombre de la variable lingüística: nombre que describa la variable.
- Valores lingüísticos: posibles valores que puede tomar la variable.
- Universo de discurso: describe los posibles valores que puede tomar la variable
- Función semántica: es la función que asigna significado a los posibles valores.

Para poder para poder implementar a la lógica *fuzzy* se necesita un modelo formal, el modelo base para poder dar aplicación a los conjuntos difusos fue ideado por Lofti Zadeh en 1965²²⁸, pero solo hasta fechas recientes se ha empezado a tomar en consideración en dominios ajenos a la ingeniería, lo cual ha llevado a la creación de otros modelos en los cuales subyacen los mismos principios para poder implementar esta lógica en otras áreas. El modelo ideado por Zadeh (aún vigente)

²²⁶ García Infante, Juan Carlos et al., *Sistemas con lógica difusa*, México, Instituto Politécnico Nacional, 2009, p. 24.

²²⁷ García Serrano, Alberto, *Inteligencia artificial, fundamentos, práctica y aplicaciones*, México, Alfaomega, 2013, p. 184.

²²⁸ Para una introducción más amplia en los planteamientos de Zadeh véase Zadeh, Lofti A., "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8, Berkeley, Department of Electrical Engineering and Electronics Research Laboratory, University of California 1965, pp. 338-353.

mantiene que el significado en el lenguaje natural es una materia por grados y se puede escalar.

4.2.1.2 Función de pertenencia

Se ha mencionado anteriormente el término función, esto es buscamos establecer la forma en la cual se relaciona o interactúa en nuestro sistema la conducta con la norma, esta *función de pertenencia* no sólo permite determinar si alguno de estos elementos es o no parte del sistema, además se encarga de asignar un grado, esta graduación permite que el mismo pueda realizar una elección y decida respecto a los elementos que van ingresando.

Debemos tener en cuenta que nuestra función de pertenencia trabaja con predicados complejos, éstos están conformados por otros elementos que los utilizan para poder distinguirse de otros, por ejemplo, el término mamífero, el cual está integrado por aquellos seres que poseen pelo, producen leche, son vertebrados y sus crías nacen vivas. Esto permite encontrar un criterio que determine que se está dentro de la clase mamífero, siendo el más adecuado que amamante a sus crías totalmente formadas y no por ejemplo que sean vertebrados²²⁹.

Otro tipo serían los predicados atómicos, éstos no pueden ser analizados en términos de otros predicados, lo que se suele hacer es escalarlos, un ejemplo sencillo sería el de un color, el verde, sabemos que es verde porque tenemos ejemplos e inclusive nos remitimos al objeto que tiene dicha característica: *verde pasto*, *verde botella*, pero no decimos *el verde se compone de*, inclusive si dijéramos que el verde se compone de amarillo y azul, no podríamos dar cuenta del color. En este caso lo que hacemos es generar una graduación de *lo que es y no es verde*, para este particular fijaríamos tonalidades de verde.

²²⁹ Investigaciones demuestran que inclusive los delfines tiene los genes para poder tener pelo, pero por su propia adaptación como mamíferos ciento por ciento acuáticos no lo expresan, por ello consideramos que ésta es la característica distintiva y no su contraparte del ejemplo el ser vertebrados, ya que muchos animales como los reptiles también cuentan con un sistema de vertebras, por ejemplo, véase Nery, F. et al., *How to Make a Dolphin: Molecular Signature of Positive Selection in Cetacean Genome*, PLOS One, disponible en https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3686761/?fbclid=IwAR1jP6byKb_Opdw5DPFoHxPU4jbuqPX1abU8nsnQ8JGeyWg-P1xBgU8tLkM, fecha de consulta: 11/02/2019.

Lo anterior puede ser aterrizado en el campo del derecho tomando como consideración las proposiciones normativas, que a su vez comprenden predicados complejos, utilizaremos el caso del tipo penal de Homicidio, establecido en el Código Penal Federal²³⁰, podemos a través de su lectura y análisis, obtener los elementos constitutivos del tipo penal, ordenarlos y atribuirles un valor. Para ello utilizaremos letras esquemáticas, y asignaremos a estas letras un valor numérico si dicho componente se encuentra presente o ausente. Dichos valores y letras se agrupan en la siguiente tabla:

Formalización del delito de homicidio			
Tabla 4.5			
Componentes	Letras esquemáticas	Valor E	Valor -E
Persona	<i>PRS</i>	0.9	0.2
Cosa**	<i>C</i>	0.1	0
Hombre	<i>H</i>	0.6	1
Mujer	<i>M</i>	0.7	0.3
Premeditación	<i>Pm</i>	0.2	0
Alevosía	<i>Al</i>	0.2	0
Ventaja	<i>Vt</i>	0.2	0
Traición	<i>Tr</i>	0.2	0
Riña	<i>Rñ</i>	0.5	0
Duelo	<i>DI</i>	0.6	0.4
Parentesco sanguíneo	<i>Ps</i>	0.3	0
Parentesco civil	<i>Pc</i>	0.3	0
Razones de género	<i>Rg</i>	2	1
Muerte	<i>MT</i>	1	0

²³⁰ Retomamos el delito de Homicidio (*Hm*) dada su particularidad y acotamiento, la precisión en la descripción del tipo penal toma importancia al momento de realizar el análisis y atomización, no buscamos que sea un estudio dogmático del mismo, y tampoco exhaustivo, ya que estamos dejando fuera de este análisis homicidios tan particulares como lo serían el de una persona con discapacidad intelectual o el de un menor de edad, no por falta de relevancia, solamente por que exceden los propósitos de este trabajo.

* Los valores han sido asignados de forma aleatoria, salvo por el valor de *MT* ya que sin este determinado claramente podrían generarse conflictos, al dejar el valor de *-MT en 0* es para hacer énfasis en que se está vivo o muerto, bien puede modificarse ese valor y de esa forma graduar e incluir las lesiones (escalarlas) y poder realizar el mismo procedimiento.

** Se utiliza *C* para aglutinar a otros seres vivos (plantas, animales) no se realizan ejemplos con *C* ya que el punto es probar los diversos casos de *Hm* en personas humanas, si nos refiriésemos a personas no humanas (animales a los cuales se les otorga personalidad jurídica) el valor debería ser equiparable al que se otorga cuando se trata de una persona humana, nuestra legislación no prevé en particular el último caso, nosotros decidimos hacer mención en razón de que es un tópico que cada vez permea más en diversos sistemas jurídicos, algunos países en los cuales se han entablado juicios en los que se reconoce la cualidad de persona no humana son: Argentina, Estados Unidos de Norteamérica e India.

Una vez realizado esto, comenzaremos a analizar los diversos tipos penales elegidos, ya que no son todos los que contiene el Código Penal Federal, además, incluiremos una función para dar cuenta de la forma en la cual están relacionándose dichos elementos. Por lo cual obtendremos los siguientes valores y funciones.

Tipos penales del delito de homicidio	
Tabla 4.6	
Tipo Penal	Descripción y f
HSI	<p>Homicidio simple intencional: Comete el delito de homicidio: el que priva de la vida a otro</p> $HSI = f(PRS, MT) = (PRS)(MT) *$ $HSI = (0.9)(1) = 0.9$ $\neg HSI = (0.2)(1) = 0.2$ $\neg HSI = (0)(1) = 0$ <p>El valor numérico debe ser 0.9, esto fija la pauta para establecer un primer marcador para determinar cuando la conducta humana puede clasificarse como Homicidio.</p>
HC	<p>Homicidio calificado: Cuando se comete con premeditación, con ventaja, con alevosía o a traición</p> $HC = f(PRS, Pm, Al, Vt, Tr, MT) = (PRS + Pm + Al + Vt + Tr)(MT)$ $HC = (0.9 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.2)(1) = 1.7$ $\neg HC = (0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.2)(0) = 0$ $\neg HC = (0.9 + 0 + 0 + 0 + 0)(1) = 0.9 = HSI$ $\neg HC = (0.9 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.2)(0) = 0$ <p>De la misma forma, al realizar la sustitución obtenemos como valor numérico 1.7, este debe ser tomado como Homicidio Calificado, una particularidad del tipo penal es que pareciera ser una conjunción como lo hemos plasmado en la primer formula, pero esto no es así ya que el propio tipo penal establece una disyunción en su parte final, esto es muy interesante pues da pie a un número muy amplio de combinaciones, aunque hemos planteado el caso en el</p>

* Como podemos observar al realizar la sustitución por los valores obtenemos que se comete homicidio simple cuando el valor es 0.9; si hay persona pero no hay muerte no se configura el delito, quizá podrían ser lesiones; lo mismo sucede si no hay persona pero si muerte, este supuesto podría ser que lo que murió sea una mascota, en cuyo caso nos llevaría a un daño en propiedad o dependiendo de la forma en la cual murió el animal un delito. Lo mismo sucede en los siguientes casos, una vez que hemos determinado cual es el valor para la tipificación los demás valores que resulten no serán más que derivaciones o negaciones del tipo por ejemplo homicidio calificado cuyo valor es 1.7, si tenemos otros valores como 0.34 nos hablaría quizá de lesiones o 0.8 nos hablaría de daño en propiedad ajena o un delito de maltrato o crueldad contra animales no humanos.

cual cuando se presentan todas las agravantes para ilustrar el valor máximo que podría alcanzar.

HRñ Homicidio en riña: contienda de obra.

$$\begin{aligned}
 HRñ &= f(PRS, Rñ, MT) = (PRS + Rñ)(MT) \\
 HRñ &= (0.9 + 0.5)(1) = 1.4 \\
 \neg HRñ &= (0.9 + 0)(1) = 0.9 = HSI \\
 \neg HRñ &= (0.2 + 0.5)(1) = 0.5 \\
 \neg HRñ &= (0.2 + 0)(0) = 0 \\
 \neg HRñ &= (0.2 + 0)(1) = 0.2
 \end{aligned}$$

Para la existencia de Homicidio en riña, es necesario que nuestro valor alcanzado sea 1.4.

HD Homicidio en duelo: cuando tanto el agresor como el ofendido pactan la pelea y llevan armas similares**.

$$\begin{aligned}
 HD &= f(PRS, DI, MT) = (PRS + DI)(MT) \\
 HD &= (0.9 + 0.6)(1) = 1.5 \\
 \neg HD &= (0.9 + 0.4)(1) = 1.3 \\
 \neg HD &= (0.2 + 0.6)(1) = 0.8 \\
 \neg HD &= (0.2 + 0.4)(1) = 0.6 \\
 \neg HD &= (0.9 + 0.6)(0) = 0 \\
 \neg HD &= (0.2 + 0.6)(0) = 0
 \end{aligned}$$

El valor necesario para poder considerar que un Homicidio ha sido en duelo es 1.5.

HRRP Homicidio en razón del parentesco o relación: al que prive de la vida a su ascendiente o descendente consanguíneo en línea recta, hermano, cónyuge, convivente, compañera o compañero civil, concubina o concubinario, adoptante o adoptado con conocimiento de esa relación.

$$\begin{aligned}
 HRRP &= f(PRS, Ps, Pc, MT) = (PRS + (Ps + Pc))(MT) \\
 HRRP &= (0.9 + (0.7 + 0.7))(1) = 2.3 \\
 HRRP &= (0.9 + (0.7 + 0.3))(1) = 1.9 \\
 HRRP &= (0.9 + (0.2 + 0.7))(1) = 1.8 \\
 \neg HRRP &= (0.9 + (0.2 + 0.3))(1) = 1.4 \\
 \neg HRRP &= (0.9 + (0.2 + 0.3))(0) = 0 \\
 \neg HRRP &= (0.2 + (0.2 + 0.3))(0) = 0 \\
 \neg HRRP &= (0.2 + (0.2 + 0.3))(1) = 0.7
 \end{aligned}$$

El Homicidio en razón del parentesco o relación es un tipo penal complejo, ya que una misma persona puede tener ambas cualidades, para esta fórmula estamos omitiendo el género de la persona y damos por sentado que se conoce la relación de parentesco para evitar complejizar aún más la comprensión del mismo, esto no implica que no pueda ser incluido un mecanismo para discriminar dicha situación y darle un tratamiento diverso

** Para definir duelo utilizamos la siguiente Tesis Aislada; II.1o.P.69 P, Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Novena Época, tomo X, agosto de 1999, p. 761.

inclusive para determinar posibles agravantes, el valor necesario para ser identificado como este delito es 2.3.

F Femicidio***

$$F = f(PRS, H, M, Rg, MT) = ((PRS * H) + (PRS * M)(Rg))(MT)$$

$$F = \{[(0.9 * 1) + (0.9 * 0.7)](2)\} + 1 = 3.43$$

$$\neg F = \{[(0.9 * 0.6) + (0.9 * 0.3)](1)\} + 1 = 1.81$$

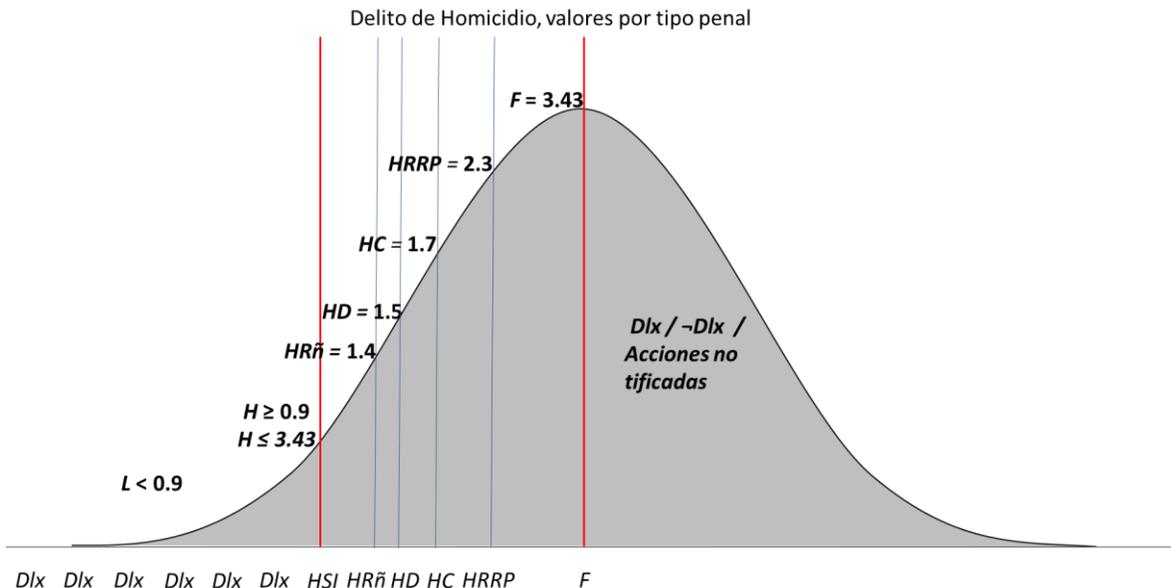
$$\neg F = \{[(0.9 * 1) + (0.9 * 0.7)](1)\} + 1 = 2.53$$

$$\neg F = \{[(0.9 * 1) + (0.9 * 0.7)](2)\} + 0 = 3.06$$

$$\neg F = \{[(0.2 * 0.6) + (0.2 * 0.3)](1)\} + 1 = 1.18$$

El delito de Femicidio ha sido atomizado para no hacerlo demasiado extenso y complejo, por ello Razones de género no se desglosa una por una, como podemos observar el valor para considerar que el tipo penal se ha materializado es 3.43.

Para terminar de redondear la idea sobre función de pertenencia utilizemos el siguiente gráfico de los datos antes mostrados. Las líneas gruesas delimitan todo aquello que podría ser considerado Homicidio en sus múltiples variedades, mientras que aquello que está fuera de ellas puede o no ser un delito²³¹.



*** Se plantea en la fórmula la existencia de dos personas para mostrar el contraste al momento de decidir si hay H v M , esto podría sustituirse por la siguiente $F = [(PRS * M)(Rg)](MT)$ si quitamos de la ecuación original H , estaríamos restando complejidad, ahora bien otra situación que se puede presentar es que sea un Homicidio de más de una persona, lo que se podría hacer es separar por casos particulares $F = \{[(0.9 * 0.6) + (0.9 * 0.7)](2)\} + 1 = 3.34$ este valor indicaría a nuestro sistema que se tratan de dos homicidios y que uno de ellos es un F , y el otro puede ser algún otro tipo de Hm .

²³¹ En el gráfico usamos Dlx que debe entenderse como Delito x .

La gráfica nos permite mostrar que aquellos datos que se encuentran detrás de 0.9 no son considerados como homicidio en su totalidad, y pueden ser una multiplicidad de delitos (desde lesiones hasta maltrato animal)²³² o no serlo, pero existen casos, por ejemplo, $\neg HRñ$ cuyo valor es 0.9, y al revisar la fórmula podemos ver que $\neg Rñ$ pero si M , esto sería equiparable a HSI , pero el valor varía; es en estos casos en los cuales el sistema puede discriminar a partir de valores próximos e inclusive se pueden establecer de antemano estos valores que no rebasan el valor estándar pero sin duda cumplen con el tipo penal.

Podemos distinguir la función de pertenencia de términos que podrían ser considerados sus símiles, como lo son las reglas secundarias²³³ o la norma fundamental²³⁴ jurídicamente hablando, ya que el primer término permite el reconocer si una norma pertenece o no al sistema, mientras el segundo permite inferir lógicamente si la norma o no fue creada acorde al propio sistema y si esta no contraviene a la norma fundante del sistema normativo vigente, entendida ésta como la Constitución, pues ambas buscan vincular la norma con un sistema.

La función de pertenencia en nuestro sistema realiza la tarea relacionar y adecuar una conducta ya formalizada a los diversos supuestos normativos dentro de un grupo de matices, por tanto, no hablamos de una creación normativa de primera mano, nos referimos a la capacidad para que el sistema sea capaz de procesar parte de esa realidad, llevarla al campo jurídico y que de forma oportuna se adapte a las complejidades del entorno cuando este es ambiguo. Decimos que no hay creación normativa en razón de que partimos del supuesto de que la norma

²³² Esto si ampliamos el rango de acción a las siguientes leyes: Código Penal para el Distrito Federal, Ley de Protección a los animales del Distrito Federal o Ley Federal de Sanidad Animal.

²³³ En este caso Hart nos habla de las reglas secundarias, divididas de la siguiente forma: reglas de reconocimiento, reglas de cambio, reglas potestativas (públicas o privadas) y reglas de autoridad, adjudicación y procedimiento, de las cuales la más cercana a nuestro concepto de función de pertenencia serían las reglas de adjudicación, Hart, H. L. A., *El Concepto de Derecho*, 2ª ed., Carrió, Genaro R. (trad.), Buenos Aires, Abeledo-Perrot, 1992, pp.120-123.

²³⁴ Kelsen nos explicita: Un orden es un sistema de normas cuya unidad ha sido constituida en cuanto todas tienen el mismo fundamente de validez; y el fundamento de validez de un orden normativo es una norma fundante de la cual deriva la validez de todas las normas pertenecientes al orden, Kelsen, Hans, *op. cit.*, nota 176, pp. 44-45.

ya pertenece al sistema normativo y a lo que se limita nuestro sistema en esta fase es tomar decisiones y ser apoyo a otro tipo de agentes.

Lo anterior no excluye la posibilidad de que se genere un modelo de función de pertenencia para la validación de la inclusión de nuevas normas a un sistema jurídico determinado, pero en este caso la creación de criterios correspondería más a un trabajo legislativo claro y objetivo que permitirá determinar la función de pertenencia general y función de pertenencia específica

4.3 Sistemas difusos

Ahora bien, como se ha mencionado la lógica difusa requiere de un tratamiento especial en cuanto a teoría de conjuntos refiere, si bien parte de ésta, difiere en que brinda una flexibilidad mucho mayor al momento de tomar decisiones, esto hace mucho más versátil al sistema que proponemos, permitiéndole ajustarse (dentro de un conjunto de parámetros) al entorno, siendo capaz de realizar distinciones donde la lógica formal tradicional vería únicamente 1 y 0, sí o no.

Para demostrar esto es necesario fijar como funciona un conjunto binario propio de los sistemas expertos tradicionales. Utilizaremos un ejemplo del campo de la medicina, en particular, lo relacionado con la toma de temperatura, en el cual se determina que una persona tiene una temperatura alta cuando rebasa x cifra, hasta aquí todo bien, pero el problema viene cuando esta activación es mínima y podría estar dando información equivocada, lo cual generaría de origen que nuestro proceso inicial se encuentre viciado.

Por ejemplo, en materia fiscal, si bien es cierto que de origen podría determinarse si la persona pago o no impuestos, la parte complementaria a este proceso es el determinar si la conducta es una infracción o sería un caso de defraudación fiscal²³⁵, para determinar esto, debemos revisar a que se refieren ambas y cuál es el punto de inflexión entre una y otra situación.

²³⁵ La inclusión de determinados enunciados normativos puede generar que otros enunciados normativos adquieran una cualidad de ser *fuzzy*, a pesar de contar con definiciones claras estas pueden llegar a ser escalables, para revisar el resto de disposiciones legales sobre estos los artículos relacionados en materia fiscal véase, Cámara de Diputados, Código Fiscal de la Federación.

El Código Fiscal de la Federación²³⁶, establece lo siguiente en su artículo 81, fracción tercera:

Son infracciones relacionadas con la obligación de pago de las contribuciones, así como de presentación de declaraciones, solicitudes, avisos, informaciones o expedir constancias:

III. No pagar las contribuciones dentro del plazo que establecen las disposiciones fiscales, cuando se trate de contribuciones que no sean determinables por los contribuyentes, salvo cuando el pago se efectúe espontáneamente.

IV. No efectuar en los términos de las disposiciones fiscales los pagos provisionales de una contribución.

Esta parte parecería ser clara y determinar ante qué situaciones la sanción correspondiente sería la aplicación de una infracción, y por ende el pago de una multa además de las contribuciones, pero ¿qué motivó al contribuyente a no pagar?, previendo que la motivación de éste fuese la de defraudar, estaríamos ante un delito, como refiere el artículo 108 del Código Fiscal de la Federación:

Comete el delito de defraudación fiscal quien, con uso de engaños o aprovechamiento de errores, omita total o parcialmente el pago de alguna contribución u obtenga un beneficio indebido con perjuicio del fisco federal.

Al parecer son claros ambos preceptos legales, pero no es así, ya que prevén la existencia de la tentativa, la cual también es punible como establece el siguiente artículo del Código Fiscal de la Federación en numeral 98:

La tentativa de los delitos previstos en este Código es punible, cuando la resolución de cometer un hecho delictivo se traduce en un principio de su ejecución o en la realización total de los actos que debieran producirlo, si la

²³⁶ Cámara de Diputados, Código Fiscal de la Federación, disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cff.htm>, fecha de consulta: 11/01/19

interrupción de estos o la no producción del resultado se debe a causas ajenas a la voluntad del agente.

Entonces nos vemos impelidos a establecer que si nuestro sistema pretende trabajar con estos términos debe ser capaz de escalarlos y ajustarse a las necesidades.

Por lo que tendríamos las siguientes funciones para infracción y para el delito de defraudación fiscal:

$$f(x) \begin{cases} 1 = \text{No paga} \\ 0 = \text{Si paga} \end{cases}$$

$$f(x) = \begin{cases} 1 = \text{no paga, existe dolo o aprovechamiento de un error} \\ 0 = \text{si paga} \end{cases}$$

La primera parte que es totalmente binaria, solo se plantean las opciones pagar o no pagar y si median el dolo o el error, en cuyo caso la consecuencia sería una infracción o ser sancionado por un delito, podemos también tratarlo desde el siguiente punto de vista si pretendemos incluir a la tentativa como ese elemento que permite se gradúen las diversas situaciones

$$f(x) \begin{cases} 1 \leq & \text{no pago en cierto grado} \\ 0 \geq & \text{si pago en cierto grado} \end{cases}$$

Entonces si no es totalmente un infractor o totalmente un delincuente, ¿en qué grado se estaría?, ¿qué calificación amerita la persona?, ¿qué sanción se debe aplicar?, por ende, los sistemas que sean catalogados de difusos deben poder afrontar esta problemática de la incertidumbre y lo escalable en sus conceptos.

4.4 Lógica fuzzy, redes neuronales artificiales y derecho

Para que los problemas o tareas puedan ser tratados mediante la informática convencional, es necesario que previamente hayan sido analizados y descritos en términos de un procedimiento secuencial, sistemático y exhaustivo, capaz de ofrecer automáticamente la respuesta correcta a partir de los datos de entrada, si buscamos aglutinar las tres vertientes en una sola es preciso que nuestro sistema se integre de la siguiente forma:

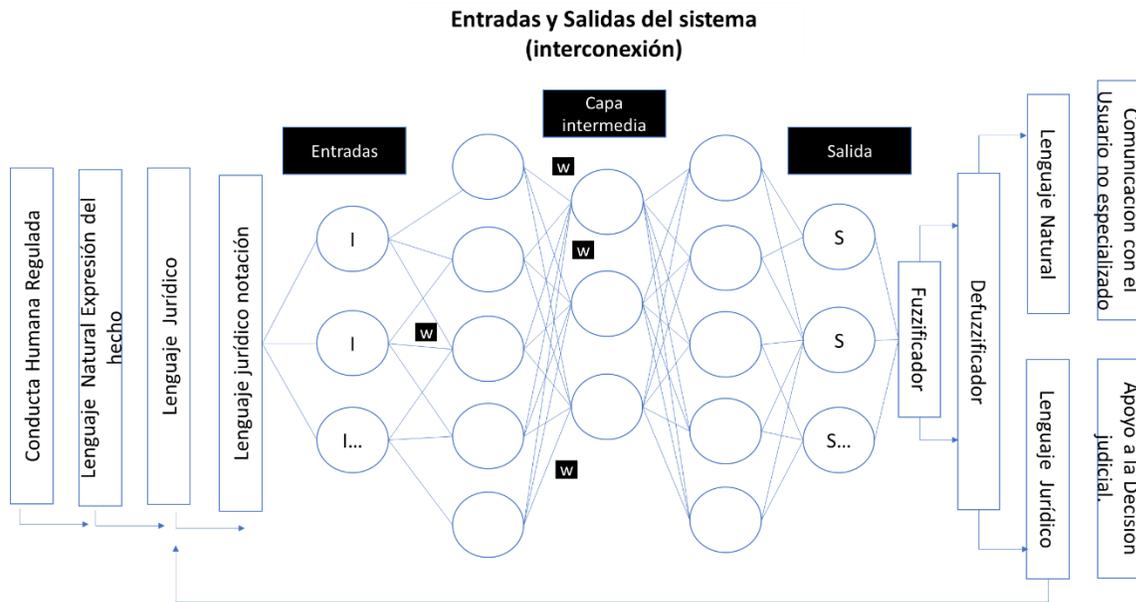
Requerimos que el sistema se haga con datos, en este caso se obtienen no sólo por el dato si no aludimos a los previos, tales como la toma en consideración de todos los agentes jurídicos, así como los productos propios de la creación judicial como lo sería la estadística judicial o la jurisprudencia que se encargarían de dotar al sistema del conocimiento requerido para poder ayudar a dar una clasificación

Establecer tanto la notación como los valores que se otorgaran a cada expresión lingüística, esto es necesario para poder convertir nuestro lenguaje natural-jurídico en lenguaje que pueda entender el agente no humano, de igual forma es importante establecer los pesos que se incluirán en de la red neuronal.

Se buscaría emplear una red neuronal multicapa, permitiendo no sólo la entrada de diversos flujos de información, sino también calibrar en este momento los pesos que hayamos creado con anterioridad, de esta manera deberían poder actualizarse para posteriormente poder permitirle a la propia red que los evalúe, este proceso fundamental para proveer al sistema de la capacidad de aprendizaje.

Es necesario que exista una salida u *output*, ésta se presenta de forma *fuzzificada* por lo cual es necesario que el valor sea primeramente colocado en la función de pertenencia y posteriormente en el *defuzzificador*. Este paso también implica que el producto de la *defuzzificación* sea no numérico, por lo cual se debe expresar a través de lenguaje natural y un lenguaje jurídico, de esta forma se estaría brindando apoyo a la decisión judicial y se podría comunicar al agente no jurista sobre el resultado del proceso llevado a cabo por el agente-máquina.

De igual forma que en el caso de la función de pertenencia un diagrama nos facilitara la comprensión de lo antes expuesto.



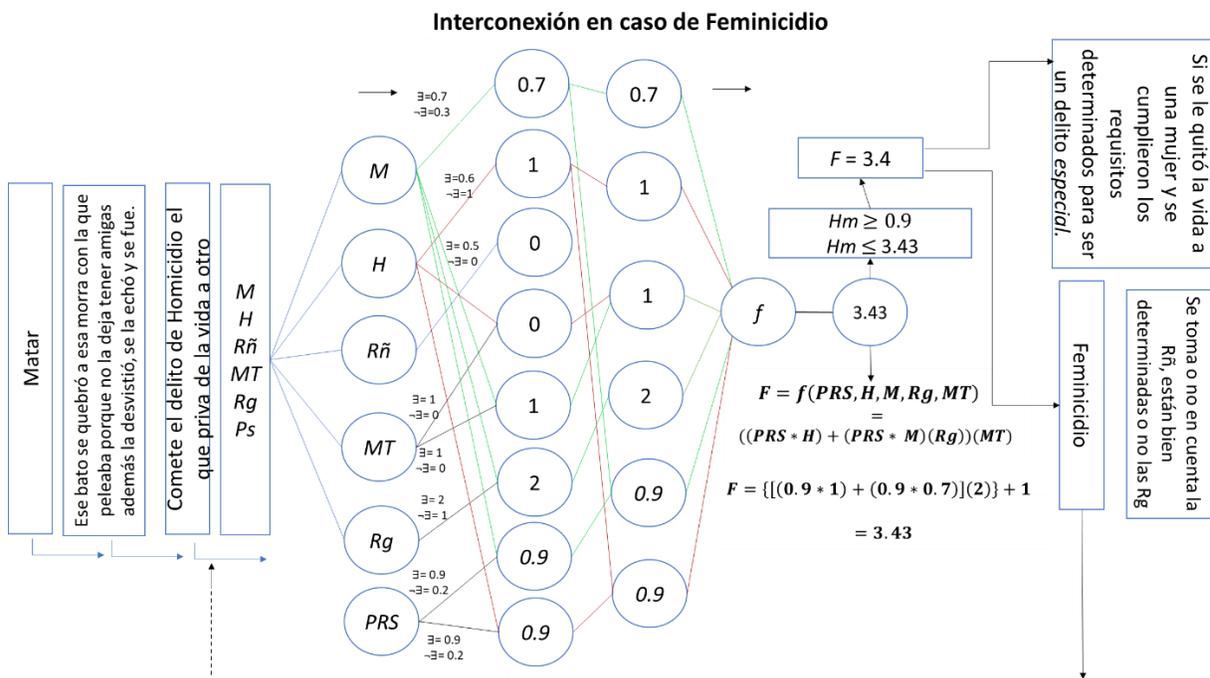
Como podemos ver en el diagrama anterior, del lado izquierdo tenemos todas nuestras entradas y éstas van refinándose hasta llegar a un lenguaje jurídico con el cual nuestro sistema podría trabajar, en este caso se utilizan letras que posteriormente pasan a adquirir un peso (w), los pesos son los encargados de determinar qué pasa con nuestras entradas hasta llegar a la capa intermedia.

En esta capa es donde nuestros valores son combinados entre sí a través de los mismos pesos y posteriormente mediante una o varias ecuaciones dentro de los diversos nodos, en los cuales se realizan las operaciones y funciones específicas determinando así los valores que tomarán a lo largo del proceso, esto puede realizarse a través de una o varias capas dependiendo del número de conexiones y operaciones a realizar.

Después del procesamiento anterior, existe un nodo final, el cual arroja un valor, este paso es importante ya que permite establecer la función de pertenencia, esto es ajustar el valor, producto de las operaciones, al valor establecido con anterioridad que determina si es o no parte del sistema y en qué grado. Generando así una interpretación de dicha borrosidad. Este valor no nos dice nada, para poder comunicarnos algo éste se debe transformar en un lenguaje que sea entendible tanto para agentes jurídicos y usuarios no especializados. de esta manera poder informar a los agentes y usuarios correspondientes.

Es necesario tener en mente que esta fase debe contar tanto con un lenguaje jurídico, un lenguaje natural y la formalización de la decisión, todos estos lenguajes son distintos entre sí, ya que el resultado debe poder integrarse nuevamente al sistema (retroalimentación negativa) para permitirle adquirir datos que le sirvan para realizar nuevas operaciones en un futuro.

El diagrama anterior se puede aplicar a nuestros ejemplos²³⁷, lo retomaremos y utilizaremos un hipotético caso de feminicidio para poder mostrar el proceso que seguiría la toma de decisiones:



Como podemos ver, nuestras entradas son los hechos, lo que una persona sin instrucción jurídica podría narrar, el lenguaje propiamente jurídico y finalmente la notación que hemos creado, ésta a su vez se vuelven entradas (*inputs*) los cuales establecen que si existe alguna de las condiciones que establece el tipo penal se *activa* y por ende el valor asignado pasa al siguiente nodo, y de esta forma con el

²³⁷ De hecho si analizamos a detalle nuestro ejemplo, pueden presentarse varios resultados simultáneamente, primeramente el cálculo para $Hm = HSI$ (mujer), $Rñ$ (mujer) y F (mujer), y determinar que el hombre no murió ($\neg Hm$), los cuales podrían ser jerarquizados y presentados todos al agente humano quien tendría la labor de utilizar alguno, en este caso estamos partiendo de que dadas las situaciones del brevísimo ejemplo el feminicidio es el que se configura y por ende, no habría cabida a otra interpretación, en el caso se utilizan términos estereotipados que pueden o no apegarse a la realidad del habla de los sujetos actores.

resto de elementos del tipo penal, ya en nuestra capa intermedia observamos que estos valores se simplifican, y dependiendo de los pesos algunos no son utilizados en el siguiente nodo, esta fase está determinada por los pesos y las funciones que establezcamos para cada nodo.

En el nodo final, se debe aplicar propiamente la función más adecuada tomando en consideración cada uno de los elementos de entrada, en este caso podemos ver que las entradas se encaminan hacia el tipo penal de feminicidio (F), ya definido con anterioridad.

Una vez que realiza la función que se ha establecido en el último nodo, ésta arroja un valor (*output*) el cual por sí sólo no indica nada a los agentes humanos, para ello requiere la función de pertenencia, primero para el delito de homicidio y posteriormente la especializada para el que presumimos es el delito que se cometió, feminicidio, la cual de forma primaria es $Hm \geq 0.9$ pero $Hm \leq 3.43$.

El valor obtenido de 3.43, primero, nos confirmaría que se ha cometido un homicidio, pues el valor está por encima de 0.9, o sea dentro del rango, y segundo ya que conocemos el valor que se debe alcanzar para afirmar F ($F=3.43$), fue el producto de la última función realizada, por lo cual decimos que no solo se cometió homicidio, sino una de sus variantes, el feminicidio, el cual a su vez debe ser presentado en un lenguaje jurídico y un lenguaje natural.

Ha de quedar claro, que este ejemplo no es exhaustivo en su totalidad, ya que podrían presentarse desglosadas las Rg pudiendo llevar a $F \leq 3.43$, y a su vez las razones que pudiesen diferir de Rg que llevaron al sujeto activo a cometer el delito formándose así un catálogo que enriquecería al sistema, modificaría el valor numérico y brindaría nuevos elementos al lenguaje natural y su vinculación con el jurídico para poder presentar una respuesta mucho más rica.

Citando a Ignacio Olmeda: la creación de sistemas híbridos no puede ser vista como un mero capricho por construir sistemas más complejos, sino como el

reflejo de la necesidad de construir sistemas más inteligentes²³⁸, esto es evidente, no podemos esperar que el pensamiento del siglo XVI resuelva los conflictos del siglo XXI, las interacciones sociales cada vez más complejas y la producción normativa que pareciera no tener fin, obligan a que la actividad judicial se vaya refinando más y más, a su vez estas circunstancias hacen más complejo al sistema y la toma de decisiones, por lo cual mantener esquemas tradicionales de resolución genera anquilosamiento en todo el proceso judicial.

En este universo del discurso, el conjunto del cual estamos tratando, así como el objeto al cual remitimos a dicho conjunto, no puede ser ya descrito mediante una función característica (binaria), ahora la función requerida es de compatibilidad *entre diversos contextos y elementos*. Anteriormente mencionamos a los sistemas expertos como precursores de esta visión, pero éstos tienden a ser rígidos y forzosamente requieren que la actualización la realice un tercero, una desventaja, por lo cual la labor de flexibilizar estos sistemas se vuelve un punto central.

En otros términos, el control en las primeras fases de un sistema como el que hemos planteado con los diversos ejemplos, indudablemente requiere de un cuerpo colegiado de expertos en derecho porque su experiencia y conocimiento sobre la práctica y la teoría del derecho dará el contenido al sistema, además de encargarse de las tareas de establecer y calibrar los pesos utilizados para el funcionamiento de la red, además de generar los patrones adecuados para que el *fuzzyficador* realmente este realizando la tarea de convertir los términos jurídicos que hemos considerado como ambiguos en algo escalable, y por ende, tratable por una máquina.

La labor del jurista no termina allí, es necesario que conozca y revise que la aplicación, el razonamiento que está realizando nuestro sistema se apegue en la medida de lo posible a un consenso. Decimos esto en razón de que aún siguiendo la misma norma se pueden llegar a diversos caminos, esto plantea un problema, la capacidad de crear consenso, una forma de solventar dicho problema es a través

²³⁸ Olmeda, Ignacio y Barba-Romero, Sergio (eds.), *Redes Neuronales Artificiales: fundamentos y aplicaciones*, España, Universidad de Alcalá de Henares, 1993, p. 139.

del uso de la jurisprudencia como meta (donde esta exista), ya que éstas al dirimir diferentes posturas pueden bien dar pauta para sentar las bases de una correcta calibración.

Como podemos ver nos obliga a alejarnos del sentido más tradicional del quehacer normativo ya que:

... si nuestro ambicioso propósito es el de construir un sistema que se desenvuelva en un entorno humano, este sistema ha de ser compatible con la forma de razonar de la persona con que interactúa, ponerse en la situación de quien razona, enmarcar dicho razonamiento en un determinado universo de discurso²³⁹.

Este entorno corresponde al jurídico en tanto que aplicación y resolución de conflictos, al legislativo en cuanto a creación normativa y finalmente a la interacción con la sociedad, lo anterior no excluye, sin embargo, la inclusión de un lenguaje natural de interacción con el ciudadano.

4.5 Decisión judicial artificial, una reflexión

En lo que refiere a la toma de decisiones podemos plantearnos conforme a algunas posturas que, si bien no surgen propiamente del derecho, permiten ubicar la situación que tendrán los agentes decisorios e interpretativos respecto a la norma. La primera postura que tenemos es la relacionada a los agentes racionales, esto es que son racionales, unitarios, con intereses propios y preferencias inmutables, como se estableció en el capítulo pasado, esta postura teórica tiene sus limitantes importantes cuando se trata de humanos.

Decir que los juristas poseen una racionalidad total nos colocaría bajo el supuesto de tener un *Juez Hércules* como plantea Dworkin²⁴⁰, un juzgador con capacidad para resolver cualquier caso, esto no sería más que una *ultra introyección*

²³⁹ *Ibidem*, p. 140.

²⁴⁰ Aunque este tipo de juzgador es teórico, el usar como base un juez de este tipo fomenta toda una visión respecto al actuar del juez y el tipo de sistema normativo sobre el cual se desenvuelve su actuar en Dworkin, Ronald, *El imperio de la justicia: de la teoría general del derecho, de las decisiones e interpretaciones de los jueces y de la integridad política y legal como clase de la teoría y práctica*, Barcelona, Gedisa, 1992, p. 173.

de esta teoría en el campo del Derecho, una prolongación excesiva de las aspiraciones jurídicas.

Ahora bien, la segunda, es la postura contraria, ésta nos situaría como agentes irracionales, no egoístas, ni unitarios y cuyas preferencias están sujetas a formas sistemáticas de cambio, no se concibe bajo esta perspectiva a los juristas como un juez Hércules, capaz de resolver todos los casos que se le presenten con apego a la norma, sus resoluciones estarían mediadas por las normas, por su contexto e historia de vida.

Otra situación que debe tomarse en cuenta es la atribución de responsabilidad cuando un agente no humano tome una decisión, esta inquietud nos origina las siguientes preguntas:

1. ¿En quién recaería la revisión de esta decisión jurídica?
2. Si hay un error en la interpretación ¿quién o quiénes serían los responsables?
3. ¿Quién supervisará tanto al equipo de trabajo como al agente máquina?
4. ¿Quién introducirá los datos requeridos para la toma de decisiones?
5. ¿Con base en qué constructos haría que los usuarios del sistema tuviesen esa relación de obligatoriedad con un producto técnicamente no humano?²⁴¹

Estas preguntas nos remiten necesariamente a una justificación de estas decisiones, nuestra postura ante la relación que guarda el Derecho con términos tales como la justicia o la moral como generadores de pautas en los jueces o en la creación normativa, un claro ejemplo lo tenemos en Hart²⁴², para él son fundamentales para lograr articular el derecho, para nosotros vienen siendo una tergiversación de las necesidades básicas, el robar por ejemplo más que estar bien o mal es una acción sin más, su tipificación como delito no viene determinada por el hecho de bondad o maldad sino primariamente por su incorporación a un sistema normativo que establece una sanción a la transgresión al *otro* en comunidad.

²⁴¹ Algunas de estas interrogantes son resueltas en las conclusiones, otras se dejan para la reflexión personal del lector.

²⁴² En este trabajo el lus-filosofo señala como determinante y necesaria esta relación entre la justicia y la moral, en Hart, H. L. A., *op. cit.*, nota 233, pp. 193-195.

Por lo cual sería aplicable la máxima de *no hagas a otro lo que no quieres que te hagan a ti*, también conocida como *Regla de oro de la ética*, llevada al sistema jurídico a través de la creación de tipos penales, aun así, hay personas que transgreden este principio propio de la auto conservación, reforzado precisamente por este desenvolvimiento social más que por la moral o un afán de justicia en el sentido tradicional, *Iustitia est constans et perpetua voluntas suum qui cue tribuere*²⁴³. Lo que nos lleva precisamente en este apartado a tocar de forma breve el tema de la obediencia a una decisión tomada por un agente no humano.

Esto podemos abordarlo de la siguiente forma, no siendo la única, puesto que, la norma como tal, creada por el legislador humano estaría basada en un consenso, para nosotros, en la reflexión sobre el principio de autoconservación, lo ligamos a: libertad, igualdad y respeto por la propiedad privada²⁴⁴ como términos fundantes de lo que se consideraría parte de la vida de un humano en sociedad, por tal motivo un sistema derivado de éstos como lo sería el de un agente no humano que tome decisiones con fundamento en estos principios fijados con anterioridad, tendría que ser igualmente considerado como obligatorio su acatamiento.

Lo acatamos porque de todo el cúmulo de conductas, éstas nos convienen para seguir existiendo. Por lo cual, a largo plazo, el comenzar a utilizar un sistema de inteligencia artificial o agente máquina que colabore en la selección y creación de normas para depurar el sistema normativo, nos llevaría a su posterior inclusión en la toma de decisiones jurídicas, las cuales tendrían que ser igualmente acatadas. Debemos recordar que los principios de eficacia y eficiencia deben ser retomados a la hora de plantearse el funcionamiento del mismo.

²⁴³ Ulpiano, citado en Ledesma Uribe, José de Jesús et al., *Derecho Romano I*, México, UNAM-Porrúa, 2015, p. 46, Enciclopedia Jurídica de la Facultad de Derecho-UNAM.

²⁴⁴ La violación de estos tres puntos suele ser el origen de muchos de los conflictos cotidianos, de forma llana podemos decir que sin libertad no hay un desarrollo de la persona, la falta de igualdad limita las opciones de desarrollo en libertad, mientras la transgresión al otro a través de la afectación de sus bienes merma la concepción personal de desarrollo, por esto es parte fundamental del derecho el poder crear entornos donde prevalezca la certeza (jurídica) del respeto y protección de estos tres términos.

Finalmente, podríamos afirmar que la presentación de errores daría paso a un perfeccionamiento paulatino del sistema, el punto es animarnos como juristas a optar por otras vías menos convencionales para analizar, sintetizar y resolver los retos que se presentan en nuestro quehacer jurídico. Debemos superar el antropocentrismo y adentrarnos a los retos y herramientas que se nos presentan en este siglo, dicho abordaje no debe dar cabida al miedo y la desconfianza, no sólo entre juristas sino también entre las diversas ramas del saber, de otra forma nos estancamos en nuestro rol de observadores, cedemos nuestra responsabilidad y libertad de participación.

Conclusiones

1. El intercambio de ideas, conceptos y teorías con otras áreas de las ciencias tanto humanas como naturales permite ampliar la perspectiva sobre las implicaciones del Derecho, esto no debe conducir sólo a la importación de términos, de hacerlo las posturas serían incompatibles. Lo que se debe abstraer es la forma, el camino que se siguió e ir adaptándolo a las necesidades propias del campo jurídico. En este caso, la armonización de conceptos se logró gracias a la cualidad del derecho de poseer formas acordes a generar una estructura que plantee la capacidad de retroalimentación y de control.
2. La Cibernética en su acepción original es una ciencia cuyos principios pueden ser aplicables a un grupo muy amplio de campos del saber humano en donde sea requerido el control de procesos, mantener la estabilidad y coherencia en un sistema, por ello la Cibernética puede relacionarse con el Derecho ya que ambos buscan una forma de controlar y regular entornos y a los agentes dentro de estos.
3. La sociedad está basada en el lenguaje y por ello, en la comunicación, esto obliga a la creación de acuerdos, los cuales aunque tengan pretensión de permanencia, por ejemplo, las constituciones, se modifican con el transcurso del tiempo debido al constante cambio en la forma de pensar y actuar individual, social y lo impredecible de la conducta humana, en parte dependiente de la historia de vida de los sujetos o del grupo, por lo tanto, hoy día las posturas de corte contractualista no son capaces de ajustarse al dinamismo de la comunicación y han comenzado a caer en desuso, puesto que tratan de cimentarse en la certeza como ficción, dando paso a la siguiente cuestión ¿es posible que las generaciones presentes condicionen la dinámica de las generaciones futuras?
4. El Derecho al ser analizado presenta características que lo hacen un sistema abierto dado que sus elementos no sólo interactúan entre sí y se dan soporte

entre ellos, ya que al relacionarse con otros sistemas tiende a verse influido, inclusive llegando a interconectarse y posteriormente, al crear alguna norma que tenga que ver con ese sistema pasa a regularlo y por ende a modificarlo. Esto es un proceso bidireccional por lo cual también es un sistema dinámico. La definición de Derecho, así como su conceptualización sigue siendo un tema que genera discusión y una prolífica literatura, las definiciones y conceptualizaciones suelen estar ancladas a los fines de cada trabajo y por ende, la unificación no es una tarea sencilla.

5. El Derecho puede ser tratado como un sistema y utilizar una notación lógica para poder expresar sus elementos básicos y posteriormente construir algo más complejo, como se mostró. El trabajo alcanzado por la lógica deóntica y las lógicas no clásicas puede ampliarse para abarcar y dar tratamiento a situaciones jurídicas que parecieran caer en decisiones binarias siendo reenfocadas en un sistema en el cual es posible escalar términos vagos y decidir dentro de un grado determinado, de esta forma se estaría cumpliendo con la propia ley.
6. El concepto *Fuzzy* toma especial interés en el campo del Derecho, cuando asumimos que nuestro lenguaje tiende a ser impreciso y aunque generemos un lenguaje específico como lo es el jurídico, éste sigue presentando vaguedades, abordarlo a través de una forma que permite tomar decisiones a pesar de esta vaguedad, es fundamental para plantearnos sistemas de agentes no humanos que puedan apoyar en la resolución de casos y no sólo a la entrada y administración de información.
7. El uso de Inteligencia Artificial en sus diversas variantes implica un salto cualitativo en la forma como se concibe el razonamiento humano y en particular el razonamiento jurídico. Realizar esta tarea fomenta la creatividad del jurista y su metacognición al volver explícitos procesos que suele realizar en automático, al generar jerarquías y trabajar con conceptos no jurídicos, además de vislumbrar sus implicaciones en el sistema.

8. Ampliándose dicha inteligencia al apoyo que podría brindar a la toma de decisiones, traería aparejadas como consecuencias en el proceso de resolución de controversias, un aumento a la velocidad de procesamiento y la disminución de la carga de trabajo, la posibilidad de valoraciones objetivas eliminando el valor subjetivo que suele permear al momento de tomar una decisión por el contexto y una mayor claridad en las formas y conceptos propios del campo jurídico.
9. Considero que las redes neuronales artificiales son una buena opción para poder trabajar con sistemas complejos, ya que cuentan con la capacidad de tener múltiples entradas y adquirir información de fuentes muy variadas, de su habilidad para interconectarse entre sí y compartir información y mejorarse, por su capacidad para aprender una vez se crean y establece el contenido y se determinan los pesos o valores en cada nodo, esto las hace idóneas para una tarea tan dinámica como lo es el Derecho. En mi opinión, corresponde a los juristas involucrarse en la creación de algoritmos y mejoramiento de los métodos para adentrarlas al campo jurídico.
10. Una forma de poder generar pesos y escalas adecuadas y objetivas en el derecho sería a través de dos métodos: el primero, a través del consenso de un grupo de expertos en la materia que se encarguen de colaborar en la formalización y digitalización del conocimiento jurídico de esta forma las escalas estarían unificadas y no habría cabida a una interpretación errónea.

El segundo método, no sólo de creación, sino también de corrección, existiendo un control que recae propiamente en la capacidad del agente no humano y el grupo de expertos en derecho utilizar la jurisprudencia existente, para poder determinar y precisar aquellos conceptos que se pretendan usar, mejorar las descripciones o incluir nuevas reglas de operación. Ambos métodos implicarían un cambio radical en la forma de creación normativa.
11. Una mala definición de indicadores, implica una mala medición, una mala medición implica datos poco precisos, datos poco precisos impiden ser tomados en consideración para poder realizar mejoras al sistema, en este

caso las estadísticas proporcionadas por el Consejo de la Judicatura Federal no se encuentran actualizadas respecto del desempeño del Estado ni presentan la percepción actual del usuario sobre el servicio de impartición de justicia que brinda el Estado, lo a su vez mella la transparencia gubernamental.

12. Es necesario realizar un trabajo de estadística similar sobre los propios magistrados y jueces, su formación y percepción de su trabajo, generando recursos de autoevaluación e indicadores de desempeño para poder realizar los cambios pertinentes al sistema sobre la forma en la cual están trabajando, que áreas deben fortalecerse a través de capacitación o cursos, también permitirían el conocer las ideas y aportaciones que pudieran ser empleadas para el mejoramiento institucional.
13. Una forma objetiva de valorar la eficacia y eficiencia de un sistema sería a través de la construcción de estadística basada en instrumentos que cuenten con indicadores e índices bien definidos y correlacionados, además de presentarse de forma asequible al público en general, siendo esto una vía para la transparencia gubernamental motivo por el cual las autoridades en este afán de brindar un servicio de calidad deberían dedicar mayor atención a su autoevaluación y recopilación de datos.
14. La existencia de fuentes de información externas al Estado es una forma de ampliar los datos, verificar y comprobar el desempeño del sistema, por ejemplo, las estadísticas proporcionadas por Organismos No Gubernamentales, o el aumento o disminución de la criminalidad, o bien denuncias, además si éstas son usadas por quienes se encargan de la administración pública pueden ayudar a retroalimentar y mejorar el propio sistema.
15. El poder valorar el funcionamiento de un sistema jurídico permite plantearse un modelo, que tanto explica al sistema y si cumple las funciones para las que fue creado. De no ser el caso se vuelve obligatorio se plantee la posibilidad de cambio, el cual debe partir de las bases que sustentan al

sistema para generar nuevas estructuras que solventen las deficiencias existentes, de esta forma se plantean nuevos y mejores modelos.

16. Para poder trabajar las diversas áreas que implica un modelo de este tipo, se requiere de un grupo multidisciplinario, ya que no basta el trabajo del agente jurídico para desarrollar la multiplicidad de aspectos que comprende el derecho, además de las otras disciplinas como lo son la matemática, la lógica, la informática, etc.
17. Un equipo multidisciplinario aparte de reducir el tiempo invertido facilita la comunicación entre diversos sectores no sólo académicos sino también sociales enriqueciendo de esta forma cualquier proyecto. Se debe tomar en cuenta que además corresponde a los interesados el generar canales adecuados entre los diversos miembros para transmitir el conocimiento.
18. Finalmente, es imprescindible que los agentes jurídicos comiencen a interesarse en la tecnología no sólo como una herramienta de procesamiento más de texto o archivo, sino como un ayudante, inclusive un colega más. Esto evitando entrar en una zona de confort, sin apartar la vista de los progresos tecnológicos y técnicos, sin caer en una fe ciega, sino que alimentada por la capacidad de crítica, cualidad central en un jurista la cual no es sólo un reclamo profesional, es una demanda social.

Bibliografía y referencias

Bibliografía

- ADRIAANS, Pieter y BENTHEM, Johan van (edit.), *Philosophy of Information*, United Kingdom, North-Holland, 2008.
- ALEKSANDROV, Aleksandr Danilovich et al., *La matemática: su contenido, métodos y significado I*, Madrid, Alianza Editorial, 1985.
- ALCHOURRÓN, Carlos E. y BULYGIN, Eugenio, *Sistemas normativos: introducción a la metodología de las ciencias jurídicas*, 2ª ed., Buenos Aires, Astrea, 2013.
- ARBIB, Michael A., *Cerebros, máquinas y matemáticas*, España, Alianza Editorial 1976.
- ARNAIZ, José A., *Iniciación a la lógica simbólica*, 5ª ed., México, Trillas, 1981.
- ASBHY, William Ross, *Introducción a la Cibernética*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1977.
- AUSÍN, Txetxu, *Entre la lógica y el Derecho Paradojas y conflictos Normativos*, Madrid, Plaza y Valdés Editores, Theoria cum Praxi, Studia 1, 2005.
- AUSTIN, John, *Palabras y acciones: cómo hacer cosas con palabras*, Editorial Paidós, Buenos Aires, 1971.
- BARTHES, Roland, *Elementos de Semiología*, Méndez, Alberto (trad.), Madrid, Visor Libro, 1989. Comunicación Serie.
- BERNAL Beatriz y LEDESMA José de Jesús, *Historia del derecho romano y de los derechos neorromanistas*, 4ª ed., Editorial Porrúa, México, 1989.
- BERTALANFFY, Ludwig von, *Teoría general de los sistemas*, México, Fondo de Cultura Económica, 2009.
- BEST, B. John, *Psicología Cognoscitiva*, 5ª ed., México, Editorial Thomson, 2004.
- BOURCIER, Danièle, *Inteligencia artificial y derecho*, Barcelona, Editorial OUC, 2003.
- BOURSIN, Jean-Louis, *Las estructuras del azar*, Barcelona, Ediciones Martínez Roca, 1968.
- BRONFENBRENNER, Urie, *La Ecología del Desarrollo Humano: Experimentos en entornos naturales y diseñados*, Editorial Ediciones Paidós, España, 1987.
- BRONOWSKI, Jacob, *El ascenso del hombre*, Bogotá-México, Fondo Educativo Interamericano, 1979.

- BUSTAMANTE ARIAS, Alfonso, *Lógica y argumentación, De los argumentos inductivos a las algebras de Boole*, Colombia. Pearson-Prentice Hall. 2009.
- CÁCERES NIETO, Enrique (coord.), *Inteligencia artificial aplicada al derecho: memoria del Congreso Internacional de Culturas y Sistemas Jurídicos Comparados*. Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM, México, 2005.
- _____, *¿Que es el derecho?: lenguaje y derecho*, México, IJJ, 2016
- _____, *¿Que es el derecho? las normas jurídicas como un sistema de enunciados*, México, Cámara de Diputados LVII Legislatura-UNAM, 2000,
- _____, *Estudio para la elaboración de un manual para la calificación de hechos violatorios de los derechos humanos*, México, UNAM-CNDH, 2005
- CALSAMIGLIA, Albert, *Racionalidad y eficiencia del Derecho*. México, Fontamara, 1993.
- CARCOVA, Carlos María, *Las teorías jurídicas post positivista*, 2ª ed., Buenos Aires, Abeledo Perrot. 2009.
- CARLSON NEIL, R, *Fisiología de la Conducta*, Madrid, Editorial Pearson Educación, 2014.
- CHEN, Guanrong, y TAT PHAM, Trung, *Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems*, New York, CRC Press, 2001.
- COPI M., Irving y COHEN, Carl, *Introducción a la Lógica*, México, Editorial Limusa, 2009.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, *Manual para el diseño y la construcción de indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México*, México, CONEVAL, 2014.
- CRESPO, Antonio, *Cognición Humana, Mente, Ordenadores y Neuronas*, 2ª ed., Madrid, Editorial Universitaria Ramón Areces, 2006.
- CROSSON, Frederick J., y SAYRE, Kenneth M., *Filosofía y cibernética*, Alba, Adolfo de, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.
- DERRIDA, Jacques, "Carta a un amigo japonés", Peretti, Cristina de (trad.), *El tiempo de una tesis: Deconstrucción e implicaciones conceptuales*, Proyecto A Ediciones, Barcelona, 1997.
- DWORKIN, Ronald, *El imperio de la justicia: de la teoría general del derecho, de las decisiones e interpretaciones de los jueces y de la integridad política y legal como clase de la teoría y práctica*, Ferrari, Claudia (trad.), Barcelona, Gedisa, 1992.
- EFIMOV, A., *Historia Moderna*, México, Grijalbo, 1964.

- ESCARPIT, Robert. *Teoría general de la información y la comunicación*. 2ª ed. edición, Barcelona, Icaria, 1981.
- FERNÁNDEZ, Pablo y RUIZ, Marcos (eds.), *Cognición y Modularidad*, Barcelona, PPU, 1990
- FREGE, Gottlob, *Conceptografía: los fundamentos de la aritmética, otros estudios filosóficos*, Padilla, Hugo (trad.), México, UNAM-Instituto de Investigaciones Filosóficas, 1972
- GARCÍA INFANTE, Juan Carlos et al., *Sistemas con lógica difusa*, México, Instituto Politécnico Nacional, 2009.
- GARCÍA, Rolando Víctor, *Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Barcelona, Gedisa, 2006.
- GARCÍA SERRANO, Alberto, *Inteligencia artificial, fundamentos, práctica y aplicaciones*, México, Alfaomega, 2013.
- GRENIIEWSKI, Henryk, *Cibernética sin matemáticas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1965.
- GRÜN, Ernesto, *Una visión sistémica y cibernética del derecho en el mundo globalizado del siglo XXI*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2006.
- GUILLAUMAUD, Jacques, *Cibernética y lógica dialéctica*. Suarez, Marcial (trad.), Madrid, Artiach, 1971.
- HART, H. L. A., *El Concepto de Derecho*, 2ª ed., Carrió, Genaro R. (trad.), Buenos Aires, Abeledo-Perrot,
- _____, *Post Scríptum al concepto del derecho*, Tamayo y Salmorán, Rolando, (trad.), México, UNAM.IIJ, 2000
- HUERTA OCHOA, Carla, *Conflictos normativos*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM, 2003.
- _____, *Lógica jurídica*, México, UNAM-Porrúa, 2017.
- JRAMOI, A. V., *Introducción e Historia de la Cibernética*, Bravo, José María, (trad.), México, Grijalbo, 1968.
- JOHANSEN BERTOGLIO, Oscar, *Introducción a la teoría general de sistemas*, México, Limusa, 1994.
- JOHNSON, Steven, *Sistemas emergentes, o qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*. Ferré, María Florencia (trad.), México, Fondo de Cultura Económica, 2003.

- KELSEN, Hans, *Teoría pura del derecho*, 2ª ed., Vernego, Roberto J. (trad.), México, Instituto de investigaciones Jurídicas-UNAM, 1979.
- KOYRÉ, Alexandre, *Estudios de historia del pensamiento científico*, México, Siglo XXI, 1991.
- KUHN, Thomas S., *La estructura de las revoluciones científicas*, 3ª ed., Santos Solís, Carlos (trad.), México, Fondo de Cultura Económica, 2006.
- LASTRA LASTRA, José Manuel, "La Revolución Industrial y el Movimiento Obrero Inglés", *Alegatos*, México, UAM, 2013, núm. 40, septiembre-diciembre. disponible en <https://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/pdfs/36/40-06.pdf>, fecha de consulta: 11/02/19.
- LEDESMA URIBE, José de Jesús et al., *Derecho Romano I*, México, UNAM-Porrúa, 2015, Enciclopedia Jurídica de la Facultad de Derecho-UNAM.
- LEM, Stanislaw, *Ciberíada*, México, Alianza Editorial, 2008.
- LIVIAS, Javier, *Cibernética, estado y derecho*. México, Gernika, 1988.
- LUCCI, Stephen y KOPEC, Danny, *Artificial Intelligence in the 21st Century*, 2ª ed., Mercury Learning and Information, USA, 2016.
- LUHMANN, Niklas, *El Derecho de la Sociedad*, Torres Nafarrete, Javier (trad.), México, Universidad Iberoamericana, 2002, Colección Teoría Social.
- _____, *Introducción a la teoría de sistemas*, Torres Nafarrete, Javier (trad.), México, Universidad Iberoamericana, 2002, Colección Teoría Social.
- MARTÍNEZ, Josefina (coord.), *Historia contemporánea*, Valencia, Editorial Tirant Lo Blanch, 2006, Colección Crónica.
- MENDONCA, Daniel y BULYING, Eugenio, *Normas y sistemas normativos*, Madrid, Marcial Pons, 2005.
- MODE, Elmer Beneken, *Elementos de probabilidad y estadística*, España, Editorial Reverté, 1970.
- MOORE, George Edward, *Principia Ethica*, 2ª ed., México, UNAM-IIF, 2018.
- MORESO, Juan José, "Lenguaje Jurídico", Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, Madrid, Trotta, vol. VII, 1992.
- NICOL, Eduardo, *Los Principios de la Ciencia*, México, Fondo de Cultura Económica, 1974.
- NILSSON, Nils J. *Inteligencia artificial, una nueva síntesis*. México. McGraw-Hill. 2001.

- OLMEDA, Ignacio y BARBA-ROMERO, Sergio (eds.), *Redes Neuronales Artificiales: fundamentos y aplicaciones*, España, Universidad de Alcalá de Henares, 1993
- PALAU, Gladys, *Introducción filosófica a las lógicas no clásicas*, Argentina, Gedisa, 2002.
- PEÑA, Lorenzo, "Lógicas Multivalentes", Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía: lógica, Madrid, Trotta, 1995, vol. VII.
- PIGNATARI, Décio, *Información, comunicación y lenguaje*, Barcelona, Gustavo Gil, 1977.
- PRIETO SANCHIS, Luis, *Apuntes de Teoría del Derecho*, Madrid, Trotta, 2005.
- RAMÓN AGUILERA, Edgar, *Inteligencia artificial aplicada al derecho*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, 2007.
- RÍOS ESTAVILLO, Juan José, *Derecho e informática en México, informática jurídica y derecho de la información*. UNAM-IIJ, 1997.
- RUSSELL, Stuart J., y NORVING. Peter, *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*, 2ª ed., Corchado Rodríguez, Juan Manuel (trad.), Madrid-México, Pearson/Prentice Hall, 2004.
- SCHREIBER, Rupert, *Lógica del Derecho*, 3ª ed., México, Editorial Fontamara, 1995.
- SIRVENT GUTIÉRREZ, Consuelo, *Sistemas Jurídicos Contemporáneos*, 4ª ed., México, Editorial Porrúa, 2003.
- STERNBERG, Robert, *Psicología Cognoscitiva*, 5ª ed., México, CENGAGE Learning, 2011.
- _____. y PRETZ, Jean F., *Cognition & Intelligence, Identifying the Mechanisms of the Mind*, United States of America, Cambridge University Press, 2005.
- TAMAYO Y SALMORÁN, Rolando, *Sobre el sistema jurídico y su creación*, Editorial UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas, México, 1976.
- TELLÉZ VALDÉS, Julio, *Derecho informático*, 4ª ed., México, Editorial McGraw Hills Interamericana, 2009.
- TORRES NAFARRATE, Javier, "Introducción a la teoría de sistemas de Niklas Luhmann", en Ramírez, Santiago (coord.), *Perspectivas de las teorías de sistemas*, México, Siglo XXI, 1999.
- TRILLAS, Enric et al., *Introducción a la Lógica Borrosa*, España, Barcelona, 1995.
- WELLS, Herbert George, *Breve historia del mundo*, 2ª ed., Atard, R. (trad.), Barcelona, Ediciones Península, 2005.

- WIENER, Norbert, *Cibernética y sociedad*, México, CONACYT, 1981.
- _____, *Cibernética o el control en animales y maquinas*, Martín, Francisco (trad.), Barcelona, Tusquets, 1985.
- WILLOUGHBY, Stephen, *Probabilidad y estadística*, México, Publicaciones Cultural, 1993.
- WRIGHT, Georg Henrik von, *Un ensayo de lógica deóntica y la teoría general de la acción*, 2ª ed., Garzón Valdés, Ernesto (trad.), México, UNAM, 1998. Colección Cuadernos
- _____, *Norma y Acción: Una Investigación lógica*, Madrid, Tecnos, 1970.
- YOSHINO, Hajime et al. "A fuzzy theoretical approach to case-based representation and inference in CISG", *Artificial Intelligence and Law*, Netherlands, 1999, vol. 7.
- ZADEH, Lofti A., "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8, Department of Electrical Engineering and Electronics Research Laboratory, University of California, Berkeley, 1965, pp. 338-353.

Publicaciones electrónicas

- CARVAJAL VILLAPLANA, Álvaro, *Teorías y Modelos: Formas de Representación de la Realidad*, Comunicación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, año/vol. 12, núm. 001, p. 9, disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/166/16612103.pdf>, fecha de consulta: 12/12/18.
- Enciclopedia Herder, *Bivalencia, principio de*, disponible en https://encyclopaedia.herdereditorial.com/wiki/Bivalencia,_principio_de, fecha de consulta: 10/01/19
- GRANADOS ERAZO, Oscar, "Imperios y Colonialismo, 1870-1914 ¿Una era de Globalización, Geopolítica o Nacionalismo Económico?", *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, Colombia, Universidad Militar Nueva Granada Bogotá, 2010, vol. 5, núm. 1, enero-junio, pp. 51-82, disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/927/92720021004.pdf>, fecha de consulta: 06/07/18.
- Investigación y Desarrollo, "China arranco el más veloz supercomputador del orbe; mil millones de operaciones por segundo", ID, disponible en <https://invdes.com.mx/tecnologia/china-arranco-el-mas-veloz-supercomputador-del-orbe-mil-millones-de-operaciones-por-segundo/>, fecha de consulta 10/08/18.

FLOREZ-ALARCON, Luis, "El Comportamiento Jurídico como un Proceso de Etapas", en Cáceres Nieto, Enrique y Rodríguez Ortega, Graciela (coord.), *Bases Psicológicas del Comportamiento Jurídico en México*, México, UNAM-IJ-Facultad de Psicología, 2016, disponible en <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/2537-bases-psicologicas-del-comportamiento-juridico-en-mexico>, fecha de consulta: 10/09/18.

KAHNEMAN, Daniel y TVERSKY, Amos, *Teoría Prospectiva: un análisis de la decisión bajo riesgo, Infancia y Aprendizaje*, Dialnet, 30, 1987, disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=65981>, fecha de consulta: 12/07/18.

LASTRA LASTRA, José Manuel, "La Revolución Industrial y el Movimiento Obrero Inglés", *Alegatos*, México, UAM, 1013, No. 40, septiembre-diciembre. pp. 453-464, disponible en <https://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/pdfs/36/40-06.pdf>, fecha de consulta: 11/02/19.

MARQUÉS, Gustavo y WEISMAN, Diego, *Teoría estándar de la decisión y teoría prospectiva: consideraciones filosóficas respecto al cambio teórico, Economía*, 2011, núm. 31, enero-junio, disponible en http://iies.faces.ula.ve/Revista/Articulos/Revista_31/Pdf/Rev31Marques.pdf, fecha de consulta: 12/07/18.

MÁRTIL DE LA PLAZA, Ignacio, *La Historia de la Electrónica antes del Transistor, Público*, 2017, disponible en <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2017/03/31/la-historia-de-la-electronica-antes-del-transistor/>, fecha de consulta 03/05/17.

_____, "William Shockley y la invención del transistor", *Open Mind*, 2017, Ciencia-Grandes Personajes, disponible en <https://www.bbvaopenmind.com/william-shockley-y-la-invencion-del-transistor/>, fecha de consulta 12/12/17.

MENDÍAS CUADROS, José Manuel, *Representación Digital de la Información, Fundamentos de Computadores*, Universidad Complutense de Madrid, disponible en <http://www.fdi.ucm.es/profesor/mendias/FC/FCtema1-imprimible.pdf>, fecha de consulta: 15/02/17.

Tesis Aislada; II.1o.P.69 P, *Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Novena Época*, tomo X, agosto de 1999, p. 761. Disponible en <https://sjf.scjn.gob.mx/SJFSist/Paginas/tesis.aspx>, fecha de consulta: 22/02/18.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, *Comunicaciones en Redes, Tipos de Señales*, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, disponible en

http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro27/133_tipos_de_s_eales_analgicadigital.html, fecha de consulta: 12/12/18.

Universidad de Barcelona, *Algebra Matricial, Programa de Graduación en Economía*, disponible en <http://idea.uab.es/~mfarell/econometria/Algebramatricial.pdf>, fecha de consulta: 14/06/18.

VELÁSQUEZ PÉREZ, Torcoroma, et al., "Ontologías: una técnica de representación del conocimiento", *Revista de avances en Sistemas e Informática*, Vol. 8, núm. 2, julio de 2011, disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avances/article/view/26750>, fecha de consulta: 06/04/18.

Sitios electrónicos

Consejo de la Judicatura Federal, *Estadística Judicial*, disponible en <http://www.dgepj.cjf.gob.mx/>, fecha de consulta: 30/09/18.

Transparencia Mexicana. *Índice Nacional de Corrupción y Buen Gobierno 2010*, disponible en, <http://www.tm.org.mx/wp-content/uploads/2013/05/01-INCBG-2010-Informe-Ejecutivo1.pdf>, fecha de consulta: 12/06/18.

Transparencia Internacional, *Global Corruption Barometer*, disponible en https://www.transparency.org/news/feature/corruption_on_the_rise_in_latin_america_and_the_caribbean, fecha de consulta: 12/06/18.

Diccionario de la Real Academia Española, disponible en <http://dle.rae.es/?id=Qe0rxfE>, fecha de consulta: 31/01/2018.

NERY, F. et al., *How to Make a Dolphin: Molecular Signature of Positive Selection in Cetacean Genome*, PLOS One disponible en https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3686761/?fbclid=IwAR1jP6byKb_Opdw5DPFoHxPU4jbuqPX1abU8nsnQ8JGeyWg-P1xBgU8tLkM, fecha de consulta: 11/02/2019.

Legislación

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Cámara de Diputados, fecha de consulta: 12/07/18.

Código Civil Federal, Cámara de Diputados, fecha de consulta: 19/08/18.

Código Fiscal de la Federación, Cámara de Diputados, fecha de consulta: 11/01/19.

Código Penal Federal, Cámara de Diputados, fecha de consulta: 11/05/18.

Código Familiar para el Estado de Sinaloa, Cámara de Diputados del Estado de Sinaloa, fecha de consulta: 11/01/19.

Código Penal para el Distrito Federal, Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 19/08/18.

Ley de Protección a los animales del Distrito Federal, Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 19/08/18.

Ley Federal de Sanidad Animal, Cámara de Diputados, fecha de consulta: 11/01/19