

MEDIACIÓN TÉCNICO-JURÍDICA

CÓMO LEER ESTE ARTÍCULO

# Guía conceptual *para juristas*

*Un anexo de mediación didáctica al ensayo "De la Cosa Mercantil al Algoritmo". Dieciséis fichas conceptuales para comprender los tecnicismos sin ser técnico: cada palabra extraña, definida; cada concepto, ilustrado; cada afirmación, respaldada por fuente verificable.*

01001100 01100101 01100111 01100001 01101100



MEDIACIÓN  
→



01010100 01100101 01100011 01101000

**DAVID JONATHÁN SALAZAR GARCÍA**

Consultor de Transformación Digital · PNUD

*Anexo de acompañamiento  
al artículo principal de  
Siekavizza & Salazar*

## § PRÓLOGO DEL AUTOR



# Por qué existe esta *guía*

---

**E**ste documento no es el artículo. Es lo que viene con el artículo: una guía de lectura para quienes, al abrir el ensayo "De la Cosa Mercantil al Algoritmo", se encuentren con términos como *blockchain*, *smart contract*, *DAO*, *oráculo*, *multisig* u *algorithmic due process* y sientan que el texto les exige un conocimiento que no tienen el deber de poseer. Esa es, justamente, la trampa de los ensayos que tienden puentes entre derecho y tecnología: suelen presuponer en el lector lo que solo se aprende mediando.

El propósito de este anexo es modesto pero firme. Cada uno de los dieciséis conceptos técnicos que aparecen en el cuerpo del artículo se explica aquí en dos páginas: una con la metáfora cotidiana y la analogía que permite asir el concepto, y otra con la definición rigurosa, la mecánica de cómo funciona, el uso real al que se destina y la referencia normativa o académica que lo sostiene. Toda afirmación lleva nota al pie, y todas las notas remiten a fuentes verificadas: *papers* con DOI, libros con ISBN, reglamentos con número y artículo, o documentos oficiales identificables.

La técnica no es enemiga del derecho. La opacidad sí lo es. Si este anexo sirve para que un juez, un magistrado, un asesor legislativo, un profesor o un estudiante de derecho pueda leer el ensayo principal sin sentirse extranjero en su propio idioma, habrá cumplido su cometido. Las metáforas que aquí ofrezco no sustituyen al conocimiento técnico; son su antesala. Quien quiera profundizar encontrará en las referencias el camino para hacerlo. Quien solo necesite leer el ensayo principal y comprenderlo, hallará aquí lo suficiente.

Una nota final sobre el uso: las fichas pueden leerse en cualquier orden. No hay una secuencia obligatoria. Lo más eficiente es consultar cada ficha justo antes de abordar la sección del artículo donde el concepto aparece por primera vez. El mapa que sigue a esta página orienta esa lectura cruzada.

---

***David Jonathán Salazar García***

CONSULTOR DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL · PNUD  
GUATEMALA, 2025



# Mapa de *conceptos*

---

Los dieciséis conceptos se agrupan en cuatro bloques temáticos. Cada bloque corresponde a una región del ensayo principal. Esta guía sigue ese mismo orden, pero cada ficha puede leerse de forma independiente.

## ***I***

### **Infraestructura técnica**

- 01 Blockchain — cadena de bloques
- 02 Hash — huella criptográfica
- 03 Smart Contract — contrato inteligente
- 04 Oráculo — puente al mundo real

## ***II***

### **Organización descentralizada**

- 05 DAO — organización autónoma
- 06 Multisig — multifirma criptográfica
- 07 Token / NFT — representación digital
- 08 Lex cryptographia — ley del código

## ***III***

### **Economía digital**

- 09 Permissionless innovation
- 10 Gatekeepers — guardianes de acceso
- 11 AlaaS / Serverless — servicios en nube
- 12 Capitalismo de vigilancia

## ***IV***

### **Regulación digital**

- 13 RGPD — Reglamento de datos UE
- 14 DMA / DSA — mercados y servicios
- 15 Sandbox regulatorio
- 16 Algorithmic due process

## § 01 INFRAESTRUCTURA TÉCNICA

# Blockchain

Cadena de bloques · registro distribuido encadenado criptográficamente

## ANALOGÍA

Imagine un **libro de actas notariales** del que existen miles de copias idénticas, una en cada notaría del mundo. Cada vez que se asienta una nueva acta, todas las notarías escriben simultáneamente la misma página, y cada página queda sellada con una marca matemática que depende de la página anterior. Si alguien intentara borrar o modificar una sola línea de una sola copia, las demás lo notarían al instante porque las marcas dejarían de coincidir. Eso es, en esencia, una cadena de bloques: **no un archivo, sino un acto colectivo de testimonio.**

MIL NOTARÍAS, UN MISMO LIBRO



*Cada copia es idéntica. Modificar una sola es imposible.*

METÁFORA · NOTARÍAS SINCRONIZADAS

FICHA · 01 · INFRAESTRUCTURA

# Blockchain · qué es, cómo funciona, para qué sirve

## ¿QUÉ ES?

Una *blockchain* (cadena de bloques) es una base de datos distribuida que registra transacciones en bloques encadenados mediante funciones criptográficas, replicada simultáneamente en una red de nodos sin autoridad central. Su propiedad fundamental es la **resistencia a la alteración retroactiva**: modificar un bloque exigiría modificar todos los bloques posteriores en la mayoría de las copias de la red, lo que es computacionalmente prohibitivo.<sup>1</sup>

## ¿CÓMO FUNCIONA?

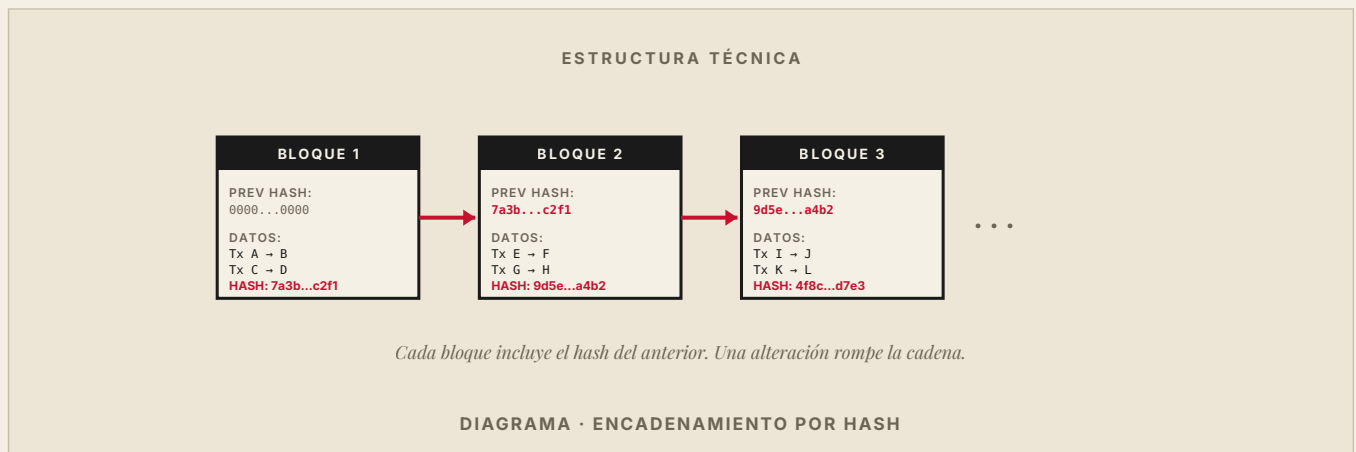
Cada bloque contiene un conjunto de transacciones, un sello temporal y el *hash* (ver ficha 02) del bloque anterior. Los nodos validan nuevas transacciones según un protocolo de consenso (prueba de trabajo, prueba de participación, etc.) y, una vez validadas, las incorporan al bloque siguiente. La cadena resultante es pública y auditable por cualquier participante.<sup>2</sup>

## ¿PARA QUÉ SE USA?

Originalmente concebida en 2008 por Satoshi Nakamoto como infraestructura para Bitcoin, su uso se ha extendido a registros de propiedad, identidad digital, trazabilidad de cadenas de suministro, contratos automatizados y, en general, a todo escenario en el que se requiere un *libro contable común* entre partes que no se confían entre sí.<sup>3</sup>

## PERTINENCIA JURÍDICA

El artículo 368 del Código de Comercio guatemalteco exige libros contables encuadernados o por procedimientos mecanizados. Una blockchain ofrece **equivalencia funcional** e incluso superior: trazabilidad inmutable, marcado temporal verificable y publicidad. Su reconocimiento como soporte registral válido es uno de los ejes de reforma propuestos en el ensayo principal.



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Publicado en la lista de criptografía metzdowd.com, 31 de octubre de 2008. Disponible vía SSRN: [ssrn.com/abstract=3440802](https://ssrn.com/abstract=3440802).
- <sup>2</sup> Nakamoto, S. (2008), *op. cit.*, secciones 3 (*Timestamp Server*) y 4 (*Proof-of-Work*). El esquema de encadenamiento por *hash* y el consenso por trabajo computacional son las dos piezas originales del diseño.
- <sup>3</sup> De Filippi, P. y Wright, A. (2018). *Blockchain and the Law: The Rule of Code*. Cambridge, MA: Harvard University Press. ISBN 978-0-674-97642-9. Cap. 1 y 2.

## § 02 INFRAESTRUCTURA TÉCNICA

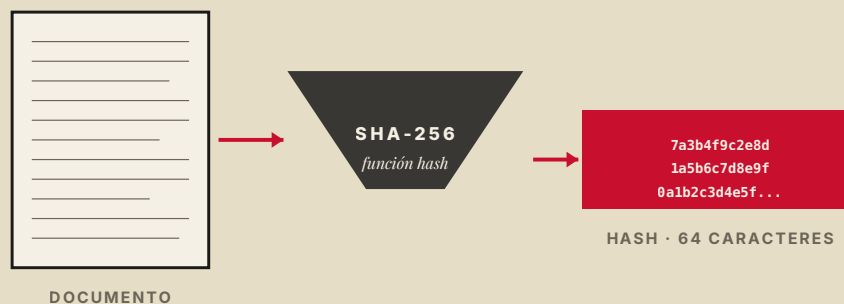
# Hash

Huella digital matemática · función unidireccional

## ANALOGÍA

Piense en una **fotocopia condensada de un libro**: si pudiera reducirse cualquier libro —tenga 200 o 200.000 páginas— a una sola línea de exactamente 64 caracteres, de tal forma que dos libros distintos jamás produjeran la misma línea, y que cambiar una sola coma del libro original cambiara por completo la línea resultante. Esa línea no permitiría reconstruir el libro, pero sí permitiría verificar con certeza si una copia es idéntica al original. Eso es un hash: la **cédula de identidad matemática** de un documento.

## DEL DOCUMENTO A LA HUELLA



Cualquier cambio en el documento —una coma, un espacio— produce un hash totalmente distinto.

## METÁFORA · EMBUDO MATEMÁTICO

## FICHA · 02 · INFRAESTRUCTURA

# Hash · qué es, cómo funciona, para qué sirve

## ¿QUÉ ES?

Una *función hash criptográfica* es un algoritmo matemático que transforma cualquier entrada de datos —un texto, una imagen, un archivo completo— en una cadena alfanumérica de longitud fija, llamada también *resumen* o *digest*. Sus propiedades esenciales son tres: **determinismo** (igual entrada produce siempre igual salida), **resistencia a preimagen** (es computacionalmente imposible reconstruir la entrada a partir de la salida) y **efecto avalancha** (un cambio mínimo en la entrada produce una salida radicalmente distinta).<sup>1</sup>

## ¿CÓMO FUNCIONA?

El algoritmo más utilizado hoy es *SHA-256*, estandarizado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de Estados Unidos. Procesa la entrada en bloques de 512 bits a través de sesenta y cuatro rondas de operaciones aritméticas y lógicas, y produce un resumen de exactamente 256 bits (64 caracteres hexadecimales).<sup>2</sup>

## ¿PARA QUÉ SE USA?

Verificar la integridad de archivos descargados, almacenar contraseñas de forma segura, firmar documentos digitalmente, encadenar bloques en una *blockchain* y, en general, demostrar que un dato no ha sido alterado. En materia registral, permite probar que un documento existía en cierto momento sin necesidad de revelarlo.

## PERTINENCIA JURÍDICA

El *hash* es la pieza técnica que permite proponer registros mercantiles digitales sin almacenar el contenido completo del activo registrado: el Registro Mercantil podría verificar la existencia e integridad de un repositorio de código, un *smart contract* o un modelo de inteligencia artificial registrando únicamente su *hash*. Es la base técnica del Eje A del ensayo principal.



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Menezes, A., van Oorschot, P., y Vanstone, S. (1996). *Handbook of Applied Cryptography*. CRC Press. ISBN 978-0-8493-8523-0. Cap. 9 (*Hash Functions and Data Integrity*).
- <sup>2</sup> NIST (2015). *Secure Hash Standard (SHS)*. Federal Information Processing Standards Publication FIPS PUB 180-4. National Institute of Standards and Technology, Department of Commerce, EE.UU.
- <sup>3</sup> Aplicación práctica en el diseño Bitcoin: Nakamoto (2008), *op. cit.*, sección 5 (*Network*), donde el *hash* es el mecanismo que une cada bloque con su antecesor.

## § 03 INFRAESTRUCTURA TÉCNICA

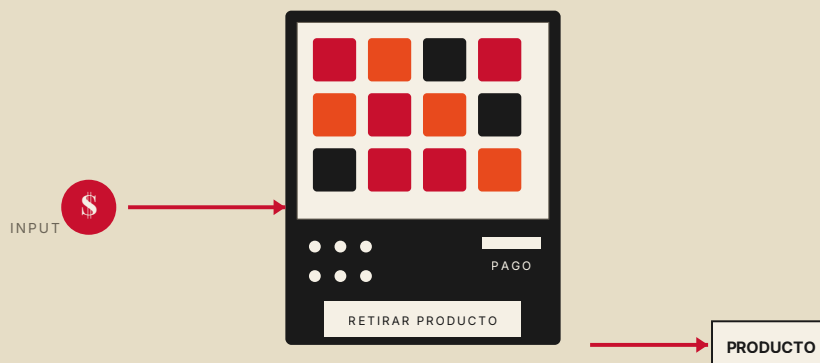
# Smart Contract

Contrato inteligente · cláusulas autoejecutables

## ANALOGÍA

Piense en una **máquina expendedora de bebidas**. Usted introduce la moneda; la máquina, por su propia mecánica interna, libera el producto. No hay negociación, no hay vendedor que pueda cambiar de opinión, no hay tribunal que ejecute la entrega: la propia máquina **es** el contrato y su cumplimiento al mismo tiempo. Un smart contract traslada esa lógica al ámbito digital: una vez desplegado en una blockchain, se ejecuta automáticamente cuando se cumplen las condiciones programadas, sin intermediario humano alguno.

EL CONTRATO ES LA MÁQUINA



METÁFORA · MÁQUINA EXPENDEDORA

## FICHA · 03 · INFRAESTRUCTURA

**Smart contract · qué es, cómo funciona, para qué sirve****¿QUÉ ES?**

Un *smart contract* (contrato inteligente) es un programa informático almacenado en una *blockchain* que ejecuta automáticamente sus cláusulas cuando se cumplen condiciones predefinidas. El término fue acuñado por Nick Szabo en 1994 y desarrollado en su artículo de 1997 publicado en la revista *First Monday*.<sup>1</sup> La implementación masiva del concepto solo fue posible con el lanzamiento de la plataforma Ethereum, propuesta por Vitalik Buterin en 2014.<sup>2</sup>

**¿CÓMO FUNCIONA?**

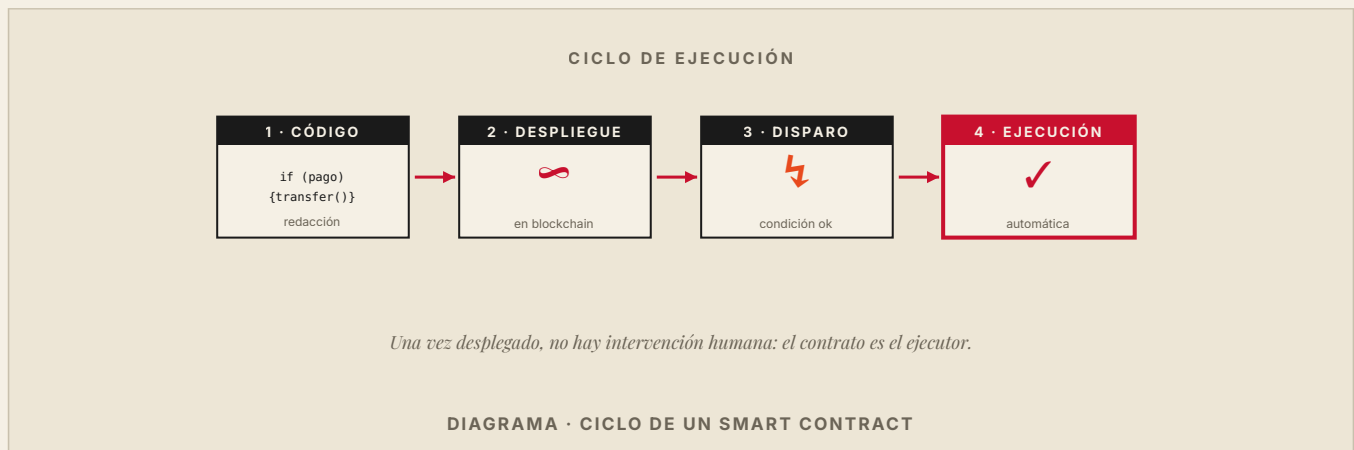
El código se redacta en un lenguaje de programación específico (en Ethereum, principalmente *Solidity*) y se "despliega" en la blockchain, donde queda inmutable en una dirección única. Cuando un usuario o sistema externo dispara la condición prevista —por ejemplo, el pago de cierta cantidad o el vencimiento de un plazo— el contrato ejecuta la acción correspondiente sin posibilidad de detención.

**¿PARA QUÉ SE USA?**

Transferencias condicionadas de criptoactivos, custodia en garantía (*escrow*) sin agente humano, gestión de derechos de propiedad intelectual, ejecución automatizada de pagos a proveedores en cadenas de suministro, sistemas de votación verificable y gobernanza de organizaciones autónomas descentralizadas (DAOs).

**PERTINENCIA JURÍDICA**

El *smart contract* tensiona la categoría civil de *contrato* en al menos tres frentes: la **formación del consentimiento** (¿se requiere que las partes entiendan el código?), la **capacidad de modificación** (su inmutabilidad puede contradecir el principio *rebus sic stantibus*) y la **responsabilidad por errores** (¿quién responde si el código contiene un *bug*?). Estas cuestiones se abordan en las secciones 5 y 6 del ensayo principal.

**REFERENCIAS**

- <sup>1</sup> Szabo, N. (1997). Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. *First Monday*, 2(9). DOI: 10.5210/fm.v2i9.548.
- <sup>2</sup> Buterin, V. (2014). *Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform*. Ethereum White Paper. Disponible en [ethereum.org/whitepaper](https://ethereum.org/whitepaper). Aplicación práctica desde el lanzamiento de la red principal el 30 de julio de 2015.
- <sup>3</sup> De Filippi, P. y Wright, A. (2018), *op. cit.*, cap. 4 (*Smart Contracts*). Análisis jurídico-comparado con los contratos tradicionales.

## § 04 INFRAESTRUCTURA TÉCNICA

# Oráculo

*Puente entre la blockchain y el mundo real*

## ANALOGÍA

Imagine una **oficina dentro de una bóveda blindada y sellada**: dentro hay computadoras potentísimas que pueden hacer cualquier cálculo, firmar cualquier documento, ejecutar cualquier instrucción. Pero la bóveda no tiene ventanas. No puede saber si está lloviendo afuera, ni cuál es el tipo de cambio del día, ni si el barco con la mercadería llegó al puerto. Necesita **un mensajero confiable** que entre y le diga qué está pasando en el mundo. Ese mensajero es un oráculo.

## EL MENSAJERO DEL MUNDO EXTERIOR



## METÁFORA · EL MENSAJERO CIEGO

## FICHA · 04 · INFRAESTRUCTURA

# Oráculo · qué es, cómo funciona, para qué sirve

## ¿QUÉ ES?

Un *oráculo blockchain* es una entidad —servicio, sensor, conjunto de validadores— que provee datos externos al ecosistema *on-chain* para que los *smart contracts* puedan ejecutarse correctamente. La *blockchain*, por diseño, es un sistema cerrado y determinista: no puede consultar por sí misma el clima, una cotización bursátil o el resultado de un partido. El oráculo es el puente que introduce esa información del mundo real.<sup>1</sup>

## ¿CÓMO FUNCIONA?

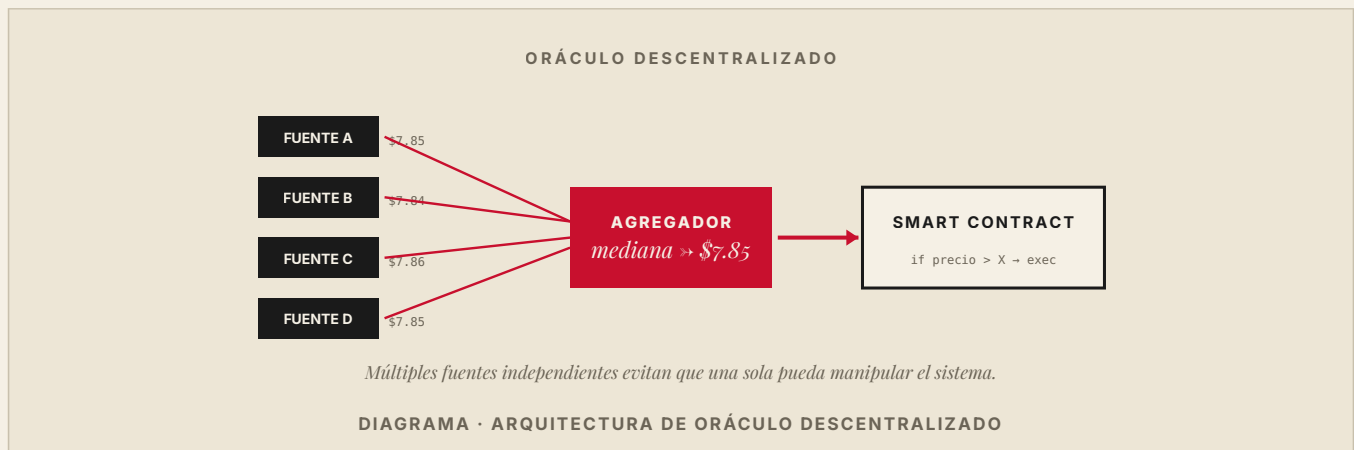
Los oráculos pueden ser *centralizados* (una única fuente provee el dato) o *descentralizados* (múltiples nodos independientes agregan información y la red consensúa el valor). Chainlink, la red descentralizada de oráculos más utilizada, fue propuesta por Steve Ellis, Ari Juels y Sergey Nazarov en 2017.<sup>2</sup>

## ¿PARA QUÉ SE USA?

Seguros paramétricos automatizados (un *smart contract* paga al asegurado si llueve más de cierto umbral, dato provisto por estaciones meteorológicas), instrumentos financieros derivados sobre activos del mundo real, mercados de predicciones, sistemas de identidad verificada, oráculos de aleatoriedad para juegos en cadena, y arbitraje internacional con peritaje criptográfico.

## PERTINENCIA JURÍDICA

El oráculo es el punto donde la *lex cryptography* se enlaza con los hechos del mundo. En materia procesal, abre la puerta a probar hechos con respaldo criptográfico verificable (*time-stamping*, agregación de fuentes), tema central en la propuesta de arbitraje tecnológico del Eje B del ensayo principal. También plantea el problema clásico: ¿quién responde si el oráculo provee información falsa?



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Caldarelli, G. (2020). Understanding the Blockchain Oracle Problem: A Call for Action. *Information*, 11(11), 509. DOI: 10.3390/info11110509. Revisión sistemática del problema del oráculo.
- <sup>2</sup> Ellis, S., Juels, A., y Nazarov, S. (2017). *ChainLink: A Decentralized Oracle Network*. White Paper, 4 de septiembre de 2017. Disponible en [chain.link/whitepaper](https://chain.link/whitepaper).
- <sup>3</sup> Aplicación normativa: ISO/TC 307 (Blockchain and distributed ledger technologies) ha incorporado consideraciones sobre oráculos en sus estándares de interoperabilidad.

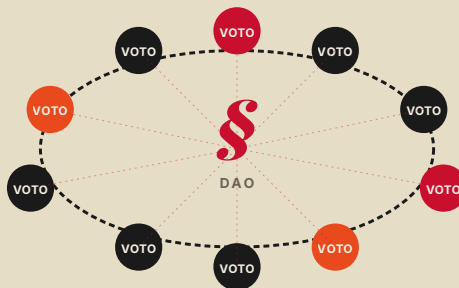
# DAO

Organización autónoma descentralizada · gobernanza algorítmica

## ANALOGÍA

Imagine una **asamblea cooperativa sin junta directiva, sin gerente, sin sede**. Los socios votan desde sus casas, en cualquier parte del mundo, sobre cada decisión: a qué proveedor pagar, qué producto desarrollar, cómo repartir las ganancias. No hay nadie con poder discrecional. Las reglas de votación están escritas en el estatuto y son tan estrictas que nadie puede saltárselas, ni siquiera la mayoría: el propio sistema rechaza cualquier acción no autorizada. Una DAO es esa cooperativa, pero su estatuto es un programa de computadora y sus decisiones se ejecutan automáticamente.

## ASAMBLEA SIN JUNTA DIRECTIVA



Cada participante puede estar en cualquier país. El smart contract ejecuta la decisión.

## METÁFORA · ASAMBLEA SIN JERARQUÍA

FICHA · 05 · ORGANIZACIÓN

# DAO · qué es, cómo funciona, para qué sirve

## ¿QUÉ ES?

Una *Decentralized Autonomous Organization* (DAO) es una entidad colectiva cuyas reglas de gobernanza están codificadas en uno o varios *smart contracts* desplegados en una blockchain. Los participantes interactúan con la organización mediante *tokens* de gobernanza, que les otorgan derechos de propuesta, voto y, en algunos casos, distribución de excedentes. El concepto fue desarrollado teóricamente por Vitalik Buterin en el *white paper* de Ethereum (2014), en el apartado dedicado a *Decentralized Autonomous Organizations*.<sup>1</sup>

## ¿CÓMO FUNCIONA?

Cualquier titular de tokens puede presentar una propuesta (transferir fondos, modificar parámetros, contratar un servicio). La propuesta se somete a votación durante un período determinado por el código. Si supera el umbral previsto, el *smart contract* ejecuta automáticamente la acción aprobada. No existe un órgano que pueda vetar ni rectificar el resultado, salvo lo que el propio código permita.

## ¿PARA QUÉ SE USA?

Gestión colectiva de fondos de inversión (*investment DAOs*), gobernanza de protocolos descentralizados de finanzas (DeFi), administración de tesorerías comunitarias, organización de proyectos de bien público, coordinación de colectivos artísticos. Ejemplos paradigmáticos analizados en el ensayo: *The DAO* (2016) y *ConstitutionDAO* (2021).<sup>2</sup>

## PERTINENCIA JURÍDICA

Las DAOs desafían simultáneamente la teoría de la personalidad jurídica (¿son personas jurídicas?, ¿son sociedades de hecho?, ¿son nada?), la imputabilidad de actos ilícitos (¿quién responde?), la competencia jurisdiccional (¿qué tribunal conoce?) y las exigencias de constitución formal (escritura pública, inscripción registral). El Estado de Wyoming aprobó en 2021 la *Decentralized Autonomous Organization Supplement* (Senate File 38), primer reconocimiento legal expreso de las DAOs como subtipo societario.<sup>3</sup>



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Buterin, V. (2014), *op. cit.*, sección "Decentralized Autonomous Organizations". Sobre la distinción entre DAOs, DACs (Decentralized Autonomous Corporations) y entidades algorítmicas más amplias.
- <sup>2</sup> Morris, D. Z. (18 de junio de 2016). Blockchain-based venture capital fund hacked for \$60 million. *Fortune*. U.S. Securities and Exchange Commission (2017). *Report of investigation pursuant to Section 21(a) of the Securities Exchange Act of 1934: The DAO*. Release No. 34-81207.
- <sup>3</sup> Wyoming Legislature (2021). *Decentralized Autonomous Organization Supplement*, Senate File 38 (W.S. 17-31-101 et seq.). Aprobado 21 de abril de 2021; vigente desde 1 de julio de 2021.

## § 06 ORGANIZACIÓN DESCENTRALIZADA

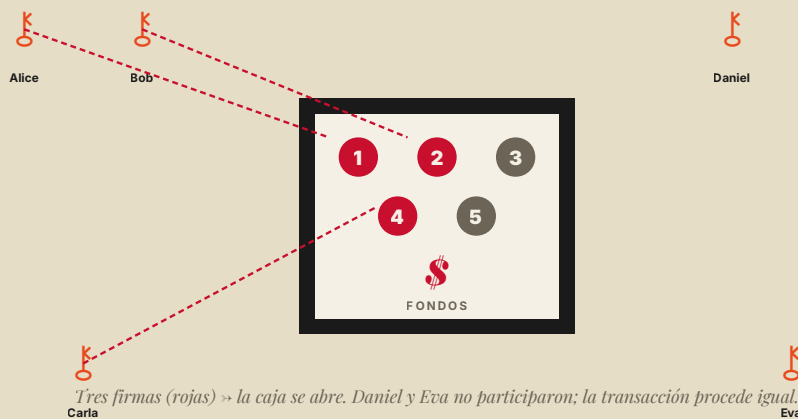
# Multisig

Multifirma criptográfica · custodia compartida

## ANALOGÍA

Imagine la **caja fuerte de una notaría** que tiene cinco cerraduras distintas, y para abrirla se necesitan al menos tres llaves de cinco. Cada socio tiene una llave; ninguno por sí solo puede abrir la caja; pero cualquier combinación de tres socios sí. Si uno pierde su llave, los otros pueden seguir operando. Si uno fallece, la caja no queda inaccesible. Si alguien intenta forzar la caja con una sola llave, no puede. Multisig traslada esa idea al ámbito digital: **una cuenta criptográfica que requiere múltiples firmas para autorizar cada movimiento.**

## CINCO LLAVES, TRES CONSENTIMIENTOS



## METÁFORA · CAJA CON CINCO CERRADURAS

FICHA · 06 · ORGANIZACIÓN

# Multisig · qué es, cómo funciona, para qué sirve

## ¿QUÉ ES?

Una billetera *multisig* (de *multi-signature*, multifirma) es una cuenta criptográfica que exige la firma digital de varias claves privadas para autorizar cualquier transacción. Se configura mediante un esquema *m-de-n*: se definen *n* claves autorizadas y se requiere que al menos *m* de ellas firmen para que la operación sea válida (por ejemplo: 2 de 3, 3 de 5, 4 de 7).<sup>1</sup>

## ¿CÓMO FUNCIONA?

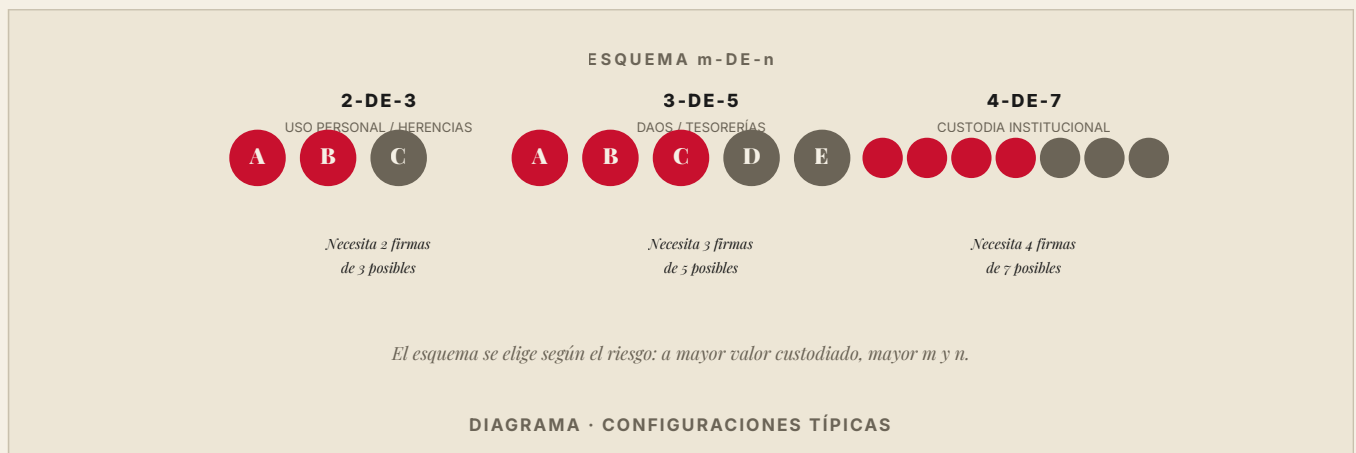
Técnicamente, multisig se implementa mediante *smart contracts* que verifican la concurrencia de firmas antes de ejecutar una transacción. El estándar BIP 11 (Bitcoin Improvement Proposal 11), propuesto por Gavin Andresen en 2011, fue el primer marco técnico estandarizado.<sup>2</sup> En Ethereum, el contrato Gnosis Safe es la implementación de referencia.

## ¿PARA QUÉ SE USA?

Custodia institucional de criptoactivos, gestión de tesorerías de DAOs, custodia compartida en herencias o sociedades, esquemas de *escrow* sin tercero confiable, distribución de poder de decisión en organizaciones, protección contra el robo de una sola clave privada y mecanismos de continuidad operativa.

## PERTINENCIA JURÍDICA

Multisig es la solución técnica que permite traducir requisitos jurídicos clásicos de actuación conjunta —mancomunidad simple, apoderamientos colegiados, representación cruzada— al ámbito de los activos digitales. El Eje A del ensayo propone su uso explícito como mecanismo de *escrow* de claves en garantías reales no desplazadas sobre *software* y modelos de IA, con licencias de continuidad en caso de insolvencia.



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Goldfeder, S., Bonneau, J., Gennaro, R., y Narayanan, A. (2017). Escrow Protocols for Cryptocurrencies: How to Buy Physical Goods Using Bitcoin. *Financial Cryptography and Data Security 2017*. Springer LNCS 10322. Tratamiento académico del esquema de multifirma aplicado a custodia.
- <sup>2</sup> Andresen, G. (2011). BIP 11: M-of-N Standard Transactions. Bitcoin Improvement Proposal 11, 18 de octubre de 2011. Estándar técnico fundacional de las transacciones multisig en Bitcoin.
- <sup>3</sup> Antonopoulos, A. (2017). *Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain*, 2.ª ed. O'Reilly Media. ISBN 978-1-491-95438-6. Cap. 7 (*Advanced Transactions and Scripting*).

§ 07 ORGANIZACIÓN DESCENTRALIZADA

# Token NFT

Representación digital de valor · fungible y no fungible

**ANALOGÍA**

*Distinga dos cosas que están en su bolsillo: **un billete de cien quetzales y la entrada numerada a un concierto**. Si alguien le cambia el billete por otro de cien, no perdió nada: cualquier billete vale lo mismo. Pero si le cambia su entrada del asiento 7-A por una del 14-D, lo que tiene es distinto, aunque ambas digan "concierto". El billete es fungible; la entrada es no fungible. Los tokens son piezas digitales que pueden ser una cosa o la otra: criptomonedas como bitcoin son fungibles; los NFT son entradas únicas e irrepetibles.*

**BILLETE vs. ENTRADA NUMERADA**

**FUNGIBLE**

cualquiera vale lo mismo



intercambiables

**Bitcoin · Ether · USDC**

ERC-20

**NO FUNGIBLE**

cada uno es único



irrepetibles

**CryptoPunks · Bored Apes**

ERC-721

*La diferencia jurídica es la del Código Civil: bienes fungibles vs. infungibles.*

**METÁFORA · DOS TIPOS DE PAPEL**

FICHA · 07 · ORGANIZACIÓN

# Token y NFT · qué son, cómo funcionan

## ¿QUÉ ES?

Un *token* es una unidad de valor o derecho representada digitalmente sobre una *blockchain*. Pueden ser **fungibles** —intercambiables uno por otro sin pérdida de valor, como las criptomonedas— o **no fungibles (NFT)**, únicos e identificables. El estándar técnico ERC-721, propuesto por William Entriken, Dieter Shirley, Jacob Evans y Nastassia Sachs en enero de 2018, es la base de los NFT en Ethereum.<sup>1</sup>

## ¿CÓMO FUNCIONA?

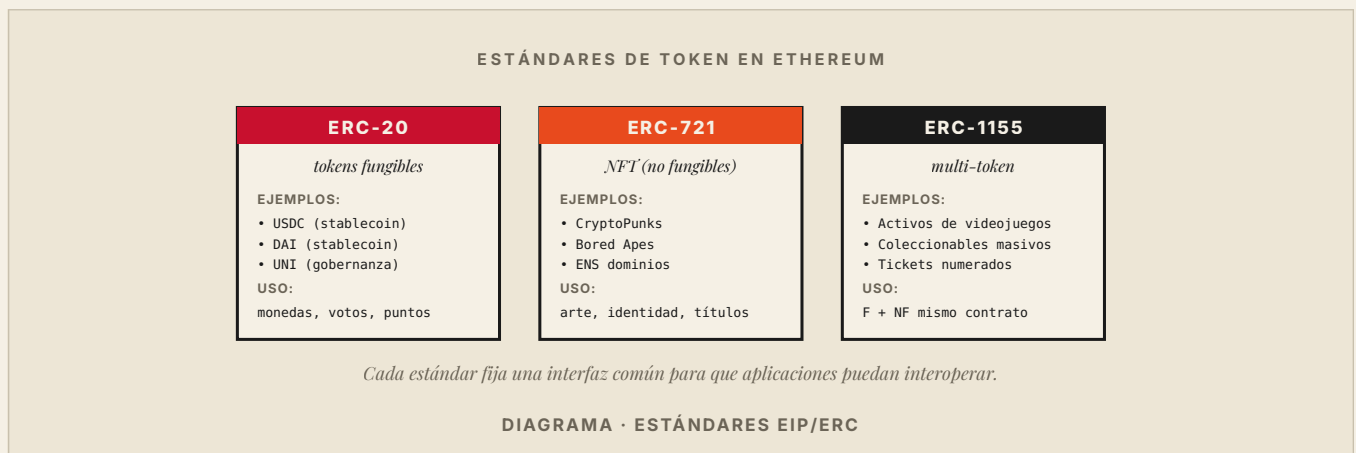
Un NFT es, técnicamente, un identificador numérico único (*tokenId*) asociado a un *smart contract* que registra su titular actual. El token puede apuntar a metadatos almacenados *off-chain* —una imagen, un audio, un certificado— pero la prueba de propiedad y el historial de transferencias quedan inmutables en la cadena.<sup>2</sup>

## ¿PARA QUÉ SE USA?

Tokens fungibles: criptomonedas, *stablecoins* (Tether, USDC), tokens de gobernanza, puntos de fidelidad. NFT: arte digital, coleccionables, certificados de identidad (*soulbound tokens*), títulos de propiedad sobre activos del mundo real (*real-world assets*), entradas a eventos, credenciales académicas verificables.

## PERTINENCIA JURÍDICA

La distinción *fungible / no fungible* ya existe en el Código Civil guatemalteco (artículo 454: *bienes consumibles y no consumibles*, conceptualmente cercanos a fungibilidad). El reto regulatorio es definir qué constituye un token: ¿un bien mueble (art. 451 CC), un valor mobiliario (regulado por el Mercado de Valores), un instrumento contractual? El Eje A del ensayo principal propone su reconocimiento como **bien mercantil digital**, con criterios de valoración propios.



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Entriken, W., Shirley, D., Evans, J., y Sachs, N. (2018). *EIP-721: Non-Fungible Token Standard*. Ethereum Improvement Proposals. Estado: Final, 24 de enero de 2018. Disponible en [eips.ethereum.org/EIPS/eip-721](https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-721).
- <sup>2</sup> Fairfield, J. (2022). Tokenized: The Law of Non-Fungible Tokens and Unique Digital Property. *Indiana Law Journal*, 97(4), 1261-1314. Análisis jurídico de los NFT como nueva categoría de propiedad digital.
- <sup>3</sup> Comparativa con ERC-20: Vogelsteller, F. y Buterin, V. (2015). *ERC-20 Token Standard*. Ethereum Improvement Proposals, EIP-20. El primer estándar de token fungible en Ethereum.

§ 08 ORGANIZACIÓN DESCENTRALIZADA

# Lex cryptographia

La ley del código · normatividad auto-ejecutable

**ANALOGÍA**

Piense en la **lex mercatoria medieval**: el conjunto de usos comerciales que los comerciantes de distintos reinos cumplían entre sí, no porque un rey los obligara, sino porque el incumplidor era expulsado del comercio. Era una ley sin Estado, ejecutada por la propia comunidad. La *lex cryptographia* es su descendiente digital: **normas codificadas en software que se ejecutan automáticamente**, sin necesidad de juez, policía ni tribunal. Su autoridad no viene del Estado sino de la imposibilidad técnica de incumplirla.

DOS LEYES, DOS LÓGICAS

**LEX STATALIS**

ley del Estado



**TRIBUNAL**

Norma escrita

→ Incumplimiento

→ Sanción *ex post*

"Code is law" (Lessig, 1999): el código no prescribe la conducta, la determina.

**LEX CRYPTOGRAPHIA**

ley del código

```
function execute()
if (!compliant)
revert();
else
transfer(x);
{ }
```

**CÓDIGO**

Norma codificada

→ Imposibilidad de violar

→ Cumplimiento *ex ante*

METÁFORA · SANCIÓN VS. IMPOSIBILIDAD

## FICHA · 08 · ORGANIZACIÓN

**Lex cryptographia · qué es, cómo opera****¿QUÉ ES?**

El término *lex cryptographia* fue acuñado por Aaron Wright y Primavera De Filippi (2015) y desarrollado en su libro *Blockchain and the Law: The Rule of Code* (2018).<sup>1</sup> Designa el conjunto de reglas auto-ejecutables codificadas en *smart contracts* y protocolos descentralizados, que operan al margen de los ordenamientos jurídicos estatales y a través de fronteras nacionales.

**¿CÓMO OPERA?**

A diferencia del derecho estatal, que opera *ex post* (la norma describe la conducta debida y el incumplimiento se sanciona), la *lex cryptographia* opera *ex ante*: el código no permite que la conducta no autorizada ocurra. La idea es captada por la fórmula de Lawrence Lessig en su libro *Code and Other Laws of Cyberspace* (1999): "Code is Law".<sup>2</sup>

**¿PARA QUÉ SE USA?**

Para coordinar transacciones globales sin intermediarios estatales, para gobernar DAOs y protocolos DeFi, para diseñar arquitecturas de privacidad por defecto, y, en general, para articular órdenes normativos que aspiran a ser ciegos a la nacionalidad de los participantes. La *lex cryptographia* es la materialización contemporánea del viejo ideal de un derecho transnacional autoejecutable.

**PERTINENCIA JURÍDICA**

La emergencia de la *lex cryptographia* no anula al Estado, pero le exige redefinir su relación con la regulación tecnológica. Como argumenta el ensayo principal en su sección 8.4, la soberanía digital se convierte en imperativo estratégico: no se trata de competir con el código, sino de establecer las condiciones jurídicas para que el código sirva a fines públicos. El caso de The DAO (2016) mostró los límites de la inmutabilidad cuando los daños son suficientemente graves.

**REFERENCIAS**

- Wright, A. y De Filippi, P. (2015). Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia. SSRN Working Paper. DOI: 10.2139/ssrn.2580664. Desarrollado en De Filippi, P. y Wright, A. (2018). *Blockchain and the Law: The Rule of Code*. Harvard University Press. ISBN 978-0-674-97642-9.
- Lessig, L. (1999). *Code and Other Laws of Cyberspace*. Basic Books. ISBN 978-0-465-03912-8. Edición revisada y ampliada: *Code: Version 2.0* (2006), Basic Books, ISBN 978-0-465-03914-2.
- Para el contraste con la *lex mercatoria* histórica: Cordes, A. y Höhn, P. (2017). Extra-Legal and Customary Means: Mediating in Late Medieval Merchant Conflicts. *Comparative Legal History*, 5(2), 232-249.

# Permissionless innovation

Innovación sin permiso · presunción de licitud tecnológica

## ANALOGÍA

Imagine dos países vecinos con una nueva calle por construir. En el primero, **cualquiera puede abrir un taller** y empezar a fabricar y vender lo que se le ocurra; si causa daño, el Estado interviene y sanciona. En el segundo, antes de abrir el taller hay que **obtener una licencia ministerial** que evalúe si el producto es seguro, conveniente y compatible con el orden público. El primer modelo es *permissionless innovation*; el segundo, principio de precaución. La pregunta de fondo: ¿la regulación debe llegar antes o después del daño?

### EX POST vs. EX ANTE

#### PERMISSIONLESS

regulación ex post



Innovación → libre  
Daño → sanción

Modelo EE.UU.

#### PRECAUTORIO

regulación ex ante



Innovación → permiso  
Daño → prevenido

Modelo UE

La tensión es real: velocidad de innovación versus tutela anticipada de derechos.

### METÁFORA · DOS PUERTAS REGULATORIAS

FICHA · 09 · ECONOMÍA DIGITAL

# Permissionless innovation · qué es, cómo opera

## ¿QUÉ ES?

La *permissionless innovation* (innovación sin permiso) es una doctrina de política tecnológica desarrollada por Adam Thierer en su libro de 2014 (edición revisada 2016) publicado por el Mercatus Center de la George Mason University. Sostiene que la innovación debe permitirse por defecto, sin necesidad de autorización previa, y que la regulación solo debe intervenir *ex post*, cuando se hayan materializado daños concretos.<sup>1</sup>

## ¿CÓMO OPERA?

Su pieza jurídica fundamental en Estados Unidos es la **Sección 230 de la Communications Decency Act** de 1996, que otorga amplia inmunidad a las plataformas digitales respecto del contenido de terceros.<sup>2</sup> La doctrina se opone al *principio de precaución* que rige en la Unión Europea, donde la regulación tiende a llegar antes (RGPD, DMA, DSA, AI Act).

## ¿PARA QUÉ SE USA?

Como marco normativo del ecosistema tecnológico estadounidense, ha sido determinante en el surgimiento de las grandes plataformas (Google, Amazon, Apple, Meta) y, posteriormente, en el desarrollo del ecosistema cripto. Su lógica explica también la velocidad de iteración de los modelos de IA generativa: el daño potencial no se considera causal de bloqueo previo.

## PERTINENCIA JURÍDICA

El ensayo principal analiza este modelo como uno de tres paradigmas regulatorios globales (sección 4.1), advirtiendo que Guatemala no puede adoptarlo acríticamente: presupone una capacidad institucional de regulación *ex post* —litigación antitrust eficiente, agencias técnicas sofisticadas— de la que el país no dispone. La propuesta es **aprovechar el principio** bajo el modelo de *sandbox* regulatorio (ficha 15), no su transposición literal.

COMPARACIÓN DE MODELOS REGULATORIOS

CRITERIO	PERMISSIONLESS (EE.UU.)	PRECAUCIÓN (UE)
Timing	Ex post · tras daño	Ex ante · antes del daño
Presunción	Innovación lícita	Innovación regulada
Instrumento	Antitrust, sec. 230 CDA	RGPD, DMA, DSA, AI Act
Ventaja	Velocidad, innovación	Protección derechos
Riesgo	Monopolios, daños difusos	Fricción, fuga regulatoria

*Ningún modelo es perfecto. La elección refleja la concepción de Estado.*

TABLA · PERMISSIONLESS VS. PRECAUCIÓN

## REFERENCIAS

- Thierer, A. (2016). *Permissionless Innovation: The Continuing Case for Comprehensive Technological Freedom*, ed. revisada y ampliada. Arlington, VA: Mercatus Center at George Mason University. ISBN 978-1-942951-24-7.
- Communications Decency Act of 1996, codificada en 47 U.S.C. § 230. Aprobada por el 104.º Congreso de los Estados Unidos. Disponible en el U.S. Code: [www.law.cornell.edu/uscode/text/47/230](http://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/230).
- Para el contraste filosófico con el principio de precaución: Sunstein, C. R. (2005). *Laws of Fear: Beyond the Precautionary Principle*. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-61512-9.

# Gatekeepers

Guardianes de acceso · plataformas con poder de mercado estructural

## ANALOGÍA

Imagine la única **plaza central de mercado** de una ciudad. Toda compra y venta ocurre allí. Quien controla la plaza decide qué puestos se instalan, qué productos se exhiben primero, qué precio mínimo se cobra a los productores. No es dueño del trigo ni del queso; es dueño del acceso. Esa es la lógica de los gatekeepers digitales: no producen lo que se intercambia, pero controlan la infraestructura por la que se intercambia. La Unión Europea decidió que esa posición estructural debe regularse específicamente.

### EL DUEÑO DE LA PLAZA



Quien controla el medio de acceso, controla el mercado entero.

### METÁFORA · CUELLO DE BOTELLA ESTRUCTURAL

# Gatekeepers · qué son, cómo se identifican

## ¿QUÉ SON?

Los *gatekeepers* (literalmente, "guardianes de la puerta") son plataformas digitales con poder de mercado estructural que actúan como intermediarios obligatorios entre empresas y usuarios finales. El concepto fue formalmente acuñado por el Reglamento (UE) 2022/1925 sobre mercados disputables y equitativos en el sector digital, conocido como *Digital Markets Act* (DMA), aprobado el 14 de septiembre de 2022.<sup>1</sup>

## ¿CÓMO SE IDENTIFICAN?

El artículo 3 de la DMA establece criterios cualitativos (impacto significativo en el mercado interior, control de una puerta de acceso importante, posición consolidada y duradera) que se presumen satisfechos cuando se cumplen umbrales cuantitativos: facturación anual en la UE igual o superior a 7.500 millones de euros, valor de mercado igual o superior a 75.000 millones, o capitalización equivalente, y prestación de un servicio básico de plataforma a 45 millones de usuarios finales mensuales y 10.000 empresas anuales en al menos tres Estados miembros.<sup>2</sup>

## ¿PARA QUÉ SE APLICA?

Las empresas designadas como *gatekeepers* deben cumplir obligaciones específicas (artículos 5, 6 y 7 DMA): interoperabilidad obligatoria, portabilidad de datos, prohibición de autopreferencia, transparencia algorítmica y transparencia publicitaria. En septiembre de 2023, la Comisión Europea designó seis primeros *gatekeepers*: Alphabet, Amazon, Apple, ByteDance, Meta y Microsoft.<sup>3</sup> Booking se agregó en mayo de 2024.

## PERTINENCIA JURÍDICA

El concepto desplaza la regulación de competencia desde el control de fusiones y abuso de posición dominante (intervención *ex post*) hacia la imposición de deberes estructurales sobre actores identificados *ex ante*. El ensayo principal analiza la DMA como expresión paradigmática del modelo regulatorio de soberanía digital europeo (sección 4.2), con multas a Google que ilustran su patrón estructural: €2.420 M (2017), €4.340 M (2018), €1.490 M (2019).



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Parlamento Europeo y Consejo (2022). Reglamento (UE) 2022/1925 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de septiembre de 2022, sobre mercados disputables y equitativos en el sector digital (*Digital Markets Act*). DOUE L 265, 12.10.2022, p. 1-66.
- <sup>2</sup> DMA, artículo 3(1) (criterios cualitativos) y artículo 3(2) (umbrales cuantitativos). La presunción es refutable, conforme al artículo 3(5), bajo "circunstancias excepcionales" debidamente argumentadas.
- <sup>3</sup> Comisión Europea (6 de septiembre de 2023). *Commission designates six gatekeepers under the Digital Markets Act*. IP/23/4328. Disponible en [ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_23\\_4328](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4328).

# AaaS Serverless

Computación como servicio · infraestructura abstracta

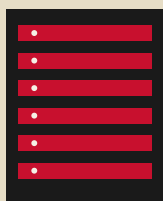
## ANALOGÍA

Imagine la diferencia entre **tener su propia planta eléctrica** en el patio de la casa (costosa, sujeta a mantenimiento, con capacidad fija) y **conectarse a la red eléctrica nacional** (paga solo por lo que consume, capacidad ilimitada, sin preocuparse por la operación). El serverless computing es la electricidad para el siglo XXI: la infraestructura informática se convierte en un servicio público que se consume bajo demanda. AaaS es lo mismo, pero para inteligencia artificial: nadie compra ya una "máquina pensante"; se renta.

### DE LA PROPIEDAD AL SERVICIO

#### MODELO CLÁSICO

propiedad de hardware



Inversión: \$\$\$

Capacidad: fija

Mantenimiento: propio

La empresa digital ya no compra computadoras: renta capacidad de cómputo bajo demanda.

#### SERVERLESS / AaaS

servicio bajo demanda



Costo: por uso

Capacidad: elástica

Mantenimiento: 0

### METÁFORA · PLANTA PROPIA VS. RED PÚBLICA

# AlaaS y Serverless · qué son, cómo operan

## ¿QUÉ SON?

*Serverless computing* es un modelo de provisión de computación en la nube en el que el proveedor gestiona dinámicamente la asignación de servidores, abstrayendo por completo la infraestructura subyacente del operador. El término se popularizó tras el lanzamiento de AWS Lambda por Amazon en noviembre de 2014.<sup>1</sup> *AlaaS* (*Artificial Intelligence as a Service*) es la variante de este modelo aplicada a la inteligencia artificial: modelos entrenados que se consumen mediante interfaces de programación de aplicaciones (APIs).

## ¿CÓMO OPERAN?

El usuario sube su código o invoca el modelo mediante una API; el proveedor (AWS, Google Cloud, Microsoft Azure, OpenAI, Anthropic) asigna automáticamente los recursos de cómputo, almacenamiento y red necesarios; el cobro se factura por invocación o por tiempo de cómputo efectivamente consumido. No hay capacidad reservada ni ociosa: la elasticidad es total.<sup>2</sup>

## ¿PARA QUÉ SE USAN?

Construcción de aplicaciones digitales escalables sin inversión en infraestructura propia (Shopify, Uber, Netflix), procesamiento masivo de datos, sistemas de visión por computadora, asistentes conversacionales, sistemas de recomendación, análisis predictivo y, en general, cualquier producto que incorpore funciones de IA sin necesidad de entrenar modelos propios.

## PERTINENCIA JURÍDICA

La *desmaterialización* que estos modelos producen tensiona radicalmente categorías clásicas del derecho mercantil. El establecimiento de comercio del artículo 657 del Código de Comercio guatemalteco supone una "instalación", una sede. Un servicio *serverless* no tiene sede: opera en infraestructuras distribuidas globalmente. La **jurisdicción aplicable**, la **tributación**, la **protección de datos** y la **responsabilidad** requieren nuevas categorías. Es uno de los problemas centrales que motiva el Eje B (establecimiento digital) del ensayo principal.



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Amazon Web Services (13 de noviembre de 2014). *AWS Lambda — Run Code in the Cloud*. Anuncio en re:Invent 2014. La aparición de Lambda marca el inicio comercial del paradigma *serverless*.
- <sup>2</sup> Hellerstein, J., Faleiro, J., Gonzalez, J., et al. (2019). *Serverless Computing: One Step Forward, Two Steps Back*. *Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR) 2019*. arXiv:1812.03651. Análisis crítico de las limitaciones del paradigma.
- <sup>3</sup> Para el contexto regulatorio europeo: Reglamento (UE) 2024/1689 (*AI Act*), aprobado el 13 de junio de 2024, regula proveedores de modelos de IA —incluidos los ofrecidos como servicio— en sus artículos 51 a 56.

§ 12 ECONOMÍA DIGITAL

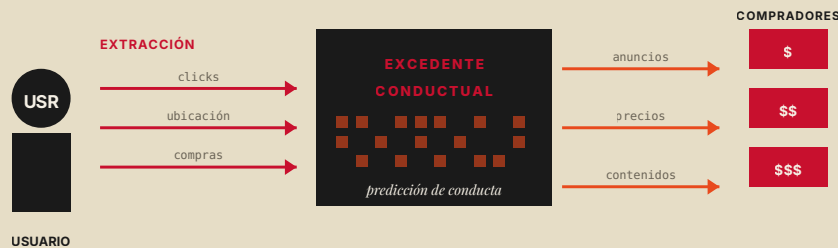
# Capitalismo de *vigilancia*

Datos comportamentales como factor productivo

**ANALOGÍA**

Imagine que el **supermercado donde compra todos los días**, además de venderle productos, instalara cámaras y micrófonos en su carrito de compras, su billetera y su nevera, registrara cada uno de sus movimientos, conversaciones y costumbres alimenticias, y vendiera esa información a terceros para que le ofrecieran —o le negaran— servicios financieros, seguros y empleos. Lo que usted creía que era el negocio (vender comida) era apenas el pretexto. El **verdadero producto era usted**. Esa es la lógica del capitalismo de vigilancia.

EL USUARIO COMO MATERIA PRIMA



*Si el servicio es gratis, usted no es el cliente. Es la mercancía.*

METÁFORA · EL PRODUCTO INVISIBLE

# Capitalismo de vigilancia · qué es, cómo opera

## ¿QUÉ ES?

El *capitalismo de vigilancia* es una forma de economía descrita por Shoshana Zuboff (Harvard Business School) en su libro *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power* (PublicAffairs, 2019).<sup>1</sup> Su tesis central: las grandes plataformas digitales han desarrollado un modelo económico que extrae datos comportamentales humanos, los procesa para producir predicciones sobre conducta futura y vende esas predicciones a clientes empresariales.

## ¿CÓMO OPERA?

Zuboff identifica un mecanismo en cuatro fases: (1) *extracción* de datos a partir de actividad digital cotidiana; (2) generación de *excedente comportamental* —datos que exceden lo necesario para prestar el servicio gratuito—; (3) procesamiento mediante *medios de modificación conductual* (algoritmos predictivos); (4) venta de *productos de predicción* en mercados de futuros conductuales (publicidad personalizada, scoring crediticio, etc.).

## ¿CUÁLES SON SUS EFECTOS?

Concentración estructural de poder informacional (asimetría radical entre usuarios y plataformas), erosión de la autonomía individual (capacidad de modificar conductas sin conocimiento del sujeto), distorsión de los procesos democráticos (campañas microdirigidas) y debilitamiento del derecho a la privacidad como derecho colectivo. Casos de estudio en el libro: Google, Facebook, Pokémon Go, Verizon.

## PERTINENCIA JURÍDICA

El concepto orienta la lectura jurídica de la **protección de datos como bien colectivo**, no solo individual. El RGPD europeo y la jurisprudencia constitucional de Alemania (sentencia de censo de 1983) ya prefiguraban esta lectura. En Guatemala, el artículo 31 de la Constitución reconoce el derecho a la autodeterminación informativa, base sobre la que el ensayo propone construir un marco normativo que evite la “reificación plena” de los datos personales como bien mercantil.



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. Nueva York: PublicAffairs. ISBN 978-1-61039-569-4. 704 págs.
- <sup>2</sup> Marco precursor: Zuboff, S. (2015). Big other: Surveillance capitalism and the prospects of an information civilization. *Journal of Information Technology*, 30(1), 75-89. DOI: 10.1057/jit.2015.5.
- <sup>3</sup> Para la crítica jurídica europea: Tribunal Constitucional Federal Alemán, sentencia *Volkszählungsurteil* (BVerfGE 65, 1) de 15 de diciembre de 1983, fundadora del derecho a la autodeterminación informativa.

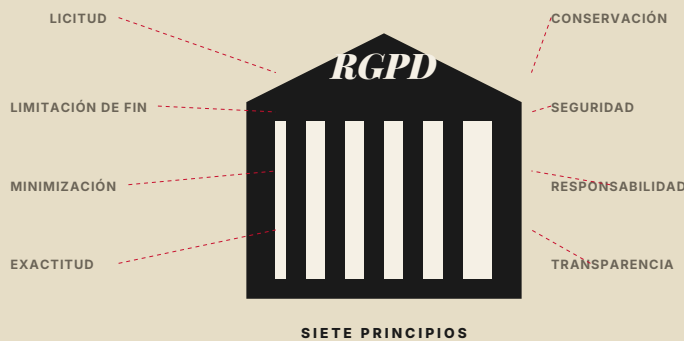
# RGPD

Reglamento General de Protección de Datos · UE 2016/679

## ANALOGÍA

Imagine que cada **fotocopia que alguien hace de su cédula** debe ser registrada, justificada por una razón legal específica, custodiada con medidas técnicas adecuadas, eliminada cuando deje de ser necesaria, y entregada a usted si la pide; y que si esa fotocopia se pierde, hay que notificarlo en 72 horas a una autoridad, que puede sancionar al responsable con hasta el 4% de su facturación mundial. El RGPD trasladó esa lógica a todos los datos personales: **la información sobre usted le pertenece a usted, y quien la procesa solo es custodio temporal con obligaciones estrictas.**

## LOS DATOS COMO DEPÓSITO REGULADO



### SIETE PRINCIPIOS

*El RGPD trata los datos personales como bien que requiere custodia jurídica permanente.*

## METÁFORA · TEMPLO DE SIETE PILARES

# RGPD · qué es, cómo se aplica, alcance

## ¿QUÉ ES?

El *Reglamento General de Protección de Datos* (RGPD) es el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos.<sup>1</sup> Entró en aplicación el 25 de mayo de 2018, derogando la Directiva 95/46/CE.

## ¿CÓMO SE APLICA?

Su artículo 5 establece siete principios rectores: licitud, lealtad y transparencia; limitación de la finalidad; minimización de datos; exactitud; limitación del plazo de conservación; integridad y confidencialidad; y responsabilidad proactiva (*accountability*). El artículo 6 enumera las bases legítimas de tratamiento (consentimiento, ejecución de contrato, obligación legal, interés vital, interés público e interés legítimo), y el artículo 7 regula las condiciones del consentimiento.<sup>2</sup>

## ¿CUÁL ES SU ALCANCE?

El artículo 3 establece **alcance extraterritorial**: se aplica a empresas no establecidas en la UE cuando ofrezcan bienes o servicios a interesados en la UE, o cuando controlen su comportamiento. Los artículos 12 a 22 reconocen derechos del interesado (acceso, rectificación, supresión, portabilidad, oposición, no ser objeto de decisiones automatizadas), y los artículos 25 y 35 imponen obligaciones técnicas (privacidad desde el diseño y por defecto, evaluación de impacto).

## PERTINENCIA JURÍDICA

El RGPD es referencia obligada porque, vía artículo 3, su alcance llega a empresas guatemaltecas que ofrezcan servicios a europeos. Más importante: Guatemala carece de una ley general de protección de datos (más allá del art. 31 constitucional y normas sectoriales). El RGPD es modelo viable pero no copiable sin más: su sofisticación regulatoria presupone autoridad de control independiente (en España, la AEPD), capacidad técnica y multas con efecto disuasorio —hasta 4% de la facturación anual mundial o 20 millones de euros, art. 83(5)—.



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Parlamento Europeo y Consejo (2016). Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos (RGPD). DOUE L 119, 4.5.2016, p. 1-88.
- <sup>2</sup> RGPD, artículos 5 (principios), 6 (licitud), 7 (consentimiento), 12-22 (derechos del interesado), 25 (privacidad desde el diseño), 33 (notificación de brecha), 35 (evaluación de impacto), 83 (sanciones).
- <sup>3</sup> Constitución Política de la República de Guatemala (1985), artículo 31: derecho a la autodeterminación informativa, base constitucional sobre la que podría desarrollarse una ley de protección de datos.

§ 14 REGULACIÓN DIGITAL

# DMA + DSA

Reglamentos UE 2022/1925 y 2022/2065 · arquitectura digital

**ANALOGÍA**

Imagine que el Estado regulara, por un lado, **las reglas estructurales del mercado central** (quién puede instalar puestos, cuáles son las cuotas máximas, quién no puede privilegiar a sus propios productos) y, por otro, **las reglas de conducta dentro del mercado** (qué se puede vender, cómo se etiqueta, qué hacer si un producto es peligroso). Lo primero es la DMA; lo segundo es la DSA. Juntas constituyen la **arquitectura regulatoria europea del espacio digital**: una para mercados, otra para servicios.

DOS REGLAMENTOS, DOS LÓGICAS



DMA: arquitectura económica del mercado · DSA: deberes de conducta dentro de él

METÁFORA · ESTRUCTURA Y CONDUCTA

FICHA · 14 · REGULACIÓN DIGITAL

# DMA y DSA · dos pilares, dos objetos

## ¿QUÉ SON?

La *Digital Markets Act* (DMA) es el Reglamento (UE) 2022/1925, de 14 de septiembre de 2022, sobre mercados disputables y equitativos en el sector digital. La *Digital Services Act* (DSA) es el Reglamento (UE) 2022/2065, de 19 de octubre de 2022, relativo a un mercado único de servicios digitales.<sup>1</sup> Ambos forman el "paquete digital" europeo y entraron en plena vigencia entre 2023 y 2024.

## ¿CÓMO OPERAN?

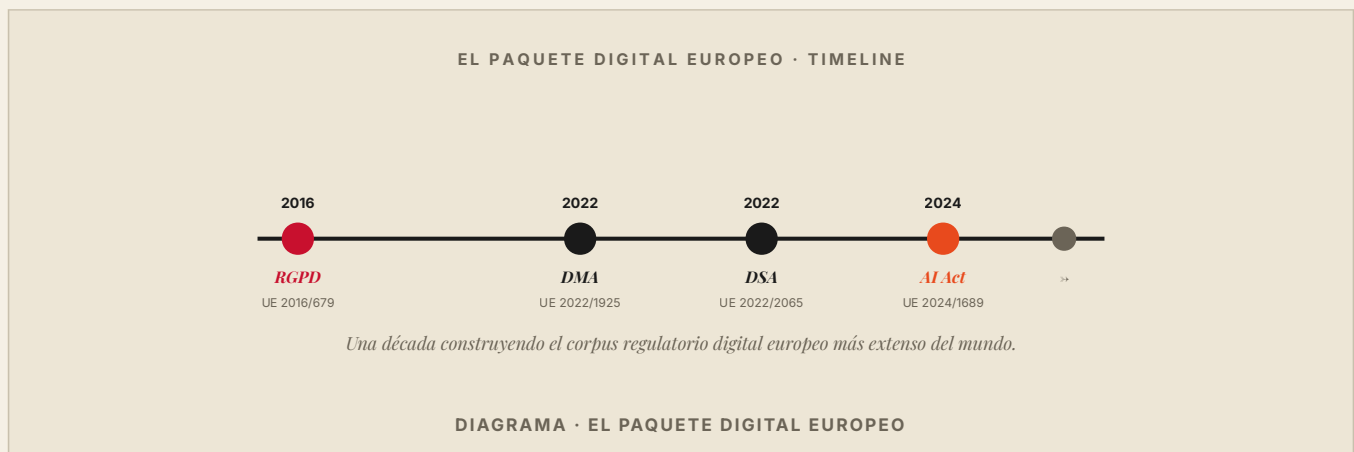
La DMA aborda la **arquitectura económica** del mercado digital: identifica *gatekeepers* (ficha 10) e impone obligaciones estructurales *ex ante*. La DSA aborda la **conducta** de los prestadores de servicios digitales: establece deberes de diligencia, transparencia algorítmica, gestión de contenidos ilícitos y rendición de cuentas, escalonados según el tamaño del prestador (con obligaciones especiales para las VLOPs, plataformas en línea de muy gran tamaño, identificadas en el artículo 33).<sup>2</sup>

## ¿QUÉ OBLIGACIONES IMPONEN?

DMA: interoperabilidad obligatoria, portabilidad de datos, prohibición de autopreferencia (arts. 5-7); auditorías independientes (art. 26); multas hasta 10% facturación mundial (art. 30). DSA: notificación y acción frente a contenido ilícito (art. 16), transparencia de sistemas de recomendación (art. 27), evaluación anual de riesgos sistémicos para las VLOPs (art. 34), auditorías independientes (art. 37).

## PERTINENCIA JURÍDICA

Para Guatemala, DMA y DSA son referencia de cómo construir **regulación específica de plataformas** sin tener que descansar exclusivamente en el derecho de competencia tradicional. La transparencia algorítmica obligatoria (arts. 27 DSA y 13 DMA), las auditorías independientes y la responsabilidad escalonada por tamaño ofrecen herramientas adaptables al Eje C del ensayo principal (*sandbox* regulatorio y debido proceso algorítmico).



## REFERENCIAS

- Parlamento Europeo y Consejo (2022a). Reglamento (UE) 2022/1925, de 14 de septiembre de 2022 (DMA). DOUE L 265, 12.10.2022. Parlamento Europeo y Consejo (2022b). Reglamento (UE) 2022/2065, de 19 de octubre de 2022 (DSA). DOUE L 277, 27.10.2022.
- DSA, artículos 16 (notificación y acción), 27 (transparencia de recomendación), 33 (designación VLOPs), 34 (evaluación de riesgos sistémicos), 37 (auditorías independientes).
- Para análisis sistémico del paquete: Larouche, P. y de Streel, A. (2021). The European Digital Markets Act: A Revolution Grounded on Traditions. *Journal of European Competition Law & Practice*, 12(7), 542-560. DOI: 10.1093/jeclap/lpab059.

# Sandbox regulatorio

Espacio controlado de experimentación normativa

## ANALOGÍA

Imagine un **laboratorio cerrado donde un farmacólogo prueba un nuevo medicamento** en un grupo pequeño y supervisado, con consentimiento, medición permanente y posibilidad de detener el experimento si algo sale mal. No se libera el medicamento al público entero, pero tampoco se prohíbe sin más: se prueba en condiciones controladas para aprender. Un sandbox regulatorio aplica esa misma lógica a innovaciones tecnológicas: **permite que tecnologías nuevas operen bajo supervisión** con exenciones temporales de ciertos requisitos, para que el regulador aprenda antes de legislar.

## EL LABORATORIO REGULATORIO



Probar antes de codificar: el regulador aprende del experimento, no de la teoría.

METÁFORA · ESPACIO CERRADO DE PRUEBA

FICHA · 15 · REGULACIÓN DIGITAL

# Sandbox regulatorio · qué es, cómo opera

## ¿QUÉ ES?

Un *regulatory sandbox* es un marco normativo que permite a empresas innovadoras probar productos, servicios o modelos de negocio en condiciones de mercado real, bajo supervisión activa de una autoridad regulatoria y con exenciones temporales respecto de ciertos requisitos cuya aplicación inmediata resultaría imposible o contraproducente. El concepto fue formalmente lanzado por la *Financial Conduct Authority* del Reino Unido en 2015, dentro de su *Project Innovate*.<sup>1</sup>

## ¿CÓMO OPERA?

El procedimiento típico tiene cinco fases: (1) **solicitud** del participante, con descripción del modelo y los riesgos previstos; (2) **admisión** de la autoridad, con definición del perímetro de operación (número de usuarios, montos máximos, plazo); (3) **operación supervisada** con reportes periódicos; (4) **evaluación de resultados** y, en su caso, ajuste normativo; (5) **salida** hacia el marco regulatorio ordinario o cese controlado.

## ¿DÓNDE EXISTE?

Tras el modelo de la FCA británica, lo han adoptado la *Monetary Authority of Singapore* (2016), la *Australian Securities and Investments Commission* (2016), la Comisión Nacional Bancaria y de Valores de México (Ley Fintech, 2018) y, en la Unión Europea, el *EU Blockchain Sandbox* y los *AI Regulatory Sandboxes* previstos en el artículo 57 del AI Act (Reglamento UE 2024/1689).<sup>2</sup> Wyoming (EE.UU.) inauguró el primer sandbox específico para DAOs en 2021 (Senate File 38).

## PERTINENCIA JURÍDICA

Para Guatemala, el sandbox es el mecanismo central del Eje C propuesto en el ensayo principal. Permite reconocer formalmente innovaciones (DAOs, fintech, IA generativa aplicada a justicia) sin necesidad de reforma legislativa inmediata: la autoridad administrativa autoriza el experimento, las entidades operan dentro del perímetro, y la evidencia recogida orienta la futura codificación. Es el camino institucionalmente realista para un país sin grandes capacidades regulatorias *ex post*.



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Financial Conduct Authority (2015). *Regulatory sandbox*. Publicación de noviembre de 2015 dentro del *Project Innovate*. Disponible en [www.fca.org.uk/firms/innovation/regulatory-sandbox](http://www.fca.org.uk/firms/innovation/regulatory-sandbox). Primer marco institucional del concepto.
- <sup>2</sup> Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, sobre normas armonizadas en materia de inteligencia artificial (AI Act), artículo 57: *AI regulatory sandboxes*. Wyoming Legislature (2021), Senate File 38, primer sandbox DAO.
- <sup>3</sup> Para evaluación comparada: UNCTAD (2022). *Regulatory Sandboxes for Cross-Border Data Flows*. UNCTAD/DTL/STICT/2022/3, ISSN 2522-7912. Análisis de doce experiencias nacionales.

## § 16 REGULACIÓN DIGITAL

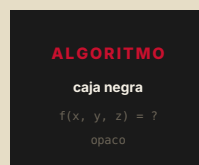
# Debido proceso algorítmico

Garantías procesales frente a decisiones automatizadas

## ANALOGÍA

Imagine que un **tribunal lo condena sin permitirle conocer las pruebas, sin escucharle, sin posibilidad de recurrir**. Lo consideraríamos una violación grave al debido proceso. Ahora cambie tribunal por algoritmo y condena por "denegado el crédito", "rechazado en la entrevista", "expulsado de la plataforma". Si una decisión automatizada produce los mismos efectos jurídicos que una decisión judicial, ¿por qué no debería estar sujeta a garantías análogas? **El debido proceso algorítmico es la traslación de las garantías procesales clásicas al mundo de las decisiones automatizadas.**

## DE LA CAJA NEGRA AL DEBIDO PROCESO



### CUATRO ELEMENTOS

- **REGISTRO inmutable**  
de versiones del modelo
- **EXPLICABILIDAD**  
proporcional al impacto
- **REVISIÓN humana**  
en casos sensibles
- **AUDITORÍAS técnicas**  
independientes

*La opacidad del algoritmo no puede ser excusa para la opacidad de la decisión.*

## METÁFORA · GARANTÍAS FRENTE A LA OPACIDAD

# Debido proceso algorítmico · qué es, cómo se aplica

## ¿QUÉ ES?

El *algorithmic due process* es un cuerpo doctrinal que postula la aplicación de las garantías procesales clásicas (notificación, derecho de defensa, derecho a una decisión motivada, derecho de recurso) a las decisiones automatizadas que produzcan efectos jurídicos relevantes. Fue formulado por Danielle Citron y Frank Pasquale en su artículo "The Scored Society: Due Process for Automated Predictions" publicado en la *Washington Law Review*, vol. 89, en 2014.<sup>1</sup>

## ¿CÓMO SE ARTICULA?

La doctrina propone cuatro garantías mínimas: (1) **registro inmutable de versiones** del modelo y de los parámetros utilizados en la decisión concreta; (2) **explicabilidad proporcional al impacto**: cuanto más relevante la decisión, mayor debe ser el deber de explicar; (3) **revisión humana** obligatoria en supuestos especialmente sensibles (denegación de crédito, despidos, exclusiones de plataformas, decisiones penales o migratorias); (4) **auditorías técnicas independientes** para verificar imparcialidad y precisión.<sup>2</sup>

## ¿DÓNDE SE POSITIVIZA?

El artículo 22 del RGPD establece el derecho a no ser objeto de decisiones individuales automatizadas que produzcan efectos jurídicos en el interesado, salvo bajo condiciones específicas y con derecho a obtener intervención humana. El AI Act europeo (2024) extiende esta lógica a los sistemas de IA de alto riesgo. En EE.UU., diversas leyes estatales (Illinois, Nueva York, California) imponen deberes análogos sobre el uso de IA en empleo y contratación.

## PERTINENCIA JURÍDICA

El debido proceso algorítmico es la categoría que permite traducir el artículo 12 de la Constitución guatemalteca (debido proceso) a la nueva realidad de las decisiones automatizadas. Es uno de los pilares del Eje C del ensayo principal: junto con el *sandbox* regulatorio, ofrece el marco para tutelar los derechos fundamentales sin sofocar la innovación. Su aplicación prioritaria debería ser administración pública (decisiones tributarias automatizadas, asignaciones de subsidios) y plataformas privadas con poder cuasipúblico (exclusiones, calificaciones crediticias).



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Citron, D. K. y Pasquale, F. (2014). The Scored Society: Due Process for Automated Predictions. *Washington Law Review*, 89, 1-33. SSRN: [ssrn.com/abstract=2376209](https://ssrn.com/abstract=2376209).
- <sup>2</sup> Crawford, K. y Schultz, J. (2014). Big Data and Due Process: Toward a Framework to Redress Predictive Privacy Harms. *Boston College Law Review*, 55(1), 93-128. Desarrollo de las cuatro garantías procesales algorítmicas.
- <sup>3</sup> Marco positivo: Reglamento (UE) 2016/679 (RGPD), artículo 22; Reglamento (UE) 2024/1689 (AI Act), artículos 13 (transparencia) y 14 (supervisión humana); Constitución Política de la República de Guatemala (1985), artículo 12 (debido proceso).



## — COLOFÓN —

*Esta guía conceptual es un anexo de mediación didáctica al ensayo "De la Cosa Mercantil al Algoritmo" de Siekavizza & Salazar, escrita exclusivamente por David Jonathán Salazar García. Su propósito ha sido tender un puente entre el lenguaje técnico de las nuevas tecnologías y el oficio del jurista. Toda referencia citada ha sido verificada en su fuente original.*

---

**AUTORÍA EXCLUSIVA**

David Jonathán Salazar García  
Consultor de  
Transformación Digital ·  
PNUD

**DOCUMENTO**

Anexo conceptual  
al artículo de Siekavizza &  
Salazar

**TIPOGRAFÍA**

Playfair Display  
Source Serif 4 · Inter

---

LEGAL·TECH — REVISTA SAPERE AUDE · ORGANISMO JUDICIAL DE  
GUATEMALA · 2025-2026