

Derecho y complejidad: el estado del arte

Enrique CÁCERES NIETO



Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Investigaciones Jurídicas

DERECHO Y COMPLEJIDAD:
EL ESTADO DEL ARTE

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS

Serie ESTUDIOS JURÍDICOS, núm. 384

COORDINACIÓN EDITORIAL

Lic. Raúl Márquez Romero
Secretario Técnico

Mtra. Wendy Vanesa Rocha Cacho
Jefa del Departamento de Publicaciones

Wendy Vanesa Rocha Cacho
Alma Itzel López Vázquez
Cuidado de la edición

Wendy Vanesa Rocha Cacho
Formación en computadora

Miguel López Ruiz
Oscar Martínez González
Apoyo editorial

Edith Aguilar Gálvez
Elaboración de portada

ENRIQUE CÁCERES

DERECHO Y COMPLEJIDAD: EL ESTADO DEL ARTE



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS
México, 2023

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad
Nacional Autónoma de México.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos
patrimoniales.

Primera edición: 31 de marzo de 2023

DR © 2023. Universidad Nacional Autónoma de México

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS

Circuito Maestro Mario de la Cueva s/n
Ciudad de la Investigación en Humanidades
Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México

Impreso y hecho en México

ISBN (libro digital): 978-607-30-7092-8

CONTENIDO

I. Introducción al marco teórico y resultados.	1
II. El nacimiento de una incipiente comunidad internacional.	3
III. El surgimiento de las primeras organizaciones.	10
IV. Perspectivas actuales de la complejidad y el derecho .	10
V. Desarrollo y análisis original de la investigación particular del autor: “el constructivismo jurídico complejo, un nuevo paradigma en la teoría del derecho” . .	35
VI. Consideraciones finales	49
VII. Bibliografía empleada	50
VIII. Bibliografía del autor	53

I. INTRODUCCIÓN AL MARCO TEÓRICO Y RESULTADOS¹

Las ciencias de la complejidad son una constelación en expansión cuyo poder interdisciplinario se ha ido incorporando a distintas disciplinas científicas, haciendo posible ver aspectos del mundo que desde el pensamiento determinista eran simplemente insospechados. Su poder transformador ha impactado a la física, las matemáticas, la biología, la computación, la ciencia política, la sociología y a un largo etcétera.

Quizá por su cercanía a la actividad práctica y los espacios donde se puede ejercer, como juez, notario, abogado, etcétera. Tal vez por el hecho de que sus teorías sean normativas y conceptuales y no empíricas, durante mucho tiempo el derecho ha permanecido ajeno al pensamiento científico, incluso al determinista y, con mayor razón, al pensamiento complejo.

Sin embargo, recientemente ha surgido un notable interés por integrar a las ciencias de la complejidad como el trasfondo teórico, para explicar fenómenos jurídicos y producir una nueva teoría jurídica por parte de una pequeña comunidad de académicos que está intentando generar nuevos marcos conceptuales y metodológicos con objeto de colocar a la “ciencia jurídica” a la altura de las demás interdisciplinas complejas.

Para ubicar adecuadamente el estado del arte de esta nascente interdisciplina, hay que contextualizarla en el proceso que da

¹ Una versión preliminar de esta obra se publicó en Cáceres Nieto, Enrique, “El constructivismo jurídico complejo como esquema organizador de la identidad epistémica de la nueva interdisciplina «Derecho y ciencias de la complejidad»”, en Ramos Lara, María de la Paz y Nicolai, Sergio (coord.), *Hacia un diálogo interdisciplinario sobre la complejidad social*, México, UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2020, col. Debate y Reflexión, pp. 283-326.

identidad epistémica a una nueva área del conocimiento, lo cual incluye el surgimiento de una comunidad epistémica que comparta un núcleo teórico y metodológico para abordar la clase de problemas que la caracterizan; la organización institucionalizada de su actividad a través de congresos, seminarios y conferencias; la creación de centros e institutos especializados; la publicación de revistas temáticas; su incorporación a planes de estudio universitarios; la creación de cátedras específicas; la publicación de *handbooks*, etcétera.

Muchas de estas propiedades son satisfechas por diversas disciplinas impactadas por la complejidad, aunque no todas con el mismo gradiente de consolidación. La integración entre derecho y ciencias de la complejidad se encuentra en su mayor parte en estado de nebulosa, aunque, como mostraré en este trabajo, con algunas zonas en incipiente estado de cristalización.

Como suele suceder con el conocimiento de frontera, puede haber muchos fantasmas ocultos en la nebulosa, que por ignorancia u oportunismo buscan adueñarse del nuevo espacio académico ofreciendo bagatelas seudoteóricas de rápida producción, a efecto de precipitarse a usurpar el lugar que les corresponde a quienes se ocupan seriamente de la construcción del nuevo conocimiento. Por ejemplo, en la comunidad de las neurociencias se usa el término irónico “neurocosas” para referirse a productos de mercado, tales como la neurooratoria o las neuroventas. Algo semejante está empezando a ocurrir con la complejidad y el derecho cuando en los congresos de derecho se presentan ponencias que, hilvanando desde la imaginación, explotan el uso eulogístico de “derecho y complejidad” o expresiones equivalentes, sin tener la más remota idea de nociones básicas de lo que ello significa.

Dado el estado que guarda el incipiente desarrollo de la relación entre derecho y complejidad, no me será posible satisfacer cabalmente la estructura requerida para la unificación de los capítulos del presente libro. Por ejemplo, no podré proporcionar una bibliografía abundante o referir suficientes desarrollos exitosos.

Más que un reporte de logros obtenidos por la sinergia de una comunidad epistémica, el objetivo de esta contribución es esbozar los linderos que separan a quienes están haciendo “complejo-cosas-jurídicas” de quienes estamos trabajando con el mayor rigor posible para incorporar al derecho lo que ha rendido frutos en otras interdisciplinas complejas. Nuestro objetivo es generar una nueva teoría jurídica basada en los conceptos de las ciencias de la complejidad, en el desarrollo de modelos basados en agentes, en redes adaptativas complejas, en sistemas de inteligencia artificial, en matemáticas discretas, en modelos basados en ecuaciones, en la teoría de los fractales, etcétera.

El camino es arduo para quienes carecemos de formación matemática y computacional en nuestra profesión. Sin embargo, el carácter interdisciplinario de las ciencias de la complejidad abre las puertas a la esperanza de encontrar nuestra propia identidad epistémica y sumar una estrella más a la constelación de las ciencias de la complejidad, que ya se empieza a conocer en los contextos internacionales como *Law and Complexity*.

II. EL NACIMIENTO DE UNA INCIPIENTE COMUNIDAD INTERNACIONAL

El interés por integrar las ciencias de la complejidad y el derecho a nivel internacional está creciendo exponencialmente, lo que se refleja en el aumento de congresos internacionales en unos cuantos años. En este apartado presentaré los congresos, la diversidad de temas y los nombres de algunos de los académicos que están contribuyendo a la formación de dicha comunidad. Por razones de espacio me es imposible analizar cada uno de los esfuerzos emprendidos por la naciente comunidad, por lo que me limitaré a arrojar luces sobre los que considero han hecho las aportaciones más significativas a la definición de la identidad epistémica de la complejidad y derecho. Es de elemental justicia agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), quien ha apoya-

do mi proyecto “Constructivismo jurídico: cognición, complejidad y derecho” (FC-541-2015) dentro del programa “Fronteras de la Ciencia”, así como a mi casa académica, el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, donde recibí el apoyo para instalar el Laboratorio en Constructivismo Jurídico Complejo, el primero en neuroderecho y complejidad en América Latina. Mucho de lo que aquí expongo es resultado de haber participado como actor directo en el escenario gracias a dichos apoyos.

El primer registro encontrado sobre un evento internacional en la materia se remonta a 2009, año en el que tuvieron lugar el International Workshop AICOL-I/IVR-XXIV, celebrado en Beijing, China, el 19 de septiembre, y su continuación en AICOL-II/JURIX, celebrado en Róterdam el 16 de diciembre. Los eventos fueron organizados por Pompeu Casanovas, Ugo Pagallo, Giovanni Sartor y Monica Palmirani, el cual dio lugar a la publicación del libro *AI Approaches to the Complexity of Legal Systems* (Casanovas *et al.*, 2014).

Conforme al título, tanto el libro como el evento prometían versar sobre inteligencia artificial, complejidad y derecho. Sin embargo, sólo uno de los trabajos aborda el tema de la complejidad y el derecho propiamente dicho: “Network Analysis of the French Environmental Code”, escrito por Mazzega, Boulet y Bourcier (Mazzega *et al.*, 2010). En dicha investigación se presenta un modelo del código medioambiental francés aplicando teoría de redes. Como se verá más adelante, actualmente esta es una de las áreas de investigación más fructíferas en la complejidad y el derecho. El resto de los trabajos se ubica más bien en el ámbito de la inteligencia artificial y el derecho.

Seis años después, tuvo lugar el “Panel on Law and Complexity”, coordinado por el doctor André Folloni, dentro de la World Complexity Science Academy Conference, celebrada en Ámsterdam en 2015.

Las ponencias y expositores sobre complejidad y derecho fuimos los siguientes: “The Problem of Complexity in Luhmann’s Work: The Neo-humanistic Perspective”, Gianugo M. Cossi;

“Legal Constructivism: Law, Cognition, and Complexity”, Enrique Cáceres Nieto; “Complex Legal Approaches to Internet Law”, Pedro Miguel Mancha Romero y Manuel Rodríguez Puerto; “Science, Complexity, and the Study of Tax Law”, Hugo de Brito Machado Segundo. Como producto del evento se publicó el libro *Systemic Actions in Complex Scenarios* (Fabó *et al.*, 2017).

En 2016 tuvieron lugar dos congresos internacionales: el primero fue la conferencia satélite “Law and Complexity”, coordinada por Aernout Schmidt, dentro de la “Conference on Complex Systems”, celebrada en Ámsterdam. El evento se dividió en tres sesiones, con los siguientes títulos y expositores:

Sesión 1: “Modeling Law and Social Cohesion: Cooperation on the Tipping Point: How do Rules, Norms and Law Violations Undermine Society?”, Thomas Maillart, Stefan Bechtold, Dirk Helbing; “Regulating Complex Adaptive Systems: Towards a Computational Model for Simulating the Effects of Rules”, Ameneh Deljoo, Tom van Engers, Leon Gommans, Cees de Laat; “Unpacking the Mandate of Heaven Argument”, Aernout Schmidt, Kubei Zhang.

Sesión 2: “Law through the Lens of Network Science: Law as a Network of Networks”, Corinna Coupette; “Unravelling the Complexity of Legal Decisions with Network Science” Fabien Tarissan; “The Fitness of Case Law”, Debsankha Manik, Corinna Coupette, José Casadiego, Nora Molkenhuth, Marc Timme; “The Dynamics and Drivers of Statutory Interpretation”, Marion Dumas; “Legal Norms as Emergent Phenomena”, André Folloni; “Law at the Edge of Chaos: A praise for a complexity-inspired approach to the legal universe”, Nicola Lettieri; “What is Law?” Gillian Hadfield.

Sesión 3: “Law, Complexity and Public Policy: Complexity Theory and the Economics of Intellectual Property”, Carl Mair; “A Framework for an Agent-Based Model to Enhance the Governance of Law over Data Protection Issues”, Kunbei Zhang; “Decomposing Contractual Privacy”, Michiel Rohen; “Understanding Cyber Security as a Complex Adaptive System”,

Tuomas Tiihonen; “Can Complexity Theory help Understand Tomorrow’s E-justice?”, Marco Vellicogn y Ernst Steigenga; “Complexity Squared: An Outline of Challenges Inherent to the Application of Complexity to ‘Law’”, Michael Leach; “Bio-Knowledge Governance in Complex Intellectual Property and Innovation Systems: New Approaches to Design Law and Policy to Promote Access to Knowledge and Innovation”, Priscilla Maria Dias Guimaraes Cesar.

Un segundo evento tuvo lugar ese año como parte de las V Jornadas Internacionales de Filosofía del Derecho de la UNAM: Constructivismo Jurídico, Cognición, Complejidad y Derecho, celebradas en el Instituto de investigaciones Jurídicas de la UNAM, realizadas bajo mi coordinación. Dichas jornadas se destinaron a tratar diversos temas de la filosofía jurídica, y una de sus secciones fue sobre la relación entre cognición, complejidad y derecho. La conferencia magistral estuvo a cargo de Ricardo Mansilla Corona con el tema “La sociedad de los algoritmos: sus implicaciones para las ciencias jurídicas”, y una de las mesas versó sobre complejidad y derecho, con los siguientes temas y expositores: “La constitución emergente”, Enrique Cáceres Nieto; “Elecciones, redes sociales y otras ficciones”, Ricardo Mansilla Sánchez; “Normas jurídicas como fenómenos emergentes”, André Folloni.

Dos mil diecisiete fue el año más fructífero en la historia de la complejidad y derecho, con nada menos que cinco congresos internacionales. El primero tuvo lugar dentro de la 7th World Complexity Science Academy, WCSA 7th, celebrado en Río de Janeiro, el 5 y 6 de enero, con el panel “On Law and Complexity”, organizado por André Folloni.

Los ponentes y temas abordados fueron: “Legal Norms as Emergent Phenomena”, André Folloni; “Social Security in Brazil: Destination Crisis, Economics and Complexity”, Antonio Bazilio Floriani Neto; “Mechanism Design Theory: A Proposal of Application to the Incomplete Contracts”, Lara Bonemer Azevedo da Rocha; “The Resilience of Brazilian Tax System”, Natália Brasil; “Tax Law and Complexity Theory”, Renata Zelinski;

“Bit-Knowledge: Digital Recollection and Memory”, Edmondo Grassi; y mi presentación en el primer panel, “Constructivism and legal Globalization: Entropy and Negentropy in Emerging Law”.

El 23 de febrero del mismo año tuvo lugar el Workshop on Complexity and the Law, organizado por Jenna Benar, Andrew Martin y Carl Simon en la University of Michigan; desafortunadamente no se cuenta con el programa del evento.

En el mismo año organicé el *Special workshop on “Complex Legal Constructivism: Law, Complexity and Cognition”*, dentro del International Vereinigung für Rechts-und Spezialphilosophie, celebrado en Lisboa. Los temas y ponentes fueron: “Complex legal constructivism”, Enrique Cáceres; “Letting the Emergence Emerge: Agency Based Freedom in Amartya Sen’s Philosophy of Development”, André Folloni; “Use of the Agent-Based Model (MBA) to solve conflicts over land use in a restrictive regulatory framework in state projects in the city of Medellín, Colombia”, Andrés Cárdales Barrios; “Global citizenship and complexity”, Andrea Pitasi.

También en 2017 organicé la *Satellite Session on Law and Complexity*, dentro de la International Conference on Complex Systems, celebrada en Cancún, México. Los temas y ponentes fueron:

“Steps Towards a Computational Visualizer of legal Globalization as a Complex Adaptive Network”, Enrique Cáceres Nieto e Ivan Vladimir Meza; “The Future of the Field of Evidence: The Challenge of Complexity”, Ronald J. Allen; “Justicia espacial en Medellín, un estudio de caso usando multiagentes virtuales inteligentes”, Andrés Cárdales Barrios; “Measuring the Temperature and Diversity of the U.S. Regulatory Ecosystem”, Daniel Martin Katz y Michael Bommarito; “Automatic Extraction of Legal Information from Sentences”, Paul Aguilar Enríquez; “Networks, Agency and Complexity in Law”, Sergio Fernando Ferreira de Lima; “The Future of the Field of Evidence: The Challenge of Complexity”, Ronald Allen; “Agent-Based

Models to Comprehend the General data Protection Regulation”, Gerrit-Jan Zwenne, Kunbei Zhang y Aernout Schmidt; “La sociedad de los algoritmos: sus implicaciones para la ciencia jurídica”, Ricardo Mansilla Corona.

Ese mismo año tuvieron lugar las VI Jornadas de Filosofía del Derecho en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, con dos ponencias sobre complejidad y derecho: “La ciencia detrás de la corrupción: un fenómeno complejo”, Paola Hernández Chávez, y “Artificial Intelligence, Extended Mind, Institutional Autoorganizational Perturbations”, Enrique Cáceres Nieto.

Este magnífico año para el derecho y complejidad cerró con el evento Complexity, Legal and Institutional Change, and Rule of Law, celebrado en Loyola University Chicago School of Law, coordinado por Thomas Francis McInerney. El evento se dividió en los siguientes cuatro paneles con las siguientes ponencias:

Ponencia magistral: “Towards a Paradigm of Law and Complexity”, Michal Shur-Ofry.

Panel 1. “Complexity and Rule of Law Assistance: A Practitioner’s Analysis of the Need for Complexity Perspectives in technical Assistance for Rule of Law”, Alexandre Cordahi; “Complexity Theory and Rule of Law Programme Management for Sustainable Development in Commonwealth Africa”, Elizabeth Bakibinga-Gaswaga; “Complexity Theory, Complexity Practice and the form Governmental Reform Must Take in Order for the SDGs to be Achieved”, Gloria Mkushi; “The Pancharchy of Property: Land Titling after Natural Disasters”, Daniel Fitzpatrick.

Panel 2. “Complexity and the demand for results in rule of law programming: Practical Application of Complexity Theory to Rule of Law Programming”, Kevin Lanigan; “Measuring the Effectiveness of Legislative Support in Complex Political and Social Systems”, Hadley Rose; “Afghanistan: Complexity in Practice”, Peyton Cooke.

Panel 3. “Challenges in sector-Wide Legal Reform: Complexity and Corruption: Corruption in Mexico Through the Lens

of Complexity”, Artemio Bernardo Salinas Cantu; “The USAID Vietnam Governance for Inclusive Growth (GIG) Program”, David Anderson; “Incorporating Diverse Stakeholders in Rule of law Programming: Any Added Value?”, Steve Onwuasoanya.

Panel 4. “Complexity Perspectives on Rule of Law Change Processes: Complexity Theory and the Rule of Law: A Conceptual Framework for Analyzing the Development of Electoral Reforms and Electoral Justice in Kenya”, Scholastica Omondi; “«Win-Win Game»: Path Dependency between the Party and the Courts in China’s Socialist; Rule of Law or Rule of Politics? Extradition of Corrupt Fugitives in China: A Complexity Explanation”, Shuyu Chu, University of Hong Kong; “Complex Legal Constructivism: a new paradigm in legal theory”, Enrique Cáceres Nieto.

En 2018 organicé dos eventos internacionales, la Workshop Law and Complexity: Law, Cognition and Complexity dentro de la Conference on Complex Systems. Los temas y ponentes fueron: “Hypertextual Network of the Inter-American Court of Human Rights Cases”, Enrique Cáceres e Ivan Vladimir; “What Did We Learn from the Social Networks of the electoral campaign for the presidency of Mexico in 2018?”, Ricardo Mansilla; “The Future Is Unwritten: Freedom and Agency as Ends and Means of Development”, André Folloni.

En noviembre organicé una mesa sobre complejidad y derecho en el marco de las VII Jornadas Internacionales de Filosofía del Derecho en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, con la conferencia magistral a cargo de Thomas Francis McInerney, quien expuso el tema “Complexity and the challenge of legal and institutional reform”. Las demás ponencias y expositores fueron: “Multi-Layer Policy Networks: Untangling the Web We Weave”, Alexander Pendleton; “Hypertextual Legal Theory: An Application of Discrete Mathematics for Modeling Transnational Legal Connectivity”, Iván Vladimir Meza Ruiz y Enrique Cáceres Nieto; “Responsabilidad compleja”, Jorge Luis Fabra Zamora y Enrique Cáceres Nieto; “Los algoritmos de IA

y la desigualdad de género: orígenes”, Ricardo Mansilla Corona; “Expertius II: Un sistema de inteligencia artificial aplicada al derecho, basado en la teoría de la mente judicial como un espacio vectorial complejo”, Ricardo Mansilla Sánchez y Enrique Cáceres Nieto.

III. EL SURGIMIENTO DE LAS PRIMERAS ORGANIZACIONES

1. *The International Institute on Law and Complexity*

Su fundador fue André Folloni en 2016, como una extensión de la World Complexity Science Academy a cargo de Andrea Pitassi.

A partir de 2017, a propuesta del profesor Folloni, asumo la presidencia de dicho Instituto.

2. *La Sociedad de Paradigmas Emergentes en Derecho y Filosofía Jurídica, A. C.*

En 2016 fundé la Sociedad, con el objetivo de promover nuevos paradigmas en la teoría jurídica, entre los que se encuentra el de la complejidad y el derecho.

IV. PERSPECTIVAS ACTUALES DE LA COMPLEJIDAD Y EL DERECHO

No es este el lugar para hacer una revisión detallada de los diversos temas presentados en los congresos referidos. No obstante, debe señalarse que se observa una gran diversidad de enfoques teóricos y metodológicos en las investigaciones. En unas ocasiones, el título de las ponencias no se ha visto reflejado en su contenido; en otras, el término “complejidad” es usado en su sentido coloquial equivalente a complicado; a veces, el marco conceptual y metodológico de las ciencias de la complejidad ha estado ausente o se entiende

en un sentido alejado de los usos paradigmáticos de la comunidad internacional; por ejemplo, se hace referencia a la complejidad en el sentido de Luhmann o de Morin (Cárcova, 1998); en otras, las ponencias tienen el estatus de una reflexión especulativa; en ocasiones el objeto de estudio corresponde más bien a los terrenos de la complejidad social o política (Xenitidou y Edmonds, 2014) y en otras, afortunadamente la minoría, las ponencias han sido francamente fraudulentas y oportunistas.

Sin duda, esta situación obedece al estatus actual de la interdisciplina, y en cierto sentido es natural. Sin embargo, a partir de las conferencias referidas y la aún escasa literatura especializada, es posible abstraer “la esencia temática emergente” que está definiendo la agenda de *Law and Complexity* en un sentido próximo al de otras áreas de la complejidad. Con vistas a la cristalización de su identidad epistémica, dicha temática se puede dividir en dos grandes rubros: a) consideraciones sobre una nueva tradición en la teoría del derecho basada en las ciencias de la complejidad, y b) desarrollo de proyectos con base en marcos teóricos y metodológicos empleados en las demás áreas de la complejidad.

1. *Pasos hacia una teoría jurídica compleja*

Los intentos por desarrollar un marco teórico para la relación entre la complejidad y el derecho más destacados se encuentran representados por tres autores: J. B. Ruhl, T. E. Webb y D. M. Katz.

El marco teórico más amplio sobre la relación entre derecho y complejidad es expuesto por Ruhl en su trabajo “Complexity theory as a paradigm for the dynamical law-and-society system: a wake-up call for legal reductionism and the modern administrative state” (Ruhl, 1996).

La propuesta de Ruhl es la única que puede ubicarse dentro de la tradición de discusión característica de la filosofía del derecho y su blanco de crítica teórico es el positivismo jurídico, particularmente la vertiente del realismo jurídico americano.

Esta doctrina, de gran influencia en las escuelas de derecho norteamericanas, surgió en el siglo XX en contra del formalismo conceptual que caracterizaba a la teoría jurídica. Está representada fundamentalmente por los juristas (no filósofos) Oliver Wendell Holmes Jr., Karl Llewellyn, Roscoe Pound, Jerome Frank, Thuyrman Arnold, Felix S. Cohen y B. N. Cardozo.

Entre sus postulados centrales se encuentra desplazar la importancia de la validez normativa por la eficacia del derecho como unidad central de investigación, lo que significa que el derecho no debe ser concebido como un sistema de enunciados contenidos en las leyes y la jurisprudencia, sino como dinámica social. Entre sus postulados más significativos está que el derecho no es un conjunto de enunciados normativos, sino de enunciados predictivos sobre el sentido en el que habrán de decidir los jueces, con base en decisiones anteriores. Para ellos, el derecho vive en las decisiones judiciales, el precedente, más que en los estatutos (equivalentes a los códigos y leyes dentro de nuestra tradición romano-germánica).

La tesis que constituye el blanco de ataque central por parte de Ruhl es, precisamente, el reduccionismo determinista de la concepción realista y su tesis sobre el carácter predictivo del derecho.

Ruhl concibe al derecho como un sistema social dinámico que ocurre en un espacio de interacción determinado por reglas. Para él, la dinámica del derecho satisface algunas de las propiedades características de un sistema complejo: puede comportarse siguiendo alguno o más de los tres tipos de atractores principales (fijos, recursivos y extraños o caóticos); dar lugar a fenómenos emergentes; ser sensible a condiciones iniciales y presentar comportamiento catastrófico.

El autor ejemplifica la presencia de los atractores mediante un ejemplo sencillo basado en el tráfico (Ruhl, 1996: 862). La conducción de un auto se lleva a cabo dentro de un espacio de interacciones que corresponde a la infraestructura urbana y se debe realizar de conformidad con las reglas de tránsito. Cada

conductor parte de un punto inicial y pretende llegar a un lugar de destino (atractor de punto fijo). La relación entre ambos puntos se repite de manera habitual cuando se sigue la rutina cotidiana (atractor recursivo). Sin embargo, el tránsito que va del atractor inicial al final está abierto a múltiples trayectorias posibles (atractor extraño o caótico). Aunque Ruhl refiere su ejemplo a una sola persona (John), la caracterización del derecho como un sistema complejo queda más clara si se considera el tráfico matutino para ir al trabajo o llevar a los niños a la escuela. En este caso, el conjunto de autos que circulan por una avenida representa el espacio de la dimensión social. Cada uno de los conductores se debe regir por el mismo reglamento de tránsito, cada uno tiene parte de condiciones iniciales y tiene un punto final. Sin embargo, a pesar de que cada uno suele repetir la misma rutina, varios de los conductores pueden sufrir eventualidades que afecten al resto de los automóviles (averías, accidentes, quedarse sin gasolina, el levantamiento de una infracción, etcétera). Estos eventos pueden significar una alteración impredecible en la totalidad de las trayectorias de los autos, algunos de los cuales buscarán rutas alternas que generarán modificaciones en la dinámica de los autos que suelen circular por esas rutas. Si ahora pensamos en el piloto de un helicóptero encargado de monitorear un sector de la ciudad para informar sobre el tráfico a través de estaciones de radio y televisión, que a su vez informarán y brindarán sugerencias a los conductores, tendremos la visión de distintas dinámicas emergentes en días distintos, cada una de las cuales, aun cuando sean conmensurables, nunca serán exactamente idénticas. Desde luego, las contingencias viales que se presentarán durante el día y sus efectos no pueden ser predichas.

Ruhl ejemplifica las catástrofes en el derecho con las consecuencias que podrían seguirse de una reforma en materia ambiental, que bien podría ser “la gota que derrama el vaso” de grupos ecologistas que se lanzan a las calles en protesta por la nueva legislación (Ruhl, 1996: 880).

Además de sus consideraciones teóricas, Ruhl realiza una serie de sugerencias para el derecho administrativo al señalar que una reglamentación flexible permite una mayor adaptación del sistema, y por tanto es más eficiente para evitar catástrofes que reglamentaciones rígidas e inflexibles (Ruhl, 1996: 891 y 892).

T. E. Webb (Murray *et al.*, 2019; T. E. Webb, 2014) parte de las ideas de Ruhl, entre otros, para brindar una propuesta teórica del derecho desde la complejidad, considerando las similitudes y diferencias que guarda con respecto al concepto de autopoiesis defendido por Luhmann. Al igual que Ruhl, sostiene una postura antirreduccionista, pero a diferencia de él, no contrasta su propuesta teórica con la filosofía del derecho, sino con la sociología jurídica luhmanniana.

Para T. E. Webb, las propiedades de un sistema complejo con las que se puede caracterizar al derecho son: autoorganización, emergencia, adaptabilidad, memoria e irreversibilidad (2014: 485). Al igual que Ruhl, sostiene que la dinámica del derecho transcurre en un espacio en disputa (2014: 483). Sin embargo, especifica que ese espacio es siempre situado; la dinámica del sistema está siempre limitada por el contexto local; nadie tiene acceso a toda la información necesaria para conocer el funcionamiento global del sistema; su conocimiento es distribuido, contingente, local y especializado en áreas y subáreas. Los agentes interactúan mediante colecciones de interacciones locales, toman decisiones con conocimiento incompleto y siempre están haciendo elecciones que pueden producir cambios en el comportamiento global del sistema e impactar de manera insospechada en su dinámica general.

La memoria y el aprendizaje del sistema se contienen en los libros, en los códigos, en la jurisprudencia, en los precedentes, etcétera, y puede operar mediante olvido selectivo para dar paso a nueva información; por ejemplo, precedentes que dejan de ser usados.

Con respecto a las fronteras del sistema, admite que éstas existen, pero tiene entornos difícilmente definibles, lo que hace

que el sistema jurídico sea adaptativo y coevolutivo en función de atractores “externos” que marcan la tendencia de su dinámica.

Sobre el equilibrio del sistema, advierte que puede haber conflictos internos generados por el conocimiento contingente y local que pueden dar lugar a “malas adaptaciones”, y que las leyes deben promover la constante adaptación al entorno social, propiedad que se presenta en los sistemas adaptativos complejos.

Finalmente, los estados previos del sistema determinan el espacio de posibilidades adaptativas de los subsecuentes estadios, lo que hace que, además, satisfaga la propiedad de *path dependence*.

Por su parte, Julian Webb, en su trabajo “Law, Ethics and Complexity: Complexity Theory & (and) the Normative Reconstruction of Law” (2005), abre la puerta a un importante problema sobre el que vale la pena reflexionar: si el derecho es un sistema complejo cuya dinámica global no puede predecirse y sobre el cual nadie tiene control total, entonces de él puede emerger una dinámica de valores que nadie puede controlar. Desde luego, si esa dinámica de valores es acorde con expectativas sociales éticamente fundadas es, sin duda, positivo, pero si es contraria a los mismos, ¿qué esperanza tenemos de poder modificar una dinámica que adquiere vida por sí misma? El cuestionamiento es sin duda interesante, ya que se conecta con el viejo debate de la relación entre derecho y moral, entre los sistemas virtuosos y los corruptos o inhumanos, como fue el caso de las dictaduras. La cuestión queda abierta dentro del mundo de las nuevas perplejidades generadas por la complejidad y el derecho.

2. Proyectos desarrollados con base en el marco teórico y metodológico empleado en las demás áreas de la complejidad

Una de las características más significativas de las ciencias de la complejidad consiste en el desarrollo de modelos que posibilitan comprender, explicar y/o simular el comportamiento del sistema objeto.

Además del abordaje teórico conceptual, algunos estamos interesados en dar el paso a desarrollar modelos matemáticos y/o computacionales que permitan concretar y validar empíricamente nuestros modelos teóricos. Sin duda, la capacidad para modelar fenómenos típicamente jurídicos constituye uno de los parámetros fundamentales para que la complejidad y el derecho se ubiquen en el mismo nivel de las demás interdisciplinas complejas. En ese orden de ideas, es gratificante constatar que, aunque pocos, ya tenemos los primeros modelos de la nueva interdisciplina.

En este apartado presento los proyectos que considero más representativos, así como los conceptos de complejidad y del derecho que subyacen a los mismos.

A. Teoría de redes, complejidad y derecho

a. Teoría de grafos y redes normativas

A pesar de ser denotados en común con la expresión “derecho”, en uno de los sentidos técnicos de la polisemia (derecho en sentido objetivo) existen distintos sistemas o tradiciones jurídicas. Las más importantes son la tradición romano-germánica, a la cual pertenece el derecho mexicano, y la tradición del *Common Law*, entre los que se encuentran el derecho inglés y el estadounidense. Su principal nota distintiva radica en el peso de las fuentes de normatividad. Mientras que en la tradición romano-germánica se da gran importancia al derecho legislado, en el *Common Law* la fuente más importante es el derecho producido por los jueces a través de precedentes.

A pesar de estas diferencias, la elaboración de modelos de redes normativas se está convirtiendo en un estándar de investigación para académicos de ambos sistemas jurídicos.

A continuación doy cuenta de esta situación, ilustrándola con un par de ejemplos: uno perteneciente a la tradición roma-

no-germánica, realizado sobre el derecho francés, y otro perteneciente a la tradición del *Common Law*, desarrollado sobre el derecho estadounidense.

*b. Derecho, complejidad y redes normativas
en la tradición romano-germánica (análisis
reticular del Código Ambiental francés)*

El concepto dominante de sistema jurídico en esta tradición corresponde a un sistema jerárquico y deductivo en el que las normas jurídicas de jerarquía inferior son válidas y, por tanto, parte del sistema, por haber sido producidas de conformidad con normas de jerarquía superior. Esta misma idea se refleja en la estructura de las leyes. Por ejemplo, un código puede estar dividido en libros, cada libro en títulos, los títulos en capítulos, éstos en artículos, los artículos en fracciones, las fracciones en párrafos y los párrafos en incisos.

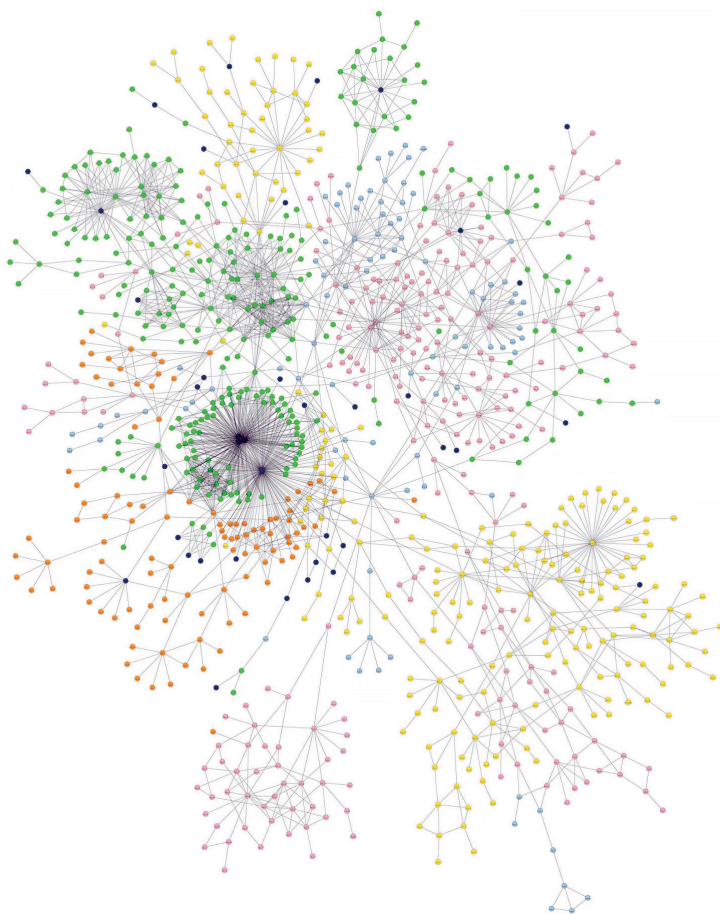
De manera complementaria a esta estructura, las leyes tienen una estructura reticular oculta, derivada de remisiones entre las distintas partes de las leyes, tanto en su interior como entre leyes de tipo y jerarquía diferente. Esto hace que el derecho positivo corresponda a una dimensión hipertextual oculta detrás de la explícita estructura deductiva de la ley. La explicitación de la estructura oculta constituye el objetivo central de estas investigaciones. Conocerla es fundamental para la comprensión del derecho y el ejercicio profesional, debido a que las normas jurídicas frecuentemente son constructos resultantes de la conexión entre enunciados normativos dispersos en toda la red, los cuales se vuelven objeto de interpretación.

A pesar de que muchos proyectos de este tipo consisten en modelos estáticos resultantes de la aplicación de la teoría de grafos a la estructura legal, y sólo excepcionalmente se ocupan de modelar la dinámica de sistemas como un sistema adaptativo complejo, constituyen un paso importante en la aplicación de métodos de investigación de sistemas complejos al derecho.

Un ejemplo especialmente interesante corresponde al análisis reticular del Código Ambiental francés realizado por un equipo interdisciplinario constituido por Mazzega, Boulet y Bourcier (2010), referido previamente. Su principal hallazgo consistió en encontrar que la estructura oculta de dicho código corresponde a la de mundo pequeño, particionado en diferentes comunidades de artículos que sólo coinciden parcialmente con la organización del índice de la ley (deductiva). De la misma forma, encontraron que unos cuantos artículos (*hubs*) presentan un alto grado de conectividad con respecto a muchos artículos (nodos de origen), lo que revela la dominancia de los *hubs* de la ley al ser intermedios de muchos otros enunciados normativos.

Otro dato interesante, obtenido de la comparación de la estructura de este código con el resto de los códigos franceses, es que aunque hay un grado de conectividad muy alto entre los diez códigos principales, no presentan la estructura de mundo pequeño que el código de medio ambiente. Esto pone de relieve la importancia de la granularidad en el estudio de las redes normativas para en sus propiedades revelar características de los sistemas complejos.

FIGURA 1



NOTA: El grafo G asociado a la principal componente conexa (980 vértices, 2186 aristas) del Código Ambiental (sólo parte legislativa). Los colores dados a los vértices indican el libro al que pertenecen a (en adelante sólo se dan nombres cortos): (azul) disposiciones comunes; (verde) físico ambientes; (naranja) espacio natural; (amarillo) flora y fauna; (rosa) prevención de contaminaciones, riesgos molestias; (azul oscuro) disposiciones aplicables en Nueva Caledonia, etcétera; (gris) protección del medio ambiente en Antártida.

FUENTE: Boulet *et al.*, 2010: 43. La traducción es mía.

c. Derecho, complejidad y redes normativas
en el *Common Law* (midiendo la complejidad
del código de los Estados Unidos)

A pesar de que, como se ha dicho anteriormente, la diferencia principal entre las tradiciones romano-germánica y la del *Common Law* radica en que este segundo da una importancia principal al derecho generado por los jueces, ello no significa que el derecho “legislado”, al cual se le denota con la expresión “derecho estatutario”, no exista en esta tradición.

Un proyecto especialmente influyente ha sido realizado por Daniel Martin Katz, con el objetivo de desarrollar una metodología para la medición del grado de complejidad de toda ley, con referencia especial al código de los Estados Unidos (Katz y Bommarito, 2014).

Debe aclararse que el término “código” no denota lo mismo en el *Common Law* que en nuestra tradición. En aquella equivale al *corpus* de su derecho estatutario y no a una codificación monotemática (código penal, código civil, etcétera). El código de los Estados Unidos consta de varios volúmenes, contiene cientos de miles de artículos y decenas de millones de palabras.

Algo que llama la atención de esta investigación es que en ella el significado del término “complejidad” corresponde más bien al grado de dificultad para la adquisición del conocimiento del código por parte de sus usuarios, lo cual lo aleja del significado ortodoxo de la expresión.

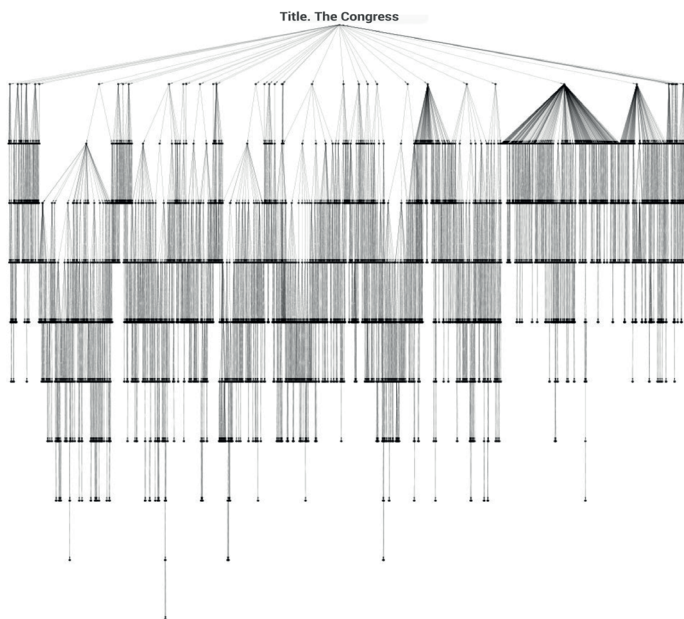
Al igual que en el derecho romano-germánico, el código de los Estados Unidos tiene una organización jerárquica cuya unidad de organización son títulos, seguidos de capítulos, subcapítulos, partes, subpartes, secciones, subsecciones, párrafos, subpárrafos, cláusulas y subcláusulas.

Para identificar el grado de complejidad del código, los autores definen un protocolo de adquisición del conocimiento que permite conocer y medir el costo cognitivo realizado para la búsqueda de una norma, así como el de su asimilación.

Para medir esta complejidad, toman en cuenta tres criterios: la estructura del código, el lenguaje y la interdependencia.

La estructura del código es representada de manera arborescente mediante un grafo, en el que los vértices representan a cada uno de los niveles en que se dividen los títulos, y los arcos, las conexiones entre los vértices. De esta manera, es posible medir el grado de profundidad de un título, o alguna de sus subdivisiones, a partir del número de vértices que contiene, contados a partir del vértice considerado como punto de partida para la medición.

FIGURA 2. VISUALIZACIÓN JERÁRQUICA
DEL TÍTULO 2: EL CONGRESO



FUENTE: Katz y Bommarito, 2014: 343. La traducción es mía.

El lenguaje se analiza mediante diversas métricas: un examen lexicométrico, que parte del supuesto de que los costos de búsqueda y asimilación que caracterizan a la adquisición del conocimiento de la ley son mayores en función del número de palabras contenidas en el área del árbol que se pretenda medir. Una segunda métrica corresponde a la longitud de las palabras, y una tercera, a su grado de entropía, la cual se asocia a su grado de variabilidad dentro de las divisiones de la ley y, por tanto, en la predictibilidad de las palabras subsecuentes en una porción discursiva. Para los autores, el lenguaje es especialmente relevante para medir el grado de asimilación de la ley, y no tanto para medir el costo de búsqueda. El tercer y último criterio tiene que ver con la interdependencia de los elementos constitutivos del código. Corresponde a un estudio de las remisiones tanto al interior de un título o una de sus divisiones como a las remisiones externas (semejante al realizado sobre el Código Ambiental francés). Finalmente, se propone un método que integra a los tres criterios referidos para medir el grado de complejidad de la ley.

Como puede verse, el desarrollo teórico acerca de la forma de estudiar la ley desde la complejidad presenta tanto semejanzas como diferencias teóricas y metodológicas en el derecho francés y en el estadounidense. Sin embargo, debe resaltarse que las diferencias no obedecen a las tradiciones jurídicas, sino a distintas perspectivas teóricas y metodológicas.

d. Derecho, complejidad y redes adaptativas complejas emergentes de decisiones judiciales

Además de la aplicación de la teoría de redes a las leyes, existe al menos un proyecto sumamente interesante sobre las sentencias judiciales desarrollado por Enys Mones, Simon Thordal, Piotr Sapieżyński, Henrik Palmer y Sune Lehman titulado “Emergence of Network Effects and Predictability in the Judicial System”, presentado en el ICCS ‘18 y el CCS ‘18 (Mones *et al.*, 2021).

Como se explicó anteriormente, el derecho positivo no sólo se constituye por las normas establecidas por las leyes, sino también por los precedentes, que son las decisiones judiciales previas que deben tomar en cuenta los jueces al resolver casos de la misma clase que los precedentes. El objetivo de esta dinámica es conservar coherencia entre las decisiones y evitar que casos del mismo tipo puedan resolverse de manera distinta, lo que implicaría un trato injusto a iguales.

Con este marco de referencia, la pregunta de investigación central de este proyecto es si la estructura emergente de un sistema de citaciones puede explicar los patrones en las decisiones de los tribunales. En otras palabras, plantean la cuestión como un problema de predicción de enlaces.

La investigación se realiza sobre las sentencias emitidas por el Tribunal de Justicia de la Unión Europea durante el periodo comprendido entre 1955 y 2014.

La metodología consistió en definir seis valores cuantitativos, contextuales y estructurales que se usaron como variables de entrada, para predecir cada eslabón de la cadena individualmente considerado. La predicción se implementó como un sistema de recomendaciones: se asignó una puntuación a todos los enlaces posibles para cada enlace individual y se calculó la posición del enlace original en el conjunto de las predicciones. Además, se investigó la evolución de los rasgos individuales de las sentencias, lo que permitió mostrar que propiedades tales como la similitud entre el contenido o antigüedad de las sentencias tienen una importancia decreciente en comparación con el creciente poder de predicción de las semejanzas estructurales.

El análisis de la red muestra que el tribunal es altamente heterogéneo con respecto a las propiedades significativas que predicen las citaciones.

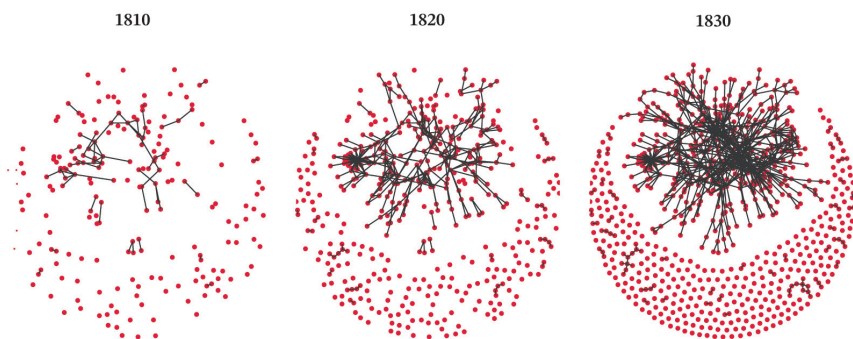
Las implicaciones de los resultados son dobles: permiten comprender mejor la estructura de las decisiones judiciales y construir sistemas de recomendaciones que ayuden a optimizar el trabajo de los operadores jurídicos.

Otra investigación sobre redes de referencias judiciales es la realizada por Ruhl (2017), en la cual, mediante la aplicación de la teoría de grafos en los casos de la Corte Suprema de Estados Unidos, permite ver la manera en que a lo largo del tiempo va emergiendo una red de componente gigante que permite ver la densidad de ciertos *clusters*.

En términos de operatividad del sistema jurídico, la gráfica modela la relación entre las resoluciones que tuvieron mayor incidencia en la práctica judicial, así como la densidad de casos que se fueron presentando a lo largo del tiempo y las formas que probaron ser las más eficaces para resolverlos.

A continuación se presenta parte del modelo que abarca las resoluciones de la Corte Suprema de los Estados Unidos.

FIGURA 3. UNITED STATES SUPREME COURT
CITATION NETWORK (1805-1835)



FUENTE: Ruhl *et al.*, 2017: 1377.

e. Redes adaptivas complejas, derecho, seguridad nacional y lucha contra el crimen organizado

Sin duda, una de las principales funciones del Estado de derecho es la seguridad de los ciudadanos. Para ello, a través de la propiedad constitutiva de las leyes crea instituciones, asigna

presupuesto proveniente, entre otras fuentes, de la recaudación de impuestos y crea roles para distintos tipos de funcionarios públicos, a los que atribuye facultades y obligaciones.

Las normas jurídicas necesariamente tienen un carácter general, lo que hace que siempre existan niveles de indeterminación y da flexibilidad a los operadores jurídicos para implementar las estrategias necesarias a efecto de cumplir con sus deberes. Por ejemplo, una ley puede facultar a la policía a irrumpir en la escena en la que se está cometiendo un delito, pero no especifica si la puerta deberá ser abierta de una patada y, en su caso, si debe serlo con la pierna izquierda o con la derecha.

La libertad de acción dentro de los niveles de indeterminación implica la responsabilidad de generar las condiciones más adecuadas para cumplir con la función encomendada, lo que incluye acciones tales como el diseño, adquisición, implementación y ejecución de estrategias, capacitación, entrenamiento, adquisición de infraestructura, etcétera.

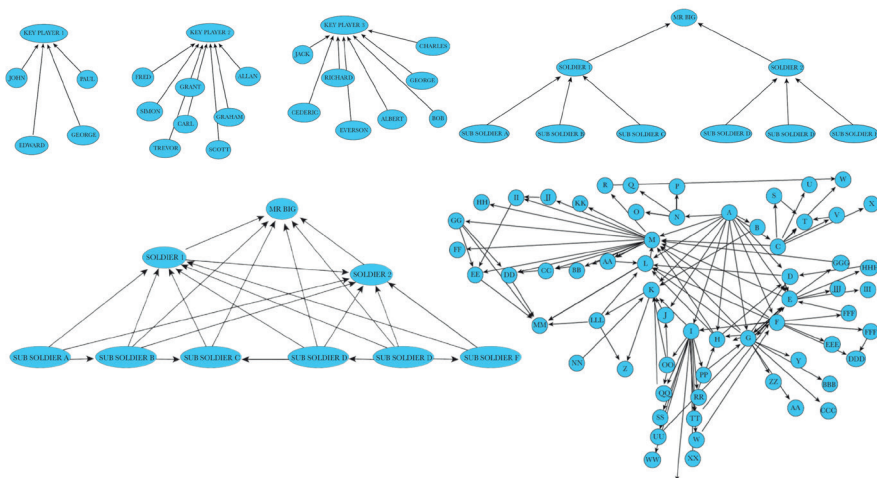
De todas esas responsabilidades la más relevante es de carácter menos evidente que las anteriores: la responsabilidad epistémica, consistente en adoptar los marcos teóricos y metodológicos adecuados para cumplir con lo que establece el derecho.

En una interesante investigación titulada “How Complexity Theory is Changing the Role of Analysis in Law Enforcement and National Security”, Leary y Thomas (2011) refieren la manera en que las nuevas tecnologías están contribuyendo a modificar las dinámicas sociales en todos los ámbitos, incluyendo actividades como el crimen organizado, el terrorismo o la trata de personas.

Asimismo, ponen de manifiesto la incapacidad de las estrategias tradicionales de tratamiento de la información basadas en el pensamiento lineal para hacer frente a la explosión combinatoria de las bases de datos que contienen información relativa a los aludidos actos criminales, las cuales, además de costosas, frecuentemente resultan ineficientes.

En contraste con esta situación, muestran una nueva manera de comprender, analizar y contender la delincuencia, con base en herramientas que elaboran modelos de redes de crimen organizado que representan su morfología y dinámica en su verdadera dimensión, la cual contrasta con la estructura jerárquica que normalmente se les atribuye.

FIGURA 4. MODELADO DE LAS REDES DE CRIMEN ORGANIZADO



FUENTE: Leary y Thomas, 2011: 37, 70 y 75.

Gracias al nuevo enfoque es posible definir estrategias precisas de investigación que permiten optimizar recursos destinados a la intervención de comunicaciones, infiltración de agentes, colocación de micrófonos, etcétera. El tratamiento de esta información con las nuevas tecnologías permite identificar los hubs o nodos a eliminar para desconfigurar la estructura de las redes y evitar que los nodos o redes restantes configuren nuevas redes a partir de sus propiedades autoorganizativas, y de esta manera no pueda emerger una nueva configuración criminal de ellas.

Un muy desafortunado ejemplo de los efectos de la lucha contra el crimen organizado desde el pensamiento lineal ha tenido lugar en nuestro país, donde se siguió la estrategia de eliminar a “las cabezas” de grupos delictivos, creyendo que con ello desconfigurarían las redes criminales, obteniendo a cambio una atomización de los nodos, cuyas propiedades autoorganizativas han dado lugar al surgimiento de nuevas redes cuya morfología y función es altamente difícil de identificar y atacar.

B. Modelos basados en agentes, complejidad y derecho

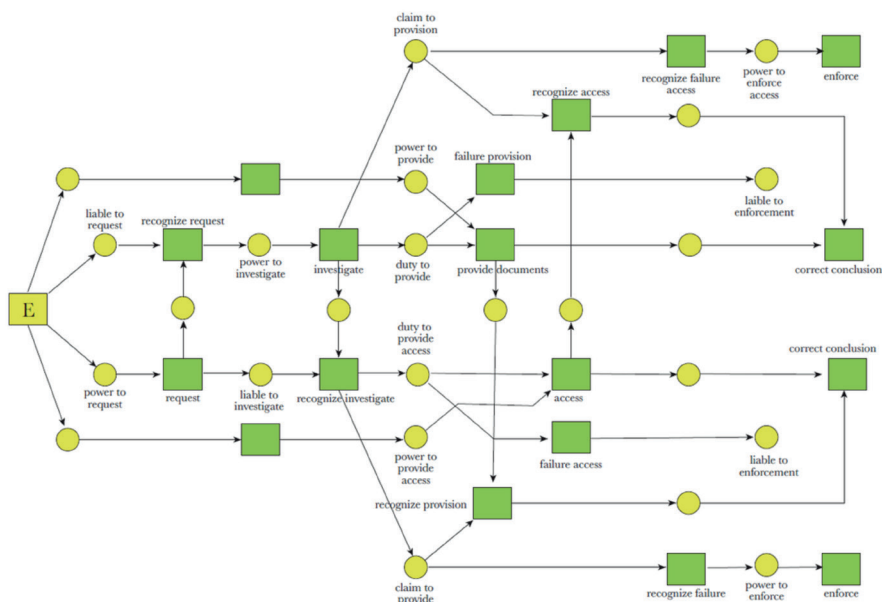
Deljoo, Van Engers, Gommans y De Laat, en su interesante trabajo presentado en la Conference on Complex Systems (2016), titulado *Regulating Complex Adaptive Systems?: Towards a Computational Model for Simulating the Effects of Rules*, desarrollaron un sistema multiagente basado en roles, cuyo objetivo es simular el impacto de las reglas en el comportamiento de diversos agentes, tanto individuales como organizaciones, así como los distintos tipos de relaciones que los conectan (objetivos, conflictos, cooperación, creencias, etcétera).

En el modelo, las relaciones entre los agentes tienen lugar en función de normas jurídicas contenidas en las leyes y en normas individualizadas, como contratos, convenios, etcétera.

Los agentes pueden cumplir o incumplir las normas. El estudio de las dinámicas de cumplimiento e incumplimiento, así como los patrones emergentes, constituyen el principal objeto de la investigación.

El simulador muestra la ineficiencia de los mecanismos de planificación predictiva centralizada usados para controlar la dinámica social con base en el reduccionismo determinista, generalmente empleados en el diseño de políticas públicas. El sistema pone de manifiesto que la inoperatividad de estos diseños obedece a la aleatoriedad de las respuestas rápidas y conjuntas de los agentes.

FIGURA 5. MODELO PARA SIMULAR LAS RELACIONES DE AGENTES EN FUNCIÓN DE NORMAS JURÍDICAS

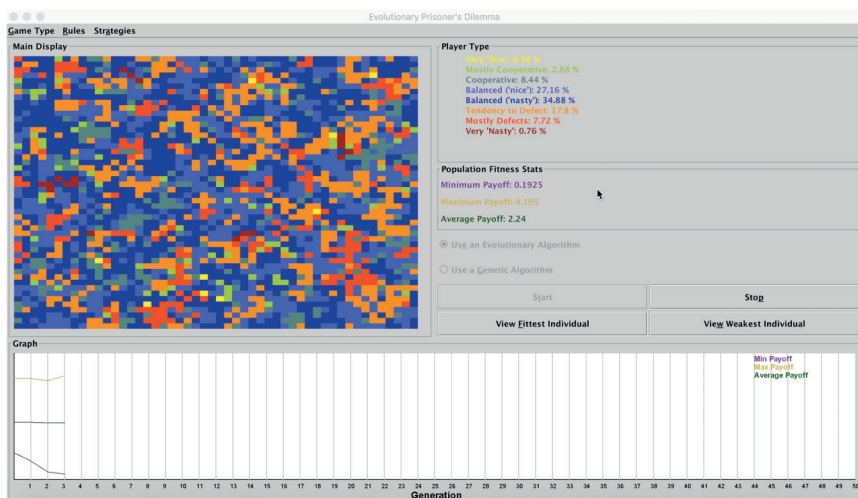


FUENTE: Deljoo *et al.*, 2016. Disponible en: <https://delaat.net/sarnet/2016-09-20-CCS2016.pdf>.

Otra interesante aplicación de modelos basados en agentes es el trabajo *Agent-based Models to Comprehend the General Data Protection Regulation*, que desarrollan Gerrit-Jan Zwenne, Kunbei Zhang y Aernout Schmidt, con el fin de comprender el reglamento general de protección de datos de la Unión Europea, presentado en la Conference on Complex Systems 2017, celebrada en Cancún.

Su pregunta principal es si el derecho a la portabilidad de datos dentro de la UE puede ser comprendido de manera coherente y simultánea por profesionales del derecho, la economía y la tecnología de la información.

FIGURA 6. SIMULACIÓN DEL MODELO DE RELACIONES
 ENTRE AGENTES



FUENTE: Deljoo *et al.*, 2016. Disponible en: <https://delaat.net/sarnet/2016-09-20-CCS2016.pdf>.

Su objetivo es generar un modelo que permita simular la dinámica emergente que habrá de seguirse de la regulación citada, con el fin de determinar la mejor solución estratégica posible. Para tales efectos, los autores desarrollaron dos modelos correspondientes a disciplinas diferentes (artes y ciencias). La ejecución de dichos modelos condujo a encuentros estocásticos repetibles entre los agentes de los que se obtuvo la selección de la mejor secuencia estratégica, condicionada a la temporalidad política en la que se desarrollaban. El resultado de la investigación muestra que un juego evolutivo inspirado en juegos como el dilema del prisionero, la caza del ciervo y el juego de la negociación son útiles para estudiar el comportamiento que habrá de seguir a la implementación de una reglamentación jurídica en el mundo real por parte de agentes racionales y poder seleccionar la dinámica que pueda satisfacer de la manera más equilibrada posible las expectativas de los sujetos jurídicos objeto de regulación.

C. *Fractales, complejidad, derecho e instituciones de acción colectiva*

Uno de los problemas centrales en la filosofía jurídica contemporánea es la reciente evolución del derecho, que ya no puede ser explicada por las teorías jurídicas tradicionales basadas en el concepto de derecho-Estado. Fenómenos como la globalización, una nueva toma de conciencia del pluralismo normativo y el hecho de que las normas generadas por el Estado interactúen con normas que generan sistemas normativos informales (hibridismo jurídico), hacen necesaria la construcción de un concepto de derecho desde un nuevo punto de partida.

Desde luego, no es este el lugar para dar cuenta de esta discusión filosófica; sin embargo, sirve como telón de fondo para ubicar la investigación realizada por Ofry y Malcai, (2019), presentada en la Ninth International Conference on Complex Systems, con el título *Institutions for Collective Action and Social Contagion-Community Gardens as a Case Study*, que se encuentra a medio camino entre una investigación sobre complejidad social y los problemas relativos a la búsqueda de un nuevo concepto de derecho. El marco de referencia de la investigación corresponde a la teoría de las instituciones de acción colectiva.

Con un cierto sabor a las investigaciones de Elinor Ostrom y su laureada investigación sobre el gobierno de los bienes comunes, los autores modelan el proceso de autoorganizatividad informal de comunidades emergentes en Jerusalén, a partir de jardines comunitarios.

Los conceptos de complejidad presentes en el fenómeno modelado son, como se ha indicado, autoorganizatividad, emergencia y fractalidad, pero también la propagación por contagio. A través de métodos cuantitativos propios de las ciencias de la complejidad, los autores miden las dimensiones temporal, espacial y espaciotemporal de la difusión de jardines comunitarios en Jerusalén.

El resultado sugiere que estas instituciones de acción colectiva presentan una estructura fractal libre de escala que se auto-

rreplica de un micro a un macronivel, manteniendo su estado de equilibrio derivado de los arreglos comunitarios generados auto-organizativamente.

El estudio tiene interesantes implicaciones para la comprensión de la eficiencia del gobierno de bienes comunes y el diseño de políticas públicas. Partiendo de un supuesto de la necesidad de regular jurídicamente esos procesos, el Estado podría inducir turbulencias con efectos contraproducentes respecto de lo que resulta ser más eficiente y natural sin su intervención.

D. Modelos basados en ecuaciones, complejidad y derecho

En diversas áreas del derecho, tales como el pago de impuestos o la propiedad intelectual, se presenta una peculiar interacción que recuerda al juego del gato y el ratón, interpretada por los legisladores y los sujetos de regulación. En esta interacción, los sujetos regulados se las ingenian para encontrar maneras de evitar el cumplimiento de la ley aprovechando lagunas o implementando subterfugios hermenéuticos, a lo que los legisladores responden con paquetes de reformas más rigurosas que vuelven a activar el ingenio de los reguladores, en una dinámica sin fin.

Esta dinámica es el objeto de modelado en la investigación realizada por Roithmayr, Chin, Fang y Levin, titulada “The Cat and Mouse Dynamics of Getting Around the Law” (2021).

Consiste en un modelo que parte de la propiedad coevolutiva de los sistemas adaptativos complejos, elaborado mediante un sistema de ecuaciones diferenciales, y toma como inspiración analógica modelos sobre la relación entre antibióticos y la resistencia evolutiva de los agentes patógenos.

El resultado del modelo es contraintuitivo respecto de la estrategia generalmente seguida por los legisladores, ya que muestra que una reacción moderada por parte de estos puede ser más eficaz que una respuesta rápida y agresiva.

Modelos como el que se presenta pueden ser de gran utilidad para abatir los costos que implica una re-regulación que, además de cara, de acuerdo con el modelo, suele ser contraproducente.

E. *Sistemas evolutivos, propagación y derecho constitucional comparado*

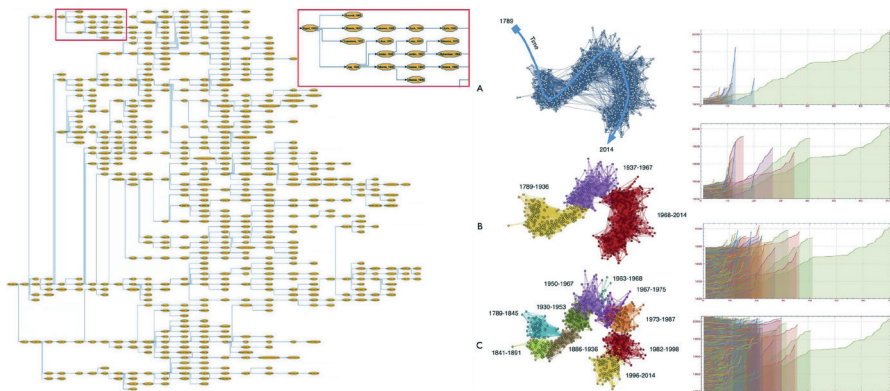
Según una concepción ampliamente compartida, las Constituciones son el producto de un contrato social celebrado entre los integrantes de una comunidad política dada.

Una investigación realizada por Rockmore, Fang, Foti, Ginsburg, Krakauer (Rockmore *et al.*, 2018), titulada “The Cultural Evolution of National Constitutions”, inspirada en la llamada teoría de memes, muestra que el contenido de las Constituciones es producto de patrones de comportamiento cultural, de propagación y, de manera marginal, de innovación. Para ello estudian Constituciones de 591 diferentes países a lo largo de la historia.

Los investigadores parten de una metáfora teórica generada a partir de la propagación de enfermedades infecciosas y la genética. Su estrategia metodológica consiste en dar tratamiento estadístico a los conceptos contenidos en los textos constitucionales objeto de estudio, lo que les permite mostrar la herencia de estos conceptos entre las Constituciones analizadas a partir de la Constitución de Estados Unidos de 1789, así como la poca capacidad innovadora del constitucionalismo internacional.

Lo anterior sugiere que la ontología compartida por las Constituciones a nivel mundial corresponde a un sistema en estado de equilibrio y resiliente a cambios radicales, lo que explica la relativa uniformidad conceptual que caracteriza al constitucionalismo desde hace varios siglos.

FIGURA 7. MEMÉTICA CONSTITUCIONAL



FUENTE: Rockmore *et al.*, 2018: 486 y 487.

F. *Sistemas adaptativos complejos y derecho comercial internacional*

En su trabajo titulado “The Trade Regime as a Complex Adaptive System: Exploration and Exploitation of Environmental Norms in Trade Agreements”, Morin, Pauwelyn y Hollway (2017) proponen dejar de analizar el régimen comercial desde la perspectiva de la mecánica newtoniana, como se hace habitualmente, para considerarlo como un sistema adaptativo complejo en fluctuación constante entre estados de equilibrio y caos. Para tales efectos, analizan 280 disposiciones ambientales contenidas en 680 acuerdos comerciales.

El modelo muestra la manera en que los negociadores comerciales exploran simultáneamente nuevas bases de negociación, al tiempo que adoptan las normas ya existentes, y que, a pesar de su indudable expansión, la dinámica de las negociaciones sigue presentando un patrón semejante al que tenía lugar hace 50 años.

G. *Turbulencias, complejidad, derecho y democracia*

Uno de los conceptos más empleados y discutidos en la ciencia política, la sociología, el derecho, la filosofía y en los discursos de los políticos es el de “democracia” (directa o participativa, indirecta o representativa, líquida, etcétera).

A pesar de sus diferentes acepciones, la idea central de la democracia como sistema de organización política se refiere a la libre e igual participación de los ciudadanos en la formulación y toma de decisiones públicas.

Sin embargo, este noble ideal encuentra grandes obstáculos en la práctica, como el hecho de que no todos los ciudadanos tienen las mismas concepciones del mundo ni la capacidad para comprender los problemas implicados en el diseño de políticas públicas. Su libertad de decisión se relativiza por la influencia de la mercadotecnia política y, en los últimos tiempos, el uso de *bots* y redes de *bots* capaces de influir en las elecciones políticas mediante la manipulación estratégica de contenidos e inducción de interacciones sociales.

En este terreno son de resaltar dos investigaciones, cuyo objeto es identificar y contribuir a neutralizar la influencia de los *bots*.

Una es desarrollada por Barabassi (2018) bajo el título *Bots and Their Influence During the Mexican Presidential Election. A network Science Perspective*; la otra fue desarrollada por Ricardo Mansilla Corona para el monitoreo de las elecciones presidenciales de 2012 en México (lamentablemente ya no se encuentra disponible, pero era posible consultarla en <http://monitoreoelectoralmexico.com.mx>).

La metodología de esta investigación consistió en analizar grandes cantidades de información contenida en las redes sociales sobre contendientes electorales y modelar cuántos de esos seguidores son humanos, cuántos son *bots* y cuántas redes de seguidores han sido generadas por los segundos. En el caso de la investigación de Barabassi, analizó un millón de cuentas de Twitter e identificó que el 53% eran *bots*.

En el proyecto desarrollado por Ricardo Mansilla Corona con el título “La sociedad de los algoritmos: sus implicaciones para las ciencias jurídicas”, además de identificar *bots*, usó un algoritmo capaz de analizar las emociones de la gente a partir de los textos de sus comunicaciones en redes sociales a efecto de catalogarlos mediante un clasificador bayesiano independientemente de la multiplicidad de sus variantes expresivas en el lenguaje coloquial. Con base en estos resultados, el sistema realizó pronósticos de resultados electorales con una gran precisión.

V. DESARROLLO Y ANÁLISIS ORIGINAL
DE LA INVESTIGACIÓN PARTICULAR DEL AUTOR:
“EL CONSTRUCTIVISMO JURÍDICO COMPLEJO, UN NUEVO
PARADIGMA EN LA TEORÍA DEL DERECHO”

1. *En busca de la identidad epistémica de la complejidad y el derecho*

A. *Recapitulación*

El objetivo principal de este trabajo es analizar el estado del arte de la identidad epistémica de la complejidad y el derecho como una interdisciplina autónoma de la complejidad equivalente a otras. Hemos partido de una revisión de las propiedades presentes en disciplinas o interdisciplinas maduras, con base en conceptos centrales de la sociología de la ciencia. Hemos descrito la situación que guarda la complejidad y el derecho respecto de algunas de esas propiedades, como es el caso de la existencia de una comunidad epistémica internacional, la organización de eventos internacionales, el inicio de algunas agrupaciones, así como el inicio de una agenda de problemas propios de la complejidad y el derecho, tanto en lo relativo a una nueva forma de teoría general del derecho como respecto de los modelos semejantes a los de otras interdisciplinas.

Llegado este punto, es conveniente realizar un análisis preliminar del estado que guarda la nueva interdisciplina con base en sus dos elementos principales: los modelos conceptuales y los modelos semejantes a los de otras áreas del conocimiento.

B. La metáfora del rompecabezas dinámico evolutivo

A partir de este momento seguiré como hilo conductor una metáfora mediante la que propongo ver a la ciencia no como el resultado de un proceso progresivo en el que cada nuevo conocimiento es un eslabón firme al que sigue otro, sino más bien como un rompecabezas dinámico y evolutivo en el que pueden participar múltiples jugadores, dinámico porque cada nueva pieza puede modificar a las demás; evolutivo porque va cambiando en función de las piezas agregadas a lo largo del tiempo por parte de los miembros del club de rompecabezas, es decir, quienes han sido aceptados como parte de la comunidad científica. De las propiedades anteriores se sigue que nunca tendremos una imagen preconcebida que permita saber cuándo hemos completado el rompecabezas. A lo más que podemos aspirar es a tener imágenes hipotéticas susceptibles de ser completadas parcialmente sin tener garantía de completitud en ningún momento. Algo semejante a lo que ocurrió con la tabla periódica de los elementos químicos de Mendeléyev, que establecía un lugar para elementos (piezas del rompecabezas) aún no descubiertos, que posteriormente fueron encontrados, e incluso tuvo que ser modificada para adaptarla a descubrimientos que no tenían lugar en la tabla original. A continuación, propongo un modelo de la evolución del estado del arte de la complejidad y el derecho, dividido en tres estadios.

a. Primer estadio: la inconexión entre modelos conceptuales y MEODACS

Un primer golpe de vista pone de manifiesto que los modelos conceptuales y los modelos equivalentes a los desarrollados en

otras áreas de la complejidad (en adelante MEODACS) están inconexos, como si el nivel de desarrollo de la interdisciplina sólo tuviera piezas dispersas.

Las propiedades de un sistema complejo encontradas en el derecho por Ruhl (1996) y T. E. Webb (2014) no funcionan como marco teórico en ningún MEODAC. Ninguno modela los tres tipos de atractores ni las catástrofes que Ruhl encuentra en el derecho. De igual manera, ninguno modela el conocimiento necesariamente parcial y local del sistema por parte de los agentes ni el hecho de que el sistema tenga memoria y olvido selectivo ni la posibilidad de vencer la resiliencia de un sistema emergente inmoral a través de la ética, como propone T. E. Webb. En otras palabras, las propiedades conceptuales atribuidas al derecho no han sido expresamente validadas a través de MEODACS.

Respecto de los MEODACS, a excepción de los estudios de redes normativas, los demás desarrollos son totalmente independientes, elaborados en función de los intereses particulares de cada investigador, sin que puedan ser ubicados dentro de un marco teórico general.

A pesar del posible pesimismo generado por este primer estadio, contamos con elementos suficientes (otras piezas) que pueden contribuir de manera importante a vislumbrar una imagen emergente de nuestro rompecabezas.

b. Segundo estadio: complejidad, derecho y filosofía jurídica

Como suele suceder en todas las áreas, el conocimiento más abstracto y comprensivo corresponde a la filosofía. Para los fines de este trabajo, a la filosofía del derecho, de donde tomaremos las nuevas piezas del rompecabezas.

Por razones tanto temáticas como de espacio, no me puedo extender aquí en consideraciones filosóficas, y sólo puedo esbozar la relación entre complejidad, derecho y filosofía jurídica, tema del que me ocuparé en otro trabajo. Sirva como aportación

de este ensayo el hecho de presentar por primera vez la relación entre modelos conceptuales de la filosofía jurídica y los MEO-DACS, entendidos como una continuación de las ideas centrales de algunas de esas teorías.

i) Filosofía jurídica analítica y redes normativas

Es una de las corrientes más influyentes en la filosofía jurídica. De ella existen diversas vertientes; pero una ampliamente extendida considera que todo sistema jurídico está formado por enunciados prescriptivos y definiciones que pueden identificarse como pertenecientes a un sistema dado por satisfacer un criterio de membresía, que varía de una teoría a otra; el derecho es el conjunto de mandatos emitidos por el soberano a los súbditos de una comunidad política (Austin, 1995); el derecho es el conjunto de normas que son reconocidas como tales por los operadores jurídicos, como lo que sanciona la reina en el Parlamento inglés, o lo que es producido por los legisladores (Hart, 1961); son normas del sistema las creadas conforme a normas válidas pertenecientes al mismo sistema, pero de jerarquía superior (Kelsen, 1982), etcétera. Gracias a que tenemos estos criterios, en México se fundamenta una sentencia por homicidio (por ejemplo) con base en una norma del Código Penal mexicano, y no en la prohibición contenida en los diez mandamientos o en un artículo de un código extranjero, aunque contengan la misma prescripción.

La relación de este enfoque filosófico, la complejidad y el derecho se pone de relieve en los modelos sobre redes normativas, con la diferencia fundamental de que éstos sustituyen a las teorías del sistema normativo como un sistema jerárquico y deductivo, por otra teoría en la que las normas dan lugar a urdimbres reticulares de conexiones con propiedades susceptibles de ser medidas con la métrica de la teoría de redes complejas.

- ii) Realismo jurídico americano y redes predictivas; realismo jurídico escandinavo y modelos basados en agentes

Si en la filosofía jurídica analítica la principal preocupación teórica está en caracterizar al derecho como un sistema de normas, otra tradición, conocida como “realismo jurídico”, propone entender al derecho como dinámica social. Esta tradición está representada por dos vertientes: el realismo jurídico americano, referido por Ruhl (1996) en sus críticas contra el reduccionismo determinista del positivismo jurídico, y el realismo jurídico escandinavo, representado por Alf Ross, Karl Olivecrona y Axel Hägerström.

Para los realistas americanos, el derecho no es otra cosa sino el conjunto de predicciones de la forma en que decidirán los jueces. Algunas frases que resumen su pensamiento son: “el juez es la máxima expresión, ya no es el legislador”; “el derecho es lo que los jueces dicen que es”; “el derecho es la profecía de lo que los jueces harán”; “el derecho estatal es el derecho de papel (de mentira)”; “el derecho real es el que los jueces aplican”.

De la misma manera que los sistemas de redes normativas pueden considerarse una continuación de, o al menos ser compatibles con los postulados de la filosofía jurídica analítica, modelos como el de la emergencia y predicción de los efectos de redes de decisiones judiciales son una continuación de los postulados del realismo jurídico americano.

El realismo escandinavo, por su parte, se caracteriza por considerar que sólo las realidades acaecidas en el espacio y el tiempo pueden ser objeto de estudio científico, y, por ello, las normas jurídicas, en tanto prescripciones valorativas, carecen del estatus necesario para ser estudiadas científicamente. Para ellos, las normas no son sino estímulos que motivan una cierta conducta que puede ser objeto de estudio, de la misma manera que cualquier otra, mediante experimentos conductistas que buscan constatar

tar el cambio conductual perceptible observacionalmente como consecuencia de un estímulo generalmente aversivo.

La relación de la complejidad y el derecho con esta tradición filosófica queda ilustrada por proyectos como el modelo basado en agentes, que busca simular el comportamiento de sujetos normativos y sus patrones de cumplimiento o incumplimiento del derecho.

c. Constructivismo jurídico complejo: una propuesta de tercer estadio

i) Definiciones básicas

Durante ya varios años he estado interesado en desarrollar un nuevo enfoque que integre con el derecho dos de las disciplinas que están revolucionando de manera transversal a distintas disciplinas: las ciencias de la complejidad y la ciencia cognitiva. A esta concepción paradigmática la denomino constructivismo jurídico complejo (CJC), el cual defino como: un nuevo enfoque epistémico, teórico y metodológico cuyo objetivo es actualizar nuestra comprensión de la manera en que el derecho positivo y la teoría jurídica inciden en los procesos de construcción social de la realidad a través de agentes individuales e instituciones.

En algún sentido, el CJC puede considerarse como una particular teoría de la eficacia jurídica. Para el CJC, el término “derecho” se define como el conjunto de textos (artefactos epistémicos y normativos) constituyentes, o constituidos por agentes creados por textos pertenecientes al mismo conjunto, que constituyen *potenciales de significación y de acción* a partir de su corporeización como reglas de interacción por parte de los operadores jurídicos y de la sociedad civil.

Algunos de los conceptos centrales del CJC son: el derecho es un sistema de reglas constitutivas (contenidas en los textos de derecho positivo) que hacen posible la existencia de un ámbito de hechos jurídicos institucionales. Las reglas constitutivas son

proposiciones necesarias para la existencia de ciertos hechos. Por ejemplo, los hechos ajedrecísticos sólo pueden existir en el mundo porque ciertas reglas han creado la posibilidad de su existencia. Los modelos mentales de los operadores jurídicos están constituidos por andamios cognitivos que incluyen, entre otras, la incorporación de enunciados normativos contenidos en leyes y jurisprudencia, las diversas teorías jurídicas (tanto dogmáticas como filosóficas) suscritas por el operador, las teorías implícitas de carácter subjetivo, las creencias morales, etcétera.

Con base en lo anterior, el derecho, visto como una realidad social que emerge en el ámbito de los hechos jurídicos institucionales generados por la propiedad constitutiva de las normas jurídicas, puede modelarse conceptualmente con las siguientes propiedades: es dinámico; evolutivo; multinivel, dado que parte de un nivel básico constituido de procesos subsimbólicos corporeizados y autoorganizativos de los que emerge la actividad simbólica consciente de agentes individuales (operadores jurídicos), que a su vez se organizan en instituciones (órganos gubernamentales), de cuya interacción emergen redes de redes institucionales, que a su vez interactúan con la sociedad civil; multiescala, tanto funcional como temporal, ya que distintas instituciones (redes) operan con tiempos diferentes y efectos en niveles jerárquicos distintos; es heterogéneo, dado que está constituido por agentes de diversas clases; multiplexor, porque cada agente puede permutar a diferentes estados de cognición corporeizada de manera situacional; adaptativo, ya que puede acoplarse a cambios y absorber turbulencias provenientes del entorno; autopoietico, en el sentido de que a pesar de su dinamismo mantiene su identidad; propagativo, ya que socializa a los agentes que a él se incorporan; redundante, porque los agentes socializados se vuelven en agentes socializadores; en estado de equilibrio y frecuentemente con un alto grado de robustez, *i. e.* con repulsores que lo blindan a los cambios que pudieran provenir por parte de la sociedad civil, base de la democracia.

Con base en la anterior definición, pareciera que se asume que la dinámica del derecho es producto del seguimiento de lo establecido por las normas, y, por tanto, no hay lugar a conductas ilícitas, lo que sería sumamente iluso. Dentro de la dinámica del sistema, y presuponiendo los marcos constitutivos del mismo, emergen normatividades complementarias que van en contra del derecho, uno de cuyos ejemplos más claros es la corrupción. Por ejemplo, un agente de tránsito que pide dinero a cambio de no levantar una infracción puede hacerlo porque desempeña un rol creado por el poder constitutivo del derecho.

*ii) El CJC como marco de referencia
para el tercer estadio*

En páginas anteriores se aludió a la metáfora del rompecabezas dinámico evolutivo y a la tabla periódica de los elementos como la estantería donde podrían ubicarse las piezas de un rompecabezas de la química dentro de un todo coherente equivalente a la imagen de un rompecabezas. El marco teórico del CJC aspira a cumplir la misma función respecto de la relación entre complejidad y derecho.

En el segundo estadio vimos que la relación entre teorías filosófico-jurídicas y los MEODACS proporciona una imagen más completa de la complejidad y el derecho como una nueva interdisciplina con estructura coherente. Sin embargo, aún quedaban piezas sueltas correspondientes a las propiedades atribuidas por Ruhl (1996) y T. E. Webb (2014); así, los MEDOACS relativos a la fractalidad y las acciones colectivas; al modelo basado en ecuaciones; al sistema evolutivo de propagación conceptual en el derecho constitucional; la red adaptativa compleja emergente de transacciones en derecho comercial internacional; al modelo sobre turbulencias y democracia, y las redes adaptativas complejas relativas a la seguridad nacional y lucha contra el crimen organizado.

El CJC como tercer estadio juega el mismo papel que la tabla periódica de los elementos, en el sentido de que proporciona un lugar tanto para la relación entre complejidad, derecho y filosofía jurídica como para los desarrollos que quedan fuera del segundo estadio.

La concepción analítica de la filosofía y las redes normativas queda comprendida por el CJC en tanto que las proposiciones normativas son parte de los andamios cognitivos que constituyen los modelos mentales de los operadores jurídicos; la concepción del derecho como una dinámica emergente de procesos psicosociales defendida por los realistas escandinavos, así como el modelo basado en agente sobre la eficacia normativa, encuentra su lugar en el CJC dentro de la dimensión de los hechos jurídicos institucionales; dentro de ésta también quedan comprendidos los jueces y sus sentencias, preocupación principal del realismo jurídico americano y el modelo de predicción de redes de decisiones judiciales.

Las propiedades de los sistemas complejos atribuidas al derecho por parte de Ruhl (1996) y T. E. Webb (2014), así como el resto de los MEODACS y sus presupuestos teóricos, también encuentran su sitio en el marco de los hechos jurídicos institucionales: el estudio sobre fractalidad y derecho corresponde a la interacción autoorganizativa de la sociedad civil, que debe ser tomada en cuenta por los legisladores para no inducir turbulencias con efectos contraproducentes; el sistema de ecuaciones diferenciales modela la dinámica coevolutiva entre agentes institucionales (los órganos de hacienda pública) y la sociedad civil; el sistema evolutivo de propagación constitucional y la homogeneización conceptual emergente derivada de la comunicación realizada entre culturas constitucionales distintas; la red adaptativa compleja del derecho comercial es un ejemplo de la interacción entre redes de redes de agentes de la sociedad civil regulada por el derecho comercial internacional; el modelo sobre turbulencias y democracia encuentra su sitio en la interacción autoorganizativa de la sociedad civil regulada por el derecho electoral y las

redes adaptativas complejas relativas a la seguridad nacional y lucha contra el crimen organizado en las instituciones públicas creadas por virtud de la constitutividad normativa del derecho para salvaguardar la seguridad y combatir el crimen.

iii) Los MEDOACS del CJC

El CJC no se ha limitado a proporcionar un marco teórico donde ubicar tanto las propuestas conceptuales como los MEDOACS desarrollados hasta el momento. También ha dado lugar al desarrollo de modelos basados en la complejidad:

Gracias al Conacyt, que ha tenido a bien apoyar el desarrollo del CJC a través del proyecto “Constructivismo jurídico complejo: cognición, complejidad y derecho”, dentro del programa *Fronteras de la Ciencia*, hemos iniciado una investigación sobre modelos mentales del razonamiento judicial conectando tres modelos que corresponden a tres niveles de un gran sistema complejo:

- a) El primero corresponde a neuroderecho, se ubica al nivel subsimbólico de los modelos mentales de razonamiento judicial y ha sido desarrollado con mi equipo de investigación, integrado por la investigadora en derecho Carmen Patricia López Olvera y los neurocientíficos Daniel Atilano Barbosa, Lidia López Bejarano, Susana Ivette González Arredondo y Manuel García. Su objetivo es analizar procesos de cognición corporeizada localizables en los correlatos neuronales que se activan en el cerebro ante la narrativa de distintos tipos de casos. Los modelos mentales de los jueces se consideran como redes de teorías implícitas correspondientes a creencias morales, teorías dogmáticas, teorías filosófico-jurídicas, creencias subjetivas, factores emocionales, etcétera. Una parte importante de este subproyecto consiste en el estudio de la forma en que los jueces resuelven casos en los que deben enfrentar dilemas jurídico-morales. Para ello se les solicita asumir

la verdad de las proposiciones aseverativas de hechos jurídicamente relevantes contenidas en fichas de elicitación desarrolladas para tal efecto. El registro de la actividad corporeizada se realiza con equipos electroencefalográfico y electrodérmico.

- b) El segundo modelo corresponde a un nivel que emerge del primero, y versa sobre el procesamiento simbólico que tiene lugar en los modelos mentales de los jueces. Consiste en un sistema inteligente tipo *machine learning*, cuyos objetivos son: modelar el proceso de ponderación probatoria de los jueces considerando su mente como un espacio vectorial, y generar patrones emergentes de la cognición grupal de la comunidad epistémica judicial. Su fin práctico es servir como sistema de recomendaciones que estandarice la operación de la institución mediante la “manipulación” del principio psicológico de homofilia. Este modelo se conecta con el del primero al representar los procesos que preceden a las proposiciones aseverativas de hechos que en aquél se asumen como verdaderas. En este segundo nivel se pueden incluir las razones morales presentes en los dilemas jurídico-morales del primero, con el fin de analizar los cambios que sufre la solución dada a los casos a nivel subsimbólico cuando los jueces han tenido que realizar el trabajo epistémico necesario para la determinación de la verdad, en lugar de darla por sentada, como ocurre en el primer nivel. Este sistema, denominado Expertus II (Cáceres Nieto, 2019), se ha desarrollado con la colaboración del matemático computacional Ricardo Mansilla Sánchez.
- c) El tercer modelo ha sido desarrollado conjuntamente con el doctor en matemáticas Iván Vladimir, del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (II-MAS) de la UNAM, y se relaciona de manera indirecta con los otros dos, ya que no corresponde a casos donde se deban resolver dilemas jurídico-morales, sino a casos de la

Corte Interamericana de Derechos Humanos que revisa violaciones a los derechos contenidos en la Convención Americana sobre Derechos Humanos por parte de los Estados miembros del sistema interamericano. Estas decisiones constituyen lo que se ha dado en llamar *ius commune* latinoamericano.

Se trata de un sistema generador y visualizador de la red adaptativa compleja que emerge de la relación entre sentencias emitidas por la Corte Interamericana de Derechos Humanos en contra de Estados miembros del sistema interamericano y diversas fuentes de derecho internacional. Cabe destacar que, en comparación con otras redes normativas, como las expuestas previamente, no se trata de una aplicación de la teoría de redes a una entidad estática, como es el caso de un código o varios códigos relacionados, ni tampoco conecta únicamente enunciados normativos de derecho estatutario. A partir de una teoría hipertextual del derecho, que incluye una teoría de marcadores semánticos de conectividad normativa, el sistema establece automáticamente las conexiones entre las sentencias de los distintos países que conforman el sistema interamericano, y las disposiciones en que las fundamentan. Estas fuentes pueden ser muy diversas y rompen con los criterios tradicionales de membresía de las normas a un sistema jurídico.

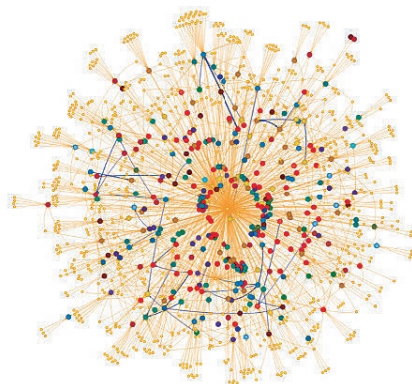
En la actualidad son muchos los insumos que sirven de fundamento a las decisiones del *ius commune* latinoamericano que no han sido producidas ni ratificadas por los cuerpos legislativos locales, y ni siquiera corresponden a decisiones judiciales previas. En esta situación, que recuerda una de las tesis sostenidas por T. E. Webb (2014), ninguna mente humana es capaz de conocer la totalidad de la red, y menos su evolución. En este sentido, el sistema desarrollado se puede considerar como un proyecto de inteligencia artificial que modela una mente asociativa que supera a las limitaciones humanas.

Algunas de las redes emergentes y su métrica se muestran a continuación.

FIGURA 8. RED COMPLETA DE LAS SENTENCIAS DE LOS PAÍSES MIEMBROS DEL SIDH

Full network*

- >10 citations*
- 343 cases
- 740 other documents
- 1869 citations
- Density 0.00146
- Max centrality: 0.30961
- Avg. centrality: 0.00292

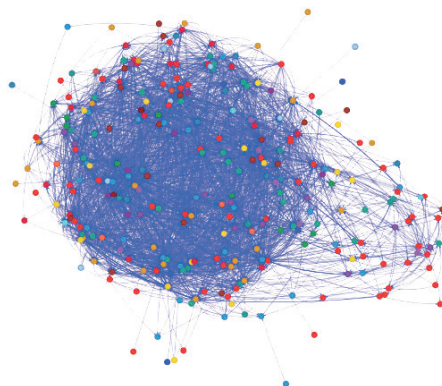


FUENTE: Meza Ruiz y Cáceres Nieto, 2018.

FIGURA 9. RED DE CASOS

Only cases

- >1 citations*
- 280 cases
- 3851 other documents
- 1869 citations
- Density 0.04929
- Max centrality: 0.34408
- Avg. centrality: 0.09859

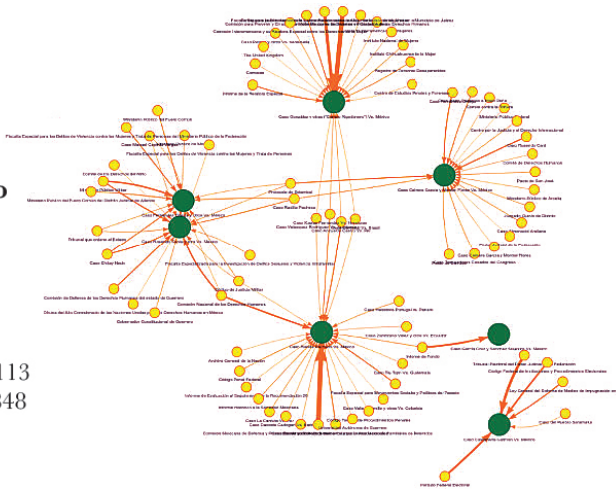


FUENTE: Meza Ruiz y Cáceres Nieto, 2018.

FIGURA 10. RED HIPERTEXTUAL DE MÉXICO

Hypertextual network Mexico

- >5 citations*
- 7 cases
- 173 citations
- Density 0.1424
- Max centrality: 0.29113
- Avg. centrality: 0.02848

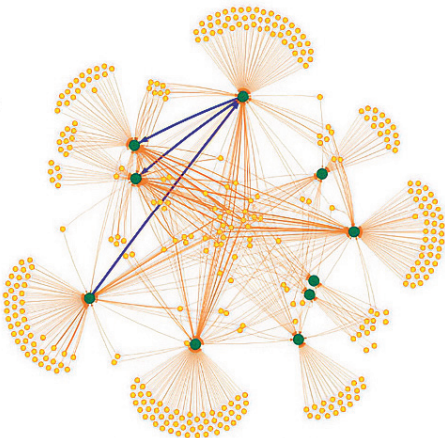


FUENTE: Meza Ruiz y Cáceres Nieto, 2018.

FIGURA 11. RED HIPERTEXTUAL DE MÉXICO
A NIVEL DE ARTÍCULOS

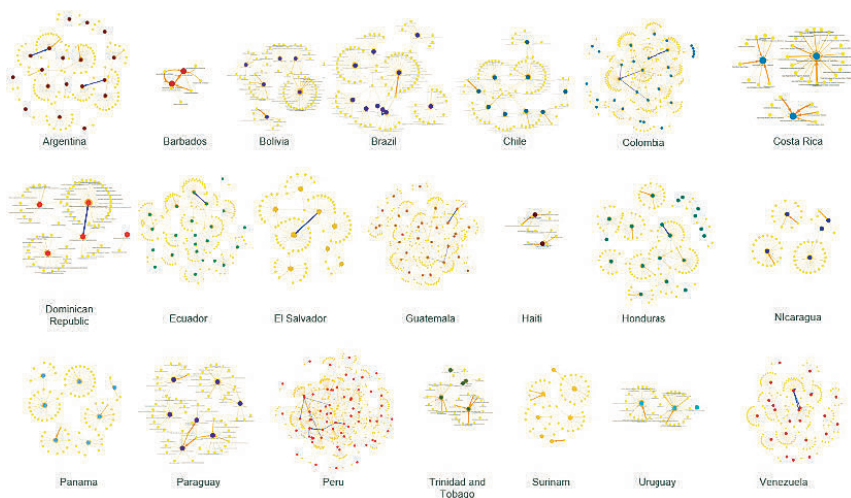
Hypertextual network Mexic Article level

- >1 citations
- 10 cases
- 73 citations
- Density 0.04928
- Max centrality: 0.38095
- Avg. centrality: 0.04928



FUENTE: Meza Ruiz y Cáceres Nieto, 2018.

FIGURA 12. REDES COMPARADAS POR PAÍSES



FUENTE: Meza Ruiz y Cáceres Nieto, 2018.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

El hilo conductor de esta investigación ha sido inquirir por la identidad epistémica de la interdisciplina derecho y complejidad.

Iniciamos con una revisión de los criterios que, según la sociología de la ciencia, suelen estar presentes en las ciencias o interdisciplinas consolidadas. A pesar de que complejidad y derecho aún se encuentra en proceso de cristalización, hemos encontrado que satisface varias de estas propiedades, como la organización de congresos internacionales y la conformación de una incipiente comunidad epistémica internacional. Respecto a la parte más importante para determinar su identidad epistémica, he emprendido la revisión de la producción académica realizada hasta el momento, lo que me permitió identificar un núcleo de trabajos rigurosos a partir de los cuales he propuesto un marco teórico que les da conexión coherente y permite sostener que compleji-

dad y derecho cuenta con una identidad epistémica equivalente a la de otras interdisciplinas.

Desde luego, aún queda mucho camino por andar: hacen falta publicaciones especializadas, la generación de cursos específicos sobre la materia, cátedras especiales y un largo etcétera, que seguramente veremos florecer en el futuro.

Quiénes hemos iniciado esta fascinante aventura académica confiamos en que la estrella que se incorpora a la constelación de las ciencias de la complejidad brillará cada vez más en el firmamento de una época de cambios paradigmáticos que renuevan la esperanza de acercarnos al ideal regulativo de alcanzar un mundo cada vez mejor.

VII. BIBLIOGRAFÍA EMPLEADA

- AUSTIN, J., 1995, *Austin: The Province of Jurisprudence Determined* (W. E. Rumble, ed.), Cambridge University Press. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511521546>.
- BARABASI, A.-L., 2018, *Bots and Their Influence During the Mexican Presidential Election. A Network Science Perspective*. Disponible en: <http://maven7us.com/bot-analysis/>.
- BOMMARITO, M. J. y KATZ, D. M., 2010, "A Mathematical Approach to the Study of the United States Code", *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 389 (19), 4195-4200. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2010.05.057>.
- BOULET, R. et al., 2010, "Network Analysis of the French Environmental Cod", en *AICOL Workshops 2009, LNAI 6237* (pp. 39-53), Springer. Disponible en: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1201/1201.1259.pdf>.
- CÁCERES NIETO, E., 2019, *Expertius II*. Disponible en: <http://expertius.mx/login?next=%2F>.
- CÁRCOVA, C. M., 1998, "Complejidad y derecho", *Doxa. Cuadernos de Filosofía Del Derecho*, 21-v2, 65-78. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/DOXA1998.21.2.05>.

- CASANOVAS, P. *et al.* (eds.), 2014, *AI Approaches to the Complexity of Legal Systems*, Springer. Disponible en: <https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-662-45960-7>.
- DELJOO, A. *et al.*, 2016, “Conference on Complex Systems”, *Regulating Complex Adaptive Systems: Towards a Computational Model for Simulating the Effects of Rules*. Disponible en: <https://dare.uva.nl/search?identifier=1b6045dd-ca2f-452b-9279-b445d4d208d3>.
- FABÓ, E. *et al.* (eds.), 2017, *Systemic Actions in Complex Scenarios*, Cambridge Scholars Publishing. Disponible en: <https://www.cambridgescholars.com/product/978-1-5275-0006-8>.
- HART, H. L. A., 1961, *The Concept of Law*, Oxford University Press.
- KATZ, D. M. y BOMMARITO, M. J., 2014, “Measuring the Complexity of the Law: The United States Code”, *Artificial Intelligence and Law*, 22(4), 337-374. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10506-014-9160-8>.
- KATZ, D. M. *et al.*, 2017, “A General Approach for Predicting the Behavior of the Supreme Court of the United States”, *PLOS ONE*, 12(4), e0174698. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174698>.
- KELSEN, H., 1982, *Teoría pura del derecho* (2a. ed.), UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas. Disponible en: <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/1039-teoria-pura-del-derecho-2a-ed>.
- LEARY, R. y THOMAS, J., 2011, “How Complexity Theory is Changing the Role of Analysis in Law Enforcement and National Security”, *Intelligence Management* (pp. 61-78), Springer. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2140-4_5.
- MAZZEGA, P. *et al.*, 2010, “Network Analysis of the French Environmental Code”, *All Approaches to the Complexity of Legal Systems*. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1201.1259>.
- MEZA RUIZ, I. V. y CÁCERES NIETO, E., 2018, VII Jornadas Internacionales de Filosofía del Derecho. *Hypertextual Legal Theory: An Application of Discrete Mathematics for Modeling Transnational Legal Connectivity*. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=>

MZEGKMXl71c&list=PLh8HirqwqM1ysZ3QW_CMb-Lktx_f1c-LS&index=7.

- MONES, E. *et al.*, 2021, “Emergence of Network Effects and Predictability in the Judicial System”, *Scientific Reports*, 11(1), 2740. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82430-x>.
- MORIN, J.-F. *et al.*, 2017, “The Trade Regime as a Complex Adaptive System: Exploration and Exploitation of Environmental Norms in Trade Agreements”, *Journal of International Economic Law*, 20(2), 365-390. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jiel/jgx013>.
- MURRAY, J. *et al.* (eds.), 2019, *Complexity Theory and Law Mapping an Emergent Jurisprudence*. Routledge. Disponible en: <https://www.routledge.com/Complexity-Theory-and-Law-Mapping-an-Emergent-Jurisprudence/Murray-Webb-Wheatley/p/book/9780367895259>
- ROCKMORE, D. N. *et al.*, 2018, “The Cultural Evolution of National Constitutions”, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 69(3), 483-494. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/asi.23971>.
- ROITHMAYR, D. *et al.*, 2021, “The Cat and Mouse of Getting Around the Law”, en *Proceedings of the 2019 International Conference of The Computational Social Science Society of the Americas* (pp. 73-82). Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77517-9_6.
- RUHL, J. B., 1996, “Complexity Theory as a Paradigm for the Dynamical Law-and-Society System: A Wake-Up Call for Legal Reductionism and the Modern Administrative State”, *Duke Law Journal*, 45(5), 849. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1372975>.
- RUHL, J. B. *et al.*, 2017, “Harnessing Legal Complexity”, *Science*, 355(6332), 1377-1378. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.aag3013>.
- WEBB, J., 2005, “Law, Ethics, and Complexity: Complexity Theory y (and) the Normative Reconstruction of Law”, *Cleveland State Law Review*, 52, 227-241. Disponible en: <https://engal->

gedscholarship.csuohio.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1277&context=clevstlrev.

WEBB, T. E., 2014, “Tracing an Outline of Legal Complexity”, *Ratio Juris*, 27(4), 477-495. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/raju.12056>.

XENITIDOU, M. y EDMONDS, B. (eds.), 2014, *The Complexity of Social Norms*, Springer International Publishing. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05308-0>.

VIII. BIBLIOGRAFÍA DEL AUTOR

CÁCERES NIETO, Enrique, 2007, *Constructivismo jurídico y metateoría del derecho*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.

——— 2006, “Judicial Constructivism and Artificial Intelligence Applied to Law”, en FREEMAN, Michael, *Law, Mind & Brain*, England, Oxford University Press.

——— 2007, “A Legal Constructivist Model for the Determination of Facts”, *Proceedings of the 11th International Conference on Artificial Intelligence and Law*, Estados Unidos, Stanford.

——— 2007, “Judicial Decision Support Systems and Legal Cognitive Constructivism”, *Book of SW Abstracts, IVR*, Cracovia, Polonia. www.law.wj.edu.pl/ivr2007/abstracts_sw.pdf.

——— 2008, “Constructivismo jurídico fáctico y elicitación del conocimiento en el proyecto Conacyt-IIJ-CCADET-STJT”, en FERRER MAC-GREGOR, Eduardo y ZALDÍVAR LELO DE LARREA, Arturo (coords.), *La ciencia del derecho procesal constitucional. Estudios en homenaje a Héctor Fix-Zamudio en sus cincuenta años como investigador del derecho*, t. XI: *Justicia, federalismo y derecho constitucional*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.

——— 2009, “Steps Towards a Constructivist and Coherentist Theory of Judicial Reasoning in Civil Law Tradition”, *Proce-*

- edings of the “Law and Neuroscience Colloquium”, Estados Unidos, UCL.*
- 2010, *Introducción práctica al calculo lógico aplicado al derecho*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- 2010, “Steps Towards a Constructivist and Coherentist Theory of Judicial Reasoning in the Civil Law Tradition”, en FREEMAN, Michael (coord.), *Law and Neuroscience*, Current legal issues, vol. 13, Londres, Inglaterra, University College of London.
- 2011, “Complejidad y derecho”, *Memorias del Congreso Internacional de Filosofía del Derecho*, México, Facultad de Estudios Superiores Acatlán.
- 2012, “Complejidad y derecho. Un ensayo de constructivismo jurídico institucional con base en la teoría de los sistemas complejos”, en CORONA FERNÁNDEZ, Javier y CORTÉS DEL MORAL, Rodolfo (coords.), *Complejidad, la encrucijada del pensamiento*, Porrúa, Universidad de Guanajuato.
- 2012, “Dispraxis jurídica. Modelos mentales y constructivismo jurídico complejo”, en DÍAZ ARANDA, Enrique *et al.* (coords.), *Dispraxis*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- 2013, “Complejidad y derecho constitucional”, *Memorias del Congreso Internacional de Filosofía del Derecho y Justicia Constitucional*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- 2013, “La Constitución emergente”, *Actas del XI Congreso del Instituto Iberoamericano de Derecho Constitucional*, Instituto Iberoamericano de Derecho Constitucional.
- 2014, “Aprendizaje complejo en el derecho (hacia un modelo integral en la investigación jurídica)”, en GODÍNEZ MÉNDEZ, Wendy y GARCÍA PEÑA, José Heriberto (coords.), *Metodologías: enseñanza e investigación jurídicas. 40 años de vida académica. Homenaje a Jorge Winker*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.

- 2016, “Constructivismo jurídico, entropía y neguentropía en el constitucionalismo contemporáneo”, en SERNA DE LA GARZA, José María y SANTOS OLIVO, Isidro (coords.), *La dinámica del cambio constitucional*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- 2016, “Legal Constructivism: Law, Cognition and Complexity”, en FABÓ, Edit *et al.* (coords.), *Systemic Actions in Complex Scenarios*, Cambridge University Press.
- 2016, “Constructivismo jurídico, sociedad civil, turbulencias autoorganizativas y combate a la corrupción”, en SALAZAR UGARTE, Pedro *et al.* (coords.), *¿Cómo combatir la corrupción?*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- 2022, “Constructivismo jurídico complejo: un nuevo punto de partida”, en VEGA GÓMEZ, Juan (coord.), *Manual de filosofía del derecho*, México, Tirant lo Blanch.

Derecho y complejidad: el estado del arte, editado por el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, se publicó en versión digital el 31 de marzo de 2023. En su composición tipográfica se utilizó tipo *Baskerville* en 9, 10 y 11 puntos.