

Opacidad como propiedad emergente: de sistemas naturales a sistemas artificiales

Opacity as an Emergent Property: From Natural to Artificial Systems

Carlos Eduardo Ravello Joo

ORCID: 0009-0007-5631-7436

carlosravello.com

Trujillo — Lima, Perú

Mayo 2026

Este trabajo es el quinto de una serie de preprints independientes depositados en Zenodo. Conecta con los marcos conceptuales desarrollados en Ravello Joo (2026a, 2026b, 2026c, 2026d). No ha recibido financiamiento externo. El autor declara ausencia de conflicto de intereses.

Abstract

Keeping a secret is no longer viable. The question that replaced it — how persistent systems manage the boundary between revelation and concealment — has a structural answer that biology resolved long before any corporate strategy did.

Opacity is not a moral category or a deliberate choice. It is an emergent property of any system that persists. Cell membranes do not hide information — they regulate selective permeability. A flame maintains coherence precisely because it does not release all its internal energy at once. Tesla opened its patents in 2014 while its real competitive advantage had already migrated to fleet driving data no patent can transfer. Google released TensorFlow as open source in November 2015 while its tensor processing units had been running in internal datacenters since that same year, publicly announced only in May 2016. Meta releases prior versions of its models while continuing to develop capabilities it does not publish. The pattern holds across systems with no apparent relationship.

That consistency has structure. The Dynamic Coherence Model (DCM) formalizes it: $\Omega = V/(M+I)$, where V is verifiable revelation, M is excess concealment beyond what coherence requires, and I is managed uncertainty — what the system acknowledges as unresolved. The model operates as a dynamic corridor, not a maximization function. Preliminary explorations using Monte Carlo methods suggest stable operational regions within that corridor. Full quantitative validation is reserved for subsequent work.

Opacity does not eliminate information. It distributes access to it asymmetrically. Systems that reveal everything reach equilibrium with their environment. Thermodynamic equilibrium is the death of the system.

Four prior papers in this series documented the symptoms — thermodynamic collapse of the digital ecosystem, simultaneous failure of established knowledge regimes, the irrevocability of biometric data as a new asymmetry frontier. This paper documents the mechanism underneath. The mechanism did not wait to be discovered. It only waited to be recognized.

Provisional by design.

Keywords: systemic opacity, Dynamic Coherence Model, DCM, revelation gradient, selective revelation regulation, managed uncertainty, systemic overprotection, dynamic coherence, persistent systems, informational asymmetry, dissipative informational structures, differential revelation

Resumen

La cuestión no es guardar un secreto. Es regular cuánto se revela — y esa regulación no es una decisión moral ni una estrategia corporativa: es una propiedad emergente de cualquier sistema que persiste en el tiempo.

La opacidad no es categoría moral ni elección deliberada. Es una propiedad emergente de cualquier sistema que persiste. Las membranas celulares no ocultan información — regulan permeabilidad selectiva. Una llama mantiene coherencia precisamente porque no libera toda su energía interna de golpe. Tesla abrió sus patentes en 2014 mientras su ventaja competitiva real ya había migrado hacia datos operacionales de flota que ninguna patente puede transferir. Google liberó TensorFlow como open source en noviembre de 2015 mientras sus unidades de procesamiento tensorial operaban en datacenters internos desde ese mismo año, anunciadas públicamente recién en mayo de 2016. Meta libera versiones anteriores de sus modelos mientras continúa desarrollando capacidades que no publica. El patrón se sostiene en sistemas sin relación aparente.

Esa consistencia tiene estructura. El Modelo de Coherencia Dinámica (MCD) la formaliza: $\Omega = V/(M+I)$, donde V es revelación verificable, M es sobreprotección más allá de lo que la coherencia requiere, e I es incertidumbre gestionada — lo que el sistema reconoce como no resuelto. El modelo opera como corredor dinámico, no como función de maximización. Exploraciones preliminares mediante métodos Monte Carlo sugieren regiones estables de operación dentro de ese corredor. La validación cuantitativa completa se desarrollará en trabajos posteriores.

La opacidad no elimina información: distribuye asimétricamente el acceso a ella. Los sistemas que lo revelan todo alcanzan equilibrio con su entorno. El equilibrio termodinámico es la muerte del sistema.

Cuatro trabajos anteriores de esta serie documentaron síntomas — colapso termodinámico del ecosistema digital, fallo simultáneo de los regímenes de conocimiento establecidos, irrevocabilidad de los datos biométricos como nueva frontera de asimetría. Este trabajo documenta el mecanismo subyacente. El mecanismo no esperó a ser descubierto. Solo esperó a ser reconocido.

Provisional por diseño.

Palabras clave: opacidad sistémica, Modelo de Coherencia Dinámica, MCD, gradiente de revelación, regulación selectiva de revelación, incertidumbre gestionada, sobreprotección sistémica, coherencia dinámica, sistemas persistentes, asimetría informacional, estructuras disipativas informacionales, revelación diferencial

1. El problema

Guardar secretos absolutos se volvió inviable. Ni las organizaciones con mayores recursos de contrainteligencia pueden garantizarlo hoy. El espionaje corporativo tiene un costo millonario y el tándem IA-usuario avanzado es difícil de engañar de forma sostenida. Los secretos hace tiempo dejaron de serlo.

La respuesta no fue tecnológica. Fue adaptativa: pasar del secreto a la opacidad. No ocultar todo — regular cuánto y qué se revela.

2. La definición

Revelar suficiente para que lo que no revelas quede invisible.

En este trabajo, opacidad no refiere a ocultamiento absoluto sino a regulación selectiva de revelación. No es privacidad — la privacidad intenta esconder. No es transparencia — la transparencia lo expone todo. La opacidad regula el gradiente entre ambas, y esa regulación no es una decisión moral sino una propiedad emergente de cualquier sistema que persiste en el tiempo.

La opacidad no elimina información: distribuye asimétricamente el acceso a ella. No implica falsificación deliberada sino regulación diferencial de acceso, resolución y exposición.

3. Sistemas naturales

La biología lo resolvió antes que cualquier estrategia corporativo. La membrana celular no es una pared — es un filtro selectivo que decide qué entra, qué sale y qué bloquea. Cada célula contiene toda la información genética del organismo pero expresa solo lo que el contexto requiere.

La termodinámica confirma el mismo principio desde otro ángulo. Una llama revela luz y calor — pero lo que la mantiene coherente es lo que no revela: una organización interna de miles de reacciones simultáneas. Si liberara toda su energía interna de golpe, sería una explosión, no una llama.

Un sistema que lo revela todo alcanza equilibrio con su entorno. El equilibrio termodinámico es la muerte del sistema — máxima entropía, cero diferencia, cero actividad. El café que alcanza la temperatura ambiente dejó de ser un sistema.

La persistencia requiere gradientes. La opacidad regula gradientes informacionales del mismo modo que las membranas regulan gradientes químicos. Un sistema que elimina esa diferencia alcanza equilibrio con el entorno — y el equilibrio completo es indistinguible de la muerte sistémica.

La opacidad no es ocultamiento. Es la condición de coherencia.

4. Sistemas humanos

El boom de la gastronomía peruana es un caso estudiado de gastrodiplomacia (Wilson, 2011). La narrativa pública enfatizó apertura, intercambio de técnicas, colaboración entre cocineros. El mecanismo preciso de coordinación que hizo posible esa expansión permaneció opaco. Esa incertidumbre gestionada — más que la apertura en sí — funcionó como motor de participación continua. La opacidad no fue el límite del movimiento. Fue su condición de posibilidad.

5. Sistemas tecnológicos

Tres empresas, tres gestos históricos de apertura, tres mecanismos de protección de lo que realmente importa.

Tesla, 2014. Elon Musk publicó "All Our Patent Are Belong To You" el 12 de junio de 2014. La apertura de patentes coincidió con un desplazamiento observable de la ventaja competitiva hacia activos no transferibles mediante ese régimen: datos operacionales de flota, integración vertical y software propietario. El dataset de conducción acumulado por millones de vehículos en ruta real no podía ser transferido mediante el régimen de patentes que Tesla decidió abrir.

Google, 2015. TensorFlow fue lanzado como open source el 9 de noviembre de 2015. Las TPUs llevaban operando en los datacenters de Google desde ese mismo año — Jouppi et al. (2017) lo confirman explícitamente: "*a custom ASIC deployed in datacenters since 2015.*" El anuncio público llegó en Google I/O, mayo de 2016. Se reveló el framework de software cuando la ventaja real ya residía en hardware propietario que nadie más tenía.

Meta, 2023–2024. Llama 1 en febrero de 2023. Llama 2 en julio de 2023. Llama 3 en abril de 2024. El patrón habla solo.

Esto no es hipocresía corporativa. Es opacidad funcionando exactamente como debe.

6. Modelos de lenguaje

Los modelos de lenguaje producen recomendaciones convergentes sobre sus propios pares. Preguntar a cualquier modelo qué herramienta usar para modelado matemático tiende a producir respuestas similares. Esa convergencia no es coincidencia — refleja convergencia funcional sobre métricas, benchmarks y corpus parcialmente compartidos.

Lo que la convergencia oculta es la dependencia estructural. La industria comparte infraestructura, optimizaciones y datasets que permanecen parcialmente cerrados o bajo acceso restringido. La apertura de pesos y arquitecturas convive con versiones frontier que no se publican completas. La revelación funciona aquí como mecanismo de posicionamiento competitivo, no como declaración de transparencia.

7. La formalización

El patrón es consistente en sistemas sin relación aparente. La membrana celular, la llama, el boom gastronómico peruano, las grandes tecnológicas, los modelos de lenguaje. Todos exhiben convergencia funcional hacia mecanismos selectivos de revelación.

Ese mecanismo tiene estructura. Y si tiene estructura, puede formalizarse.

La pregunta operativa no es qué es la opacidad. Es cómo calibrarla deliberadamente.

El Modelo de Coherencia Dinámica (MCD) propone una respuesta — no como función de maximización lineal sino como corredor dinámico de operatividad. La coherencia sistémica emerge dentro de rangos estables, no en extremos absolutos.

$$\Omega = V / (M + I)$$

Ω representa el índice de coherencia dinámica del sistema. Donde:

V — Revelación: lo que el sistema entrega verificablemente al exterior. No todo lo que sabe — lo que decide mostrar.

M — Sobreprotección: lo que el sistema oculta más allá de lo necesario. M en exceso no produce seguridad — produce dogma, y en su límite, falsedad estructural. La mentira no requiere intención. Requiere sobreprotección suficiente.

I — Incertidumbre gestionada: lo que el sistema reconoce como no resuelto y administra sin pretender resolución prematura. I no es ignorancia — es el piso operativo del sistema. Sin I el sistema es estático, sospechoso o inalcanzable. Con I calibrada el sistema es perfectible y por tanto creíble.

Exploraciones preliminares mediante métodos Monte Carlo sugieren regiones estables de operación dentro de corredores dinámicos de revelación, sobreprotección e incertidumbre. La formalización cuantitativa completa y la validación metodológica del modelo serán desarrolladas en trabajos posteriores.

Las alucinaciones en modelos de lenguaje no ocurren porque el modelo no sabe. Ocurren porque el modelo no sabe que no sabe. Ausencia de I estructural.

8. Del patrón observado a la operación consciente

Los sistemas descritos en este trabajo no aprendieron la opacidad. La exhiben porque los que no la exhibían no persisten. La membrana celular no eligió ser un filtro selectivo — los sistemas que liberaban todo o bloqueaban todo colapsaron antes de que hubiera registro de ellos. Tesla, Google y Meta no diseñaron conscientemente sus gestos de apertura como mecanismos de protección diferencial — operaron bajo las mismas presiones selectivas que cualquier sistema que necesita sobrevivir en entorno competitivo.

Documentar ese patrón en sistemas sin relación aparente no produce una herramienta nueva. Produce visibilidad sobre un mecanismo que ya opera. La diferencia entre un sistema que aplica opacidad por presión selectiva y uno que la aplica conscientemente es la misma diferencia que Metacognición 2.0 (Ravello Joo, 2026a) identificó entre el agente clasificado por defecto y el agente que diseña deliberadamente las señales que los sistemas procesan sobre él.

Los trabajos anteriores de esta serie documentaron síntomas: el colapso termodinámico del ecosistema digital (Ravello Joo, 2026c), el fallo simultáneo de los regímenes de conocimiento establecidos (Ravello Joo, 2026d), la irrevocabilidad de los datos biométricos como nueva frontera de asimetría (Ravello Joo, 2026b). Este trabajo documenta el mecanismo subyacente: la opacidad no es lo que los sistemas aplican para sobrevivir a esos problemas. Es la condición estructural que los sistemas que sobreviven exhiben consistentemente, con independencia del problema específico que enfrentan.

El Modelo de Coherencia Dinámica no propone un camino. Formaliza una estructura que ya existe. $\Omega = V/(M+1)$ no es la ecuación de una estrategia — es la descripción operativa de lo que hacen los sistemas que persisten. El agente que calibra deliberadamente ese ratio no adquiere una ventaja artificial. Recupera la alineación con un mecanismo que los sistemas naturales nunca perdieron y que los sistemas humanos abandonaron cuando confundieron transparencia con confianza y privacidad con seguridad.

La opacidad es anterior al problema contemporáneo de la información. Los sistemas que van a persistir en el ecosistema que los trabajos anteriores describieron no serán los que produzcan más señal ni los que protejan más información — serán los que regulen mejor el gradiente entre ambas. Eso no requiere adoptar un modelo. Requiere reconocer que el mecanismo ya estaba operando.

El mecanismo no esperó a ser descubierto. Solo esperó a ser reconocido.

Limitaciones

Este trabajo presenta limitaciones que el autor declara explícitamente. Los casos son ilustrativos, no validación empírica formal. El trabajo propone una hipótesis de convergencia funcional observada entre sistemas heterogéneos — no afirma identidad causal entre ellos. Los parámetros del modelo requieren validación independiente con datos de campo.

El origen filosófico del MCD — la estructura de la verdad como condición de la opacidad, el nacimiento de I desde los límites de la lógica binaria clásica — está en desarrollo formal como trabajo separado.

Los trabajos anteriores de esta serie desarrollaron el marco operativo (Ravello Joo, 2026a, 2026b) y el diagnóstico sistémico (Ravello Joo, 2026c, 2026d). La condición del observador que aplica conscientemente este principio — y la declaración epistemológica que esa posición requiere — es el objeto de los trabajos posteriores de esta serie.

Provisional por diseño.

Referencias

- Ashby, W. R. (1956). *An introduction to cybernetics*. Chapman & Hall.
- Jouppi, N. P., Young, C., Patil, N., Patterson, D., et al. (2017). In-datacenter performance analysis of a tensor processing unit. *Proceedings of the 44th Annual International Symposium on Computer Architecture (ISCA)*. <https://doi.org/10.1145/3079856.3080246>
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*. D. Reidel Publishing Company.
- Musk, E. (2014, June 12). All our patent are belong to you. *Tesla Blog*. <https://www.tesla.com/blog/all-our-patent-are-belong-to-you>
- Prigogine, I., & Stengers, I. (1984). *Order out of chaos: Man's new dialogue with nature*. Bantam Books.
- Ravello Joo, C. E. (2026a). Metacognición 2.0: Diseño deliberado de identidad digital ante sistemas predictivos de inteligencia artificial. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20092008>
- Ravello Joo, C. E. (2026b). El perfil que no escribiste: Identidad digital, biometría ocular y autoridad semántica en sistemas algorítmicos predictivos. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20112409>
- Ravello Joo, C. E. (2026c). La década del influencer como colapso termodinámico de la información: Clausura operacional, alostasis del conocimiento y bifurcación del ecosistema digital (2012–2025). *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20260382>
- Ravello Joo, C. E. (2026d). El tercer régimen del conocimiento: La inteligencia artificial como respuesta emergente a los límites de la academia clásica y los repositorios abiertos. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20298743>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>

Wilson, R. (2011). Cocina peruana para el mundo: Gastrodiplomacy, the culinary nation brand, and the context of national cuisine in Peru. *Exchange: The Journal of Public Diplomacy*, 2(1), 13–20.