

De la ontología a la ecología: la IA como infraestructura cognitiva y mediación sociotécnica

From ontology to ecology: AI as cognitive infrastructure and socio-technical mediation

Carmen Emilia Rodríguez¹ , Emilio Rodríguez-Ponce²  

Resumen

Este artículo propone un desplazamiento analítico desde la ontología hacia una ecología de mediaciones sociotécnicas y concibe a la inteligencia artificial (IA) no como un agente autónomo, sino como una infraestructura cognitiva que reconfigura los acoplamientos entre conocimiento, decisión y coordinación social. Frente a los debates centrados en la naturaleza de la IA, este trabajo se pregunta qué hace la IA en contextos de asimetría de información y ambigüedad de modelo, y cómo sus arquitecturas técnicas median relaciones de poder, visibilidad y capacidad de acción. A partir de contribuciones de la cognición distribuida, la teoría de la actividad, los estudios sociotécnicos, los estudios críticos de datos y la literatura sobre justicia algorítmica, se desarrolla un marco normativo que sitúa la mediación cognitiva, el diseño institucional y la gobernanza auditable como ejes centrales para la legitimidad de los sistemas algorítmicos. Se introduce una formalización mínima del sistema sociotécnico, incorporando valor informacional, riesgos epistémico-procedimentales, costes organizacionales y externalidades energéticas. El artículo identifica operadores institucionales clave (documentación, mecanismos de impugnación, interoperabilidad y portabilidad, y presupuestos energéticos) y los vincula con criterios normativos auditables basados en capacidades, igualdad relacional, no dominación y razón pública. La contribución principal radica en ofrecer una teoría operacionalizable que trasciende el tecnosolucionismo y el escepticismo normativo. Se argumenta que la legitimidad de la IA depende de mecanismos institucionales de gobernanza que orienten su diseño y uso hacia la ampliación de capacidades humanas y la reducción de la dominación, haciéndola responsable, habilitante y socialmente legítima.

Palabras clave: *infraestructura cognitiva, asimetría de información, mediación sociotécnica, justicia algorítmica, gobernanza auditable.*

Abstract

This article proposes an analytical shift from ontology to an ecology of socio-technical mediations, conceiving artificial intelligence (AI) not as an autonomous agent, but as a cognitive infrastructure that reconfigures the couplings between knowledge, decision-making, and social coordination. In contrast to debates focused on the nature of AI, this work asks what AI does in contexts of information asymmetry and model ambiguity, and how its technical architectures mediate relationships of power, visibility, and capacity for action. Drawing on contributions from distributed cognition, activity theory, socio-technical studies, critical data studies, and the literature on algorithmic justice, this paper develops a normative framework that identifies cognitive mediation, institutional design, and auditable governance as central pillars for the legitimacy of algorithmic systems. A minimal formalization of the socio-technical system is introduced, incorporating informational value, epistemic-procedural risks, organizational costs, and energy externalities. The article identifies key institutional operators—documentation, contestability, interoperability and portability, and energy budgets—and links them to auditable normative criteria based on capabilities, relational equality, non-domination, and public reason. The main contribution lies in offering an operationalizable theory that transcends technosolutionism and normative skepticism, arguing that the legitimacy of AI depends on institutional governance mechanisms that guide its design and use toward the expansion of human capabilities and the reduction of

1 Facultad de Ciencias Sociales, Empresariales y Jurídicas, Universidad de La Serena, La Serena, Chile, 2 Instituto de Alta Investigación Universidad de Tarapacá, Arica, Chile ✉ e-mail: emiliorodriguez.ponce@gmail.com



domination, making it accountable, enabling, and socially legitimate.

Keywords: *cognitive infrastructure, information asymmetry, socio-technical mediation, algorithmic justice, auditable governance.*

INTRODUCCIÓN

Buena parte de las discusiones contemporáneas sobre inteligencia artificial (IA) ha girado en torno a cuestiones ontológicas vinculadas con la naturaleza de los sistemas algorítmicos. La pregunta por si una máquina puede pensar o comprender sigue ocupando un lugar central. A ella se suma el debate sobre la posibilidad de atribuirle algún tipo de agencia comparable a la humana y, en un plano más amplio, sobre hasta qué punto estos sistemas podrían llegar a sustituir capacidades humanas en tareas cognitivas, productivas o de toma de decisiones. Sin embargo, desde un punto de vista filosófico, estas preguntas resultan insuficientes para comprender las implicaciones de la IA en sociedades complejas que implican altos niveles de mediación organizativa, institucional y técnica. Desde una perspectiva filosófico-política y sociotécnica, el problema significativo no es definir la naturaleza de la IA en términos de supuesta autonomía o agencia, sino analizar cómo la IA se configura a través de sus acciones, o en otras palabras, cómo altera los circuitos de la producción de conocimiento, la toma de decisiones y la coordinación, bajo qué reglas opera y qué consecuencias normativas genera sobre los sujetos e instituciones.

Con estas ideas en mente, este artículo aboga por un giro en el análisis, de la ontología de la IA, término utilizado aquí para referirse a la pregunta por el estatuto de los sistemas algorítmicos, a un análisis de la ecología de mediaciones sociotécnicas. El término “ecología” se refiere al análisis del acoplamiento de artefactos técnicos, datos, modelos, interfaces, trabajo humano, infraestructuras materiales, prácticas organizacionales y dispositivos de gobernanza. Esta clarificación se proporciona a través de tres giros interrelacionados. El primero de ellos no supone separar lo que la IA “es” de lo que la IA “hace”, sino rechazar una concepción sustancialista o mentalista de la IA como entidad autónoma. Desde una perspectiva sociotécnica, lo que es un sistema algorítmico, en términos institucionales, está dado por sus operaciones, mediaciones y efectos sobre las prácticas sociales.

Esto significa que el análisis de la IA debe considerar sus efectos sobre la sociedad y la medida en que es públicamente rastreable. Dicho análisis debe considerar también las formas de regulación que se materializan en su arquitectura. Esto significa que el análisis de la IA debe ir más allá de las analogías mentalistas que equiparan estos sistemas con formas humanas de inteligencia o conciencia (Turing, 1950). En segundo lugar, dejamos de considerar la IA como un agente individual y la entendemos como una infraestructura que combina formas de memoria externa, como datos, pesos y repositorios, con capacidades de predicción, generación y planificación, además de apoyar prácticas como la simulación y el copilotaje. Estas características modifican las latencias, los costes de verificación y las escalas de cooperación humana (Hutchins, 1995; Mitchell, 2019). En tercer lugar, desplazamos nuestra unidad de análisis de individuos a sistemas sociotécnicos, entendidos como sistemas compuestos por humanos, artefactos y procesos, insertos en estructuras y reglas institucionales que distribuyen de forma desigual las capacidades de saber, decidir y rendir cuentas (Bowker & Star, 1999; Suchman, 1987).

Visto desde esta perspectiva, vemos que los sistemas de IA contemporáneos, incluidos los modelos generativos, no operan como inteligencias autónomas, sino como ensamblajes sostenidos por infraestructuras materiales, metodologías de clasificación, extracción de conocimiento colectivo y trabajo que a menudo se vuelve invisible (Mul-

doon et al., 2024; Pasquinelli, 2023). Desde este punto de vista, el desarrollo de un léxico conceptual es necesario para describir las condiciones estructurales en las que la IA opera como infraestructura cognitiva. Dos de estas condiciones son de particular interés. En primer lugar, las asimetrías de información que resultan de la opacidad de los datos o supuestos del modelo, así como de los incentivos de quienes diseñan y despliegan los sistemas, crean problemas clásicos de selección adversa y riesgo moral (Akerlof, 1970; Spence, 1973; Stiglitz & Weiss, 1981). En los sistemas algorítmicos contemporáneos, estas asimetrías se agravan porque el acceso, el control y la interpretación de los datos se concentran en actores con una mayor capacidad técnica e institucional, creando nuevas formas de dependencia informacional y opacidad decisional (Bernal, 2024; Langer & König, 2023). La otra condición es la ambigüedad de modelo. Aquí la incertidumbre excede el cálculo probabilístico, porque no solo pueden desconocerse los resultados, sino también la distribución de los estados relevantes y los propios límites del modelo utilizado (Ellsberg, 1961; Gilboa & Schmeidler, 1989; Klibanoff et al., 2005). Esta dificultad adquiere especial importancia cuando las decisiones están mediadas por tecnologías cuya arquitectura incorpora criterios y restricciones que orientan determinadas conductas. Los artefactos digitales, por tanto, no son neutrales. También regulan posibilidades de acción y pueden hacerlo de manera anticipada, incluso con una eficacia comparable a la de ciertas normas formales (Green, 2021; Lessig, 1999; Winner, 1980).

Una ética de la IA limitada a principios abstractos resulta insuficiente. La responsabilidad pública requiere mecanismos que permitan examinar los sistemas, cuestionar sus efectos y exigir responsabilidades. La gobernanza auditable responde a esta necesidad mediante documentación de datos y modelos (*datasheets, model cards*), auditorías independientes, interoperabilidad y portabilidad, procedimientos de explicación y apelación, así como la consideración de sus costes materiales y energéticos (Crawford, 2021; Gebru et al., 2021; Mitchell et al., 2019; Raji et al., 2020; Strubell et al., 2019).

Esta exigencia cobra especial importancia frente a las tensiones que acompañan al despliegue de la IA. Los sistemas de clasificación condicionan la visibilidad, mientras que la opacidad técnico-organizacional, la concentración de infraestructura y las limitaciones de portabilidad pueden dificultar la revisión de decisiones y consolidar dependencias. A ello se añade la dimensión material de estas tecnologías y sus costes ambientales y geopolíticos (Bowker & Star, 1999; Boyd & Crawford, 2012; Crawford, 2021; Eubanks, 2018; Lessig, 1999; Pasquale, 2015; Rochet & Tirole, 2003; Strubell et al., 2019).

Sobre esta base, el artículo concibe la IA como infraestructura cognitiva y desplaza el análisis desde las capacidades internas del artefacto hacia las estructuras institucionales que median su funcionamiento y sus efectos sobre las capacidades humanas y las relaciones de poder. Su contribución consiste en avanzar desde la ontología y el tecnosolucionismo hacia una ecología normativa de mediaciones, en diálogo con estudios críticos que cuestionan la presentación de la IA y la transformación digital como soluciones suficientes a problemas institucionales, educativos y democráticos (Mochizuki et al., 2025; Saura et al., 2023; Wijermars & Makhortykh, 2022). Desde esta perspectiva, capacidades, igualdad relacional, no dominación y razón pública se vinculan con exigencias institucionales de gobernanza auditable.

A partir de este diagnóstico, el objetivo central del artículo es desarrollar una teoría conceptual de la IA concebida como infraestructura cognitiva, capaz de articular de manera integrada sus dimensiones técnicas, institucionales, cognitivas y normativas. Esta perspectiva permite analizar cómo la IA reorganiza condiciones de acceso a la información, producción de inferencias, justificación de decisiones y coordinación de acciones. El trabajo busca, en particular, ofrecer un marco analítico que permita evaluar los sistemas de IA no en función de su supuesta inteligencia intrínseca, sino de los arreglos institucionales que median su funcionamiento y de sus efectos sobre capacidades

humanas, relaciones de poder y formas de dominación.

MARCO TEÓRICO

El marco teórico articula perspectivas complementarias para analizar la IA como infraestructura cognitiva. La [Tabla 1](#) sintetiza sus principales aportes al enfoque propuesto.

Tabla 1
Tradiciones teóricas y contribución al marco de la IA como infraestructura cognitiva

Eje teórico	Idea central	Aporte al marco propuesto	Implicación normativa/institucional	Referencias principales
Cognición distribuida y teoría de la actividad	La cognición se distribuye entre personas, artefactos, representaciones y entornos; los artefactos median la acción	Permite concebir la IA como infraestructura cognitiva situada, no como agente autónomo	Examinar redistribución de tareas cognitivas, autoridad epistémica y producción de conocimiento	Engeström (1987) ; Fuertes-Alpiste (2024) ; Hutchins (1995) ; Pea (1993) ; Salomon et al. (1991)
Estudios sociotécnicos, poder y arquitectura	Los artefactos incorporan valores y la arquitectura regula posibilidades de acción	Sitúa el diseño técnico como dimensión constitutiva de la regulación	Evaluar decisiones arquitectónicas, restricciones y distribución de capacidades	Lessig (1999) ; Mann y Matzner (2019) ; Mökander et al. (2021) ; Winner (1980)
Clasificación y estudios críticos de datos	Las clasificaciones producen categorías, visibilidad y exclusiones	Permite analizar la dimensión performativa de datos y modelos	Exigir trazabilidad de categorías, datos, supuestos y contextos de uso	Bowker y Star (1999) ; Boyd y Crawford (2012) ; Kordzadeh y Ghasemaghaei (2022) ; Ukanwa (2024)
Opacidad y gobernanza algorítmica	La transparencia técnica no garantiza comprensión ni control	Desplaza el foco desde transparencia hacia capacidad efectiva de impugnación	Explicación, apelación, revisión y efectos institucionales reales	Ananny y Crawford (2018) ; Eubanks (2018) ; Pasquale (2015) ; Wachter et al. (2017)
Justicia algorítmica	Los sistemas pueden reproducir desigualdades y la equidad no se agota en métricas formales	Reinscribe la justicia como problema sociotécnico e institucional	Evaluar capacidades, relaciones de poder, subordinación y mecanismos de impugnación	Barocas y Selbst (2016) ; Benjamin (2019) ; Hoffmann (2021) ; Noble (2018) ; Selbst et al. (2019)
Materialidad y energía	La IA depende de infraestructuras físicas, energía, recursos y cadenas materiales	Incorpora la dimensión material al desempeño social de los sistemas	Visibilizar costes mediante criterios de frugalidad, ciclo de vida y presupuestos energéticos	Crawford (2021) ; De Vries (2023) ; Ligozat et al. (2022) ; Luccioni et al. (2023) ; Strubell et al. (2019)

IA, mediación y cognición distribuida

Para sostener la idea de la IA como infraestructura cognitiva es necesario delimitar su alcance conceptual. En este artículo, esa expresión no supone que la IA reproduzca una mente humana o posea agencia cognitiva autónoma. Designa una función mediadora situada, mediante la cual estos sistemas modifican las condiciones en que las personas acceden a información, elaboran inferencias, externalizan memoria y coordinan acciones. La infraestructura cognitiva no es, por tanto, una propiedad intrínseca del artefacto, sino una función que emerge dentro de sistemas sociotécnicos más amplios.

Esta concepción se apoya en la cognición distribuida y la teoría de la actividad, que permiten entender la cognición y la acción como procesos mediados por personas, artefactos y entornos organizados ([Engeström, 1987](#); [Hutchins, 1995](#); [Pea, 1993](#); [Salomon](#)

et al., 1991). Aplicada a la IA, esta perspectiva permite analizar cómo los sistemas algorítmicos redistribuyen tareas cognitivas y autoridad epistémica y modifican los circuitos de producción, validación y uso del conocimiento (Fuertes-Alpiste, 2024). La mediación cognitiva queda así vinculada con las relaciones de poder, dependencia y responsabilidad que estructuran el sistema sociotécnico.

Infraestructura, poder y arquitectura

Concebir la IA como infraestructura cognitiva supone reconocer que su arquitectura también distribuye posibilidades de acción. Los artefactos pueden materializar valores, jerarquías y exclusiones (Winner, 1980), mientras que la arquitectura digital regula mediante permisos y restricciones (Lessig, 1999). Estas configuraciones inciden en qué información es accesible, qué opciones resultan viables y qué cursos de acción se vuelven difíciles o costosos (Green, 2021; Peeters et al., 2025).

Mann y Matzner (2019) advierten que estos efectos no siempre son visibles ni atribuibles a un actor identificable. Por ello, la evaluación de la arquitectura debe considerar las capacidades, los riesgos y las responsabilidades que distribuye durante el ciclo de vida del sistema (Mökander et al., 2021). La arquitectura opera, en este sentido, como una forma de regulación *ex ante*.

Clasificación, datos y construcción del mundo social

Las clasificaciones no se limitan a describir una realidad preexistente: determinan qué diferencias resultan relevantes y qué fenómenos adquieren visibilidad institucional (Bowker & Star, 1999). La digitalización intensifica este efecto, mientras que la selección de variables, el etiquetado, las ausencias y la reutilización de datos históricos pueden reproducir sesgos y exclusiones (Boyd & Crawford, 2012).

Estos problemas atraviesan distintas etapas del ciclo de vida de los sistemas de IA (Kordzadeh & Ghasemaghaei, 2022; Ukanwa, 2024). Instrumentos como *datasheets* y *model cards* permiten documentar supuestos, límites y contextos de uso (Gebru et al., 2021; Mitchell et al., 2019), pero la trazabilidad técnica resulta insuficiente si las prácticas de clasificación no se examinan dentro de sus marcos institucionales y formas de gobernanza.

Opacidad, transparencia y capacidad de impugnación

La opacidad de los sistemas algorítmicos puede debilitar la rendición de cuentas y restringir las posibilidades de explicación o apelación, especialmente cuando decisiones socialmente relevantes quedan mediadas por estructuras técnicas y organizacionales difíciles de examinar (Eubanks, 2018; Pasquale, 2015).

La transparencia, sin embargo, no garantiza por sí sola comprensión, control o capacidad efectiva de impugnación (Ananny & Crawford, 2018; Freiman et al., 2025). Aunque puede contribuir a reducir determinadas decisiones sesgadas (Ebrahimi et al., 2025), su eficacia depende de procedimientos que permitan cuestionar y revisar las decisiones automatizadas. Por ello, el marco privilegia la impugnación efectiva mediante explicaciones comprensibles, apelación y efectos institucionales reales (Wachter et al., 2017).

Injusticia algorítmica y enfoque sociotécnico de la justicia

Los sistemas automatizados pueden reproducir desigualdades mediante procesos aparentemente neutrales de clasificación y decisión (Barocas & Selbst, 2016; Benjamin, 2019; Noble, 2018). Estos efectos no pueden comprenderse adecuadamente si el sis-

tema algorítmico se separa de su contexto social e institucional (Selbst et al., 2019).

Desde esta perspectiva, la justicia no se agota en métricas formales de equidad, sino que exige examinar las condiciones bajo las cuales se producen los datos y se distribuyen autoridad, responsabilidad y posibilidades de impugnación (Hoffmann, 2021). El problema se desplaza así desde la corrección técnica hacia las reglas y estructuras que configuran capacidades, relaciones de poder y formas de subordinación.

Materialidad y energía

La IA depende de infraestructuras físicas y de recursos energéticos y materiales que también forman parte de su evaluación normativa. El entrenamiento, despliegue e inferencia de modelos pueden generar consumos energéticos y emisiones significativas, además de involucrar cadenas materiales y relaciones geopolíticas frecuentemente invisibilizadas (Crawford, 2021; De Vries, 2023; Luccioni et al., 2023; Strubell et al., 2019).

Esta materialidad exige una perspectiva de ciclo de vida que considere tanto los recursos empleados como los efectos asociados al escalamiento (Ligozat et al., 2022). Aunque la IA puede contribuir a procesos de mitigación y adaptación climática, su expansión también puede generar nuevas presiones ambientales (Nordgren, 2023). El marco incorpora, por ello, los costes materiales y energéticos como parte de la legitimidad del sistema.

Objeciones teóricas y delimitación del enfoque

La concepción de la IA como infraestructura cognitiva debe situarse frente a algunas objeciones presentes en la literatura sobre tecnología, gobernanza algorítmica y justicia sociotécnica. La [Tabla 2](#) sintetiza estas tensiones y la respuesta que ofrece el marco propuesto.

Tabla 2

Objeciones teóricas y respuesta del marco

Objeción	Respuesta del marco	Implicación para el enfoque	Referencias principales
La automatización sigue trayectorias prácticamente inevitables.	El desarrollo tecnológico no constituye un proceso autónomo, sino que se configura mediante imaginarios sociotécnicos, decisiones de diseño, estándares, reglas y estructuras de gobernanza.	La gobernanza no opera únicamente sobre la tecnología una vez desplegada, sino que forma parte de su propia configuración institucional.	Bareis y Katzenbach (2022); Jasanoff y Kim (2009, 2015); Latour (2005); Lessig (1999); Winkel (2025); Winner (1980)
La IA es esencialmente neutral y la responsabilidad corresponde solo a sus usuarios.	Las decisiones de diseño distribuyen capacidades y restricciones e influyen en aquello que se mide, clasifica y optimiza.	La arquitectura técnica posee efectos normativos y debe estar sometida a escrutinio público.	Bowker y Star (1999); Lessig (1999); Nishant et al. (2024); Winner (1980)
Una mayor transparencia permitiría resolver los principales problemas normativos.	La transparencia no garantiza por sí sola comprensión, control o capacidad efectiva de impugnación y, en algunos sistemas, una transparencia funcional completa puede ser inalcanzable.	La transparencia debe complementarse con explicaciones comprensibles, procedimientos de apelación y capacidad efectiva de corrección.	Ananny y Crawford (2018); Pasquale (2015); Walmsley (2021)
La incompatibilidad entre distintas métricas de justicia impide alcanzar una solución técnica única.	La ausencia de una solución técnica única no elimina la necesidad de evaluación normativa, sino que exige procedimientos para explicitar, justificar y revisar las prioridades adoptadas.	La razón pública permite abordar institucionalmente los conflictos entre distintos criterios de justicia.	Habermas (1984); Kleinberg et al. (2017); Nishant et al. (2024)
Los mecanismos de gobernanza introducen fricciones que ralentizan la innovación.	Algunas fricciones permiten internalizar costes, prevenir daños sistémicos, reducir dependencias y hacer visibles los costes materiales de los sistemas.	La innovación no puede evaluarse únicamente por su velocidad o eficiencia, sino también por sus efectos institucionales, distributivos y materiales.	Crawford (2021); Pasquale (2015); Rochet y Tirole (2003); Strubell et al. (2019)

Estas objeciones delimitan el alcance del enfoque. La legitimidad de la IA no puede descansar en soluciones técnicas aisladas ni en una única propiedad del sistema, sino que depende de las condiciones institucionales que configuran y permiten gobernar sus efectos. Esta delimitación da paso a la operacionalización normativa de la IA como infraestructura cognitiva y a la formulación de criterios para su evaluación institucional.

OPERACIONALIZACIÓN NORMATIVA DE LA IA COMO INFRAESTRUCTURA COGNITIVA: DE LOS PRINCIPIOS A LOS CRITERIOS INSTITUCIONALES

¿Por qué operacionalizar normativamente la IA?

Una vez definida la IA como infraestructura cognitiva mediadora de procesos de información, inferencia, decisión y coordinación, el problema central ya no es solo describir sus efectos, sino especificar bajo qué condiciones esas mediaciones pueden considerarse legítimas, auditables y orientadas a la ampliación de capacidades humanas. Esta exigencia es especialmente relevante en los sistemas contemporáneos de IA, en particular aquellos de carácter generativo, que no solo clasifican o predicen, sino que también producen textos, inferencias, recomendaciones y narrativas con autoridad práctica en organizaciones e instituciones. Por ello, sus efectos normativos no pueden evaluarse únicamente mediante métricas técnicas de desempeño ni mediante principios normativos generales.

La operacionalización normativa cumple esta función al traducir principios como capacidades, igualdad relacional, no-dominación y razón pública en criterios institucionales exigibles, tales como documentación, contestabilidad, interoperabilidad, portabilidad y presupuestos energéticos. La formalización que sigue no busca construir un modelo matemático exhaustivo, sino ofrecer un puente entre la teoría crítica de la IA y las condiciones institucionales de su gobernanza. Su propósito es mostrar cómo determinados operadores institucionales pueden reducir opacidad, arbitrariedad, dependencia estructural y costes materiales invisibilizados, fortaleciendo la posibilidad de que la IA opere como una infraestructura capacitante y no dominante.

Formalización mínima del sistema sociotécnico

Esta sección describe una formalización mínima del sistema sociotécnico en el que la IA opera como infraestructura cognitiva. Se busca representar las relaciones institucionales y normativas que articulan artefactos, procesos organizacionales y mecanismos de gobernanza (Bowker & Star, 1999; Hutchins, 1995; Suchman, 1987).

Sea el sistema sociotécnico definido como $S = \langle H, A, P, G \rangle$. La [Tabla 3](#) sintetiza los componentes del sistema y los términos utilizados posteriormente en el funcional de desempeño social.

Tabla 3
Componentes y términos de la formalización mínima

Símbolo	Componente o término	Significado
<i>H</i>	Población humana	Individuos y grupos afectados por el sistema o que interactúan con él
<i>A</i>	Artefactos técnicos	Modelos, datos, repositorios e infraestructuras computacionales
<i>P</i>	Procesos organizacionales	Procesos mediante los cuales los artefactos se integran en prácticas de decisión
<i>G</i>	Gobernanza	Dispositivos que regulan el diseño, uso y supervisión del sistema
<i>V</i>	Valor informacional	Mejoras en coordinación, precisión o capacidad predictiva
<i>C</i>	Costes organizacionales	Costes derivados de la integración del sistema en procesos organizacionales
<i>R</i>	Riesgo epistémico-procedimental	Sesgos, opacidad, arbitrariedad y exclusión
<i>E</i>	Consumo energético y material	Recursos energéticos y materiales asociados al funcionamiento del sistema

Símbolo	Componente o término	Significado
λ	Ponderación climática	Peso atribuido a la externalidad climática

Esta descomposición supone que los efectos de los sistemas técnicos no provienen de artefactos aislados, sino de configuraciones sociotécnicas que distribuyen capacidades y restricciones (Lessig, 1999; Winner, 1980).

Para un perfil decisorio dado, se define un funcional de desempeño social (ver ecuación 1).

$$W(S) = V - C - R - \lambda E$$

(1)

La formulación integra el valor informacional generado por el sistema con sus costes organizacionales, riesgos epistémico-procedimentales y consumo energético y material. De este modo, incorpora explícitamente la materialidad de la computación y sus posibles externalidades climáticas (Crawford, 2021; Strubell et al., 2019).

El término R resulta particularmente relevante desde una perspectiva normativa. Entre sus fuentes se encuentran la asimetría de información derivada de la dificultad para observar plenamente la calidad de los datos, los supuestos del modelo o los incentivos de quienes lo diseñan (Akerlof, 1970; Spence, 1973; Stiglitz & Weiss, 1981), así como la ambigüedad de modelo asociada al desconocimiento de la distribución de estados relevantes y de los propios límites del modelo utilizado (Ellsberg, 1961; Gilboa & Schmeidler, 1989; Klibanoff et al., 2005). Estas condiciones justifican que la evaluación normativa no se limite al desempeño técnico, sino que considere también las reglas y mecanismos institucionales que regulan el sistema.

Para cada grupo $g \in H$, se define un vector de capacidades Cap_g , siguiendo el enfoque de capacidades de Sen (1999) y Nussbaum (2011), que representa las oportunidades reales de aprendizaje, participación, creación y agencia que el sistema sociotécnico habilita o restringe. Sobre esta base, se imponen cuatro restricciones normativas fundamentales, coherentes con la literatura de justicia política y algorítmica:

Capacidades (Cap): $Cap_g \geq \tau$, donde τ representa un umbral mínimo de funciones de logro socialmente relevantes (Nussbaum, 2011; Sen, 1999).

Igualdad relacional (Rel): el sistema no debe producir relaciones de subordinación procedimental injustificadas entre grupos, siguiendo la concepción relacional de la igualdad (Anderson, 1999).

No dominación (ND): la probabilidad de interferencia arbitraria en resultados relevantes debe mantenerse bajo un umbral aceptable, en línea con la tradición republicana (Pettit, 1997).

Razón pública (RP): los criterios de priorización normativa deben ser públicamente justificables y estar sujetos a revisión, conforme a exigencias deliberativas de legitimidad (Habermas, 1984).

La gobernanza G interviene mediante operadores institucionales —documentación, auditorías, interoperabilidad y portabilidad, mecanismos de impugnación y presupuestos energéticos— que pueden incidir sobre R, C y E. De este modo, la normatividad se incorpora al diseño y a la arquitectura institucional del sistema, en lugar de operar únicamente como una evaluación *ex post* (Bowker & Star, 1999; Lessig, 1999; Winner, 1980).

Proposiciones y corolario

Desde la formalización mínima de $S = \langle H,A,P,G \rangle$, se proponen cuatro relaciones de dirección esperada entre operadores institucionales y resultados normativamente relevantes. Estas proposiciones contienen elementos conceptuales, normativos y heurísticos.

No buscan constituir leyes empíricas directamente falsables ni relaciones universalmente válidas (Lessig, 1999; Selbst et al., 2019; Winner, 1980). Su formulación se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4
Operadores institucionales y proposiciones normativas

Proposición	Operador y formulación	Efecto esperado e implicación normativa	Referencias
P1. Visibilidad y reducción del riesgo epistémico	$Vis \subset G$: documentación robusta y estandarizada de datos, modelos y procesos. <i>Ceteris paribus</i> , $\frac{\partial R}{\partial Vis} < 0$.	La documentación y la trazabilidad pueden aumentar la transparencia y reducir <i>R</i> al facilitar las revisiones externas. Esto ayuda a identificar sesgos, suposiciones sin fundamento y límites de uso del sistema. La reducción de <i>R</i> puede contribuir a aumentar <i>W</i> (<i>S</i>) si no es contrarrestada por incrementos equivalentes o superiores de <i>C</i> o <i>E</i> .	Bowker y Star (1999); Gebru et al. (2021); Mitchell et al. (2019)
P2. Capacidad de impugnación y reducción de arbitrariedad	$Imp \subset G$: explicaciones comprensibles, procedimientos de apelación y efecto institucional real. <i>Ceteris paribus</i> , $\frac{\partial R}{\partial Imp} < 0$ y $\frac{\partial ND}{\partial Imp} < 0$.	La capacidad efectiva de impugnación reduce el riesgo epistémico-procedimental y la dominación procedimental al permitir que las decisiones sean cuestionadas y revisadas bajo criterios públicamente justificados.	Ananny y Crawford (2018); Pasquale (2015); Wachter et al. (2017)
P3. Interoperabilidad y disminución de la dependencia tecnológica	$Int \subset G$: interoperabilidad y portabilidad entre sistemas y plataformas. <i>Ceteris paribus</i> , $\frac{\partial C}{\partial Int} < 0$ y $\frac{\partial R}{\partial Int} < 0$.	Existen beneficios en la interoperabilidad del sistema que incluyen la reducción de los costos de salida, la dependencia estructural y la concentración de poder. La interoperabilidad del sistema puede redistribuir la capacidad de agencia entre los actores del sistema.	Lessig (1999); Rochet y Tirole (2003)
P4. Presupuesto energético y legitimidad climática	$En \subset G$: presupuestos energéticos explícitos y modelos frugales. <i>Ceteris paribus</i> , $\frac{\partial E}{\partial En} < 0$; en tareas con rendimientos marginales decrecientes, la reducción de <i>E</i> no implica necesariamente una disminución significativa de <i>V</i> .	Las limitaciones al consumo energético pueden reforzar la legitimidad normativa del sistema al incorporar costes materiales que antes permanecían externalizados.	Crawford (2021); Strubell et al. (2019)

Corolario conceptual. Una combinación coherente de estos operadores puede contribuir potencialmente a mejorar el desempeño social del sistema para los grupos afectados, siempre que no debilite las exigencias de capacidades, igualdad relacional, no dominación y razón pública. Esta relación muestra una mejora normativa potencial y no es una afirmación de que dicha mejora sea universalmente aplicable a todo sistema o grupo.

Criterios normativos de evaluación y traducción institucional

Las proposiciones anteriores pueden usarse para hacer operativa la formalización e identificar las condiciones institucionales que un sistema de IA necesitaría para funcionar como infraestructura cognitiva legítima. Estas condiciones se evalúan en función de la configuración sociotécnica. Las cuatro restricciones normativas del modelo se vincularán a instrumentos y reglas de decisión exigibles. Estos se sintetizan en la Tabla 5.

Tabla 5
Criterios normativos y traducción institucional

Criterio	Condición normativa	Traducción institucional	Regla de decisión
Capacidades (<i>Cap</i>)	Para cada $g \in H$, $Cap_g(S) \geq \tau$, donde τ representa un umbral mínimo normativamente definido (Nussbaum, 2011; Sen, 1999).	Auditorías periódicas de acceso efectivo, métricas de participación y documentación pública de impactos diferenciales.	Si existe g tal que $Cap_g(S) < \tau$, se activa un plan de corrección institucional con seguimiento público.
Igualdad relacional (<i>Rel</i>)	$Rel_g(S) \leq \delta$, donde δ representa el umbral máximo aceptable de desigualdad relacional (Anderson, 1999).	Pruebas <i>ex ante</i> de equidad, auditorías independientes y obligación de justificar públicamente cualquier trato diferencial.	Si $Rel_g(S) > \delta$, el despliegue se suspende hasta corregir las fuentes de subordinación.
No dominación (<i>ND</i>)	$ND_g(S) \leq \epsilon$, donde ϵ representa un umbral normativo máximo de interferencia arbitraria (Pettit, 1997).	Explicación comprensible, apelación con efecto suspensivo, trazas auditables y revisores independientes.	Si $ND_g(S) > \epsilon$, se imponen correcciones obligatorias y sanciones proporcionales.
Razón pública (<i>RP</i>)	Cuando criterios normativos y objetivos de desempeño entran en tensión, la priorización debe ser públicamente justificable.	Publicación de matrices de prioridad, procesos de consulta pública, evaluación de impacto en derechos y calendarios de revisión (Habermas, 1984; Kleinberg et al., 2017).	Sin <i>RP</i> efectiva, el despliegue del sistema carece de legitimidad normativa.

Aplicación ilustrativa del marco: priorización algorítmica en servicios sociales

Supongamos que una agencia pública utiliza un sistema de IA que ayuda a priorizar las solicitudes de beneficios sociales utilizando datos y variables socioeconómicas. Este sistema puede mejorar la coordinación del sistema y reducir el tiempo de respuesta, produciendo un mayor valor informacional *V*. Sin embargo, si el sistema opera con datos incompletos, categorías rígidas, suposiciones no documentadas o criterios difícilmente impugnables, entonces el sistema de IA podría introducir un riesgo epistémico-procedimental *R*.

La evaluación del riesgo debe centrarse en si el sistema aumenta o disminuye las oportunidades reales de acceso a apoyo social y la capacidad de actuar de los grupos afectados. También debe evaluarse si las decisiones pueden ser comprendidas y revisadas de manera efectiva. Desde la perspectiva de la razón pública, la institución debe justificar sus criterios cuando estos afectan de manera distinta a los grupos involucrados. En este marco, los mecanismos de gobernanza pueden contribuir a reducir la opacidad y la arbitrariedad, al tiempo que resguardan las capacidades humanas.

DISCUSIÓN Y APOORTE TEÓRICO

El marco propuesto desplaza el análisis de la IA desde sus capacidades internas hacia su comprensión como una infraestructura cognitiva situada, en la que arquitectura técnica y gobernanza institucional median las relaciones entre conocimiento, decisión y responsabilidad. Aunque esta perspectiva dialoga con la cognición distribuida y los estudios sociotécnicos (Bowker & Star, 1999; Hutchins, 1995; Winner, 1980), su aporte consiste en avanzar hacia una operacionalización normativa que traduce principios generales en mecanismos institucionales auditables, como la documentación, la impugnación, la interoperabilidad y los presupuestos energéticos (Jobin et al., 2019).

Una primera contribución del trabajo consiste en situar la arquitectura técnica y la gobernanza institucional como el núcleo normativo central de la IA. Mientras buena parte de la literatura ética se concentra en principios generales o en evaluaciones ex post de impactos, el enfoque propuesto sostiene que el diseño regula anticipadamente las trayectorias de acción, distribuyendo capacidades y restricciones antes de cualquier

uso concreto (Lessig, 1999). Desde esta perspectiva, mecanismos como la documentación, la contestabilidad, la interoperabilidad y los presupuestos energéticos no constituyen meros instrumentos técnicos, sino decisiones normativas con efectos estructurales. En este punto, el artículo dialoga con análisis comparativos de marcos éticos que identifican convergencias amplias en torno a la rendición de cuentas y la transparencia (Jobin et al., 2019), pero avanza más allá al traducir estos principios en operadores institucionales concretos y auditables.

Esta traducción institucional, sin embargo, no ocurre en un vacío político. La eficacia de los operadores propuestos depende de relaciones de poder, capacidades regulatorias y asimetrías entre instituciones públicas, ciudadanía, trabajadores, usuarios y grandes plataformas tecnológicas. Allí donde la infraestructura computacional, los datos, los modelos y los canales de distribución se concentran en actores con alta capacidad económica y geopolítica, la gobernanza auditable requiere formas de poder compensatorio: regulación pública exigible, obligaciones de documentación y auditoría, estándares de interoperabilidad, derechos efectivos de apelación, políticas de contratación pública responsable y mecanismos de participación de los grupos afectados. Desde esta perspectiva, limitar la dominación no significa eliminar el conflicto, sino diseñar condiciones institucionales para que el poder algorítmico pueda ser observado, justificado, impugnado y corregido (Crawford, 2021; Habermas, 1984; Lessig, 1999; Pasquale, 2015; Pettit, 1997).

La razón pública, en este marco, tampoco debe entenderse como una deliberación abstracta desvinculada de las condiciones materiales de la IA. Su operacionalización exige procedimientos mediante los cuales las decisiones sobre datos, criterios de optimización, umbrales de riesgo, prioridades de uso y distribución de costes puedan someterse a escrutinio público. Esto incluye evaluaciones de impacto algorítmico, consultas públicas, órganos independientes de supervisión, participación de trabajadores y comunidades afectadas, trazabilidad de decisiones y revisión periódica de los sistemas desplegados. Tales mecanismos no garantizan por sí mismos una democratización plena de la IA, pero permiten desplazar la normatividad desde una ética declarativa hacia prácticas institucionales disputables, revisables y políticamente responsables.

Un rasgo distintivo del marco propuesto es la incorporación explícita de la materialidad y el consumo energético de la IA en la evaluación normativa. En contraste con enfoques que tratan los costes ambientales como externalidades secundarias, este trabajo integra la energía y la infraestructura material en el análisis del desempeño social de los sistemas, en diálogo con estudios recientes sobre los costes planetarios de la computación a gran escala (Crawford, 2021; Strubell et al., 2019). Al hacerlo, se sostiene que la legitimidad de la IA no puede dissociarse de criterios de frugalidad, proporcionalidad y responsabilidad climática, especialmente en contextos donde los rendimientos marginales de modelos cada vez más complejos son decrecientes.

El marco también considera la dimensión material de la IA. Su funcionamiento requiere infraestructura física y consumo energético, por lo que ambos elementos forman parte de la evaluación de sus efectos sociales (Crawford, 2021; Strubell et al., 2019). La legitimidad de estos sistemas depende entonces no solo de las condiciones que regulan su uso, sino también de que los recursos que demandan y sus efectos ambientales sean considerados en su evaluación.

CONCLUSIONES

Este artículo ha sugerido que el principal desafío normativo de la IA no es determinar si los sistemas algorítmicos pueden desarrollar formas de inteligencia comparables a la humana. Más bien, el principal desafío es entender cómo estos sistemas redefinen las

formas en que conocemos, tomamos decisiones y coordinamos acciones colectivas. Al cambiar el enfoque de la ontología a la ecología de las mediaciones sociotécnicas, el artículo propone ver la IA como una infraestructura cognitiva situada que depende de componentes técnicos, prácticas organizacionales y mecanismos institucionales de gobernanza.

El aporte principal del artículo es formular una teoría normativa operativa de la IA como infraestructura cognitiva. Con una formalización mínima del sistema sociotécnico, se ha argumentado que el desempeño social de dicho sistema dependería no solo de los componentes técnicos, sino también de mecanismos institucionales que pueden reducir los riesgos epistémicos, limitar la dominación procedimental y hacer visibles los costes materiales asociados a las operaciones digitales. El artículo pretende contribuir a cerrar la brecha entre la ética normativa expresada en enunciados declarativos y la gobernanza real de los sistemas algorítmicos.

El trabajo tiene algunas limitaciones. La formalización es deliberadamente acotada y no busca abarcar todas las dinámicas empíricas que pueden surgir durante el despliegue de sistemas de IA en contextos reales. Algo similar ocurre con los operadores institucionales. Si bien el marco identifica algunos mecanismos clave, no establece una jerarquía de eficacia ni examina en detalle sus posibles tensiones, sustituciones o las condiciones político-económicas que pueden afectar su implementación frente a actores con alta concentración de poder tecnológico. Estas limitaciones ofrecen una oportunidad para que la investigación examine empíricamente cómo estos operadores interactúan en diferentes contextos, con distintos niveles de capacidades estatales y organizativas, y en escenarios marcados por asimetrías entre instituciones públicas, grandes plataformas tecnológicas, trabajadores, usuarios y comunidades afectadas.

FINANCIAMIENTO

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este trabajo.

REFERENCIAS

- Akerlof, G. A. (1970). The market for “lemons”: quality uncertainty and the market mechanism. *Quarterly Journal of Economics*, 84(3), 488-500. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-214850-7.50022-X>
- Ananny, M., & Crawford, K. (2018). Seeing without knowing: limitations of the transparency ideal and its application to algorithmic accountability. *New Media & Society*, 20(3), 973-989. <https://doi.org/10.1177/1461444816676645>
- Anderson, E. (1999). What is the point of equality? *Ethics*, 109(2), 287-337. <https://doi.org/10.1086/233897>
- Bareis, J., & Katzenbach, C. (2022). Talking AI into being: the narratives and imaginaries of national AI strategies and their performative politics. *Science, Technology, & Human Values*, 47(5), 855-881. <https://doi.org/10.1177/01622439211030007>
- Barocas, S., & Selbst, A. D. (2016). Big data's disparate impact. *California Law Review*, 104(3), 671-732.
- Benjamin, R. (2019). *Race after technology: abolitionist tools for the New Jim Code*. Polity.
- Bernal, J. (2024). Private sector trust in data sharing: enablers in the European Union. *Data & Policy*, 6, e30. <https://doi.org/10.1017/dap.2024.20>
- Bowker, G. C., & Star, S. L. (1999). *Sorting things out: classification and its consequences*. MIT Press.
- Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical questions for big data. *Information, Communication & Society*, 15(5), 662-679.
- Crawford, K. (2021). *Atlas of AI: power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence*. Yale University Press.
- De Vries, A. (2023). The growing energy footprint of artificial intelligence. *Joule*, 7(10), 2191-2194. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.09.004>

- Ebrahimi, S., Abdelhalim, E., Hassanein, K., & Head, M. (2025). Reducing the incidence of biased algorithmic decisions through feature importance transparency: an empirical study. *European Journal of Information Systems*, 34(4), 636-664.
<https://doi.org/10.1080/0960085X.2024.2395531>
- Ellsberg, D. (1961). Risk, ambiguity, and the Savage axioms. *Quarterly Journal of Economics*, 75(4), 643-669. <https://doi.org/10.2307/1884324>
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: an activity theoretical approach to developmental research*. Orienta-Konsultit.
- Eubanks, V. (2018). *Automating inequality: how high-tech tools profile, police, and punish the poor*. St. Martin's Press.
- Freiman, O., McAndrews, J., Mansell, J., & Van der Linden, C. (2025). "Opacity" and "trust": from concepts and measurements to public policy. *Philosophy & Technology*, 38(1), 29.
<https://doi.org/10.1007/s13347-025-00862-z>
- Fuertes-Alpiste, M. (2024). Enmarcando las aplicaciones de IA generativa como herramientas para la cognición en educación. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 71, 42-57.
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.107697>
- Geburu, T., Morgenstern, J., Vecchione, B., Vaughan, J. W., Wallach, H., Daumé III, H., & Crawford, K. (2021). Datasheets for datasets. *Communications of the ACM*, 64(12), 86-92.
<https://doi.org/10.1145/3458723>
- Gilboa, I., & Schmeidler, D. (1989). Maxmin expected utility with non-unique priors. *Journal of Mathematical Economics*, 18(2), 141-153. [https://doi.org/10.1016/0304-4068\(89\)90018-9](https://doi.org/10.1016/0304-4068(89)90018-9)
- Green, B. (2021). The contestation of tech ethics: a sociotechnical approach to technology ethics in practice. *Journal of Social Computing*, 2(3), 209-225.
<https://doi.org/10.23919/JSC.2021.0018>
- Habermas, J. (1984). *The theory of communicative action (vol. I)*. Beacon Press.
- Hoffmann, A. L. (2021). Terms of inclusion: data, discourse, violence. *New Media & Society*, 23(12), 3539-3556. <https://doi.org/10.1177/1461444820958725>
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. MIT Press.
- Jasanoff, S., & Kim, S. H. (2009). Containing the atom: sociotechnical imaginaries and nuclear power in the United States and South Korea. *Minerva*, 47(2), 119-146.
<https://doi.org/10.1007/s11024-009-9124-4>
- Jasanoff, S., & Kim, S. H. (2015). *Dreamscapes of modernity: sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*. University of Chicago Press.
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389-399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>
- Kleinberg, J., Mullainathan, S., & Raghavan, M. (2017). *Inherent trade-offs in the fair determination of risk scores*. En C. H. Papadimitriou (Ed.), *8th Innovations in Theoretical Computer Science Conference* (pp. 43:1-43:23). LIPICS.
- Klibanoff, P., Marinacci, M., & Mukerji, S. (2005). A smooth model of decision making under ambiguity. *Econometrica*, 73(6), 1849-1892.
<https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2005.00640.x>
- Kordzadeh, N., & Ghasemaghaei, M. (2022). Algorithmic bias: review, synthesis, and future research directions. *European Journal of Information Systems*, 31(3), 388-409.
<https://doi.org/10.1080/0960085X.2021.1927212>
- Langer, M., & König, C. J. (2023). Introducing a multi-stakeholder perspective on opacity, transparency and strategies to reduce opacity in algorithm-based human resource management. *Human Resource Management Review*, 33(1), 100881.
<https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2021.100881>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: an introduction to actor-network-theory*. Oxford University Press.
- Lessig, L. (1999). *Code and other laws of cyberspace*. Basic Books.
- Ligozat, A. L., Lefèvre, J., Bugeau, A., & Combaz, J. (2022). Unraveling the hidden environmental impacts of AI solutions for environment life cycle assessment of AI solutions. *Sustainability*, 14(9), 5172. <https://doi.org/10.3390/su14095172>
- Luccioni, A. S., Viguier, S., & Ligozat, A. L. (2023). Estimating the carbon footprint of BLOOM, a 176B parameter language model. *Journal of Machine Learning Research*, 24(253), 1-15.
- Mann, M., & Matzner, T. (2019). Challenging algorithmic profiling: the limits of data protection and anti-discrimination in responding to emergent discrimination. *Big Data & Society*, 6(2).
<https://doi.org/10.1177/2053951719895805>
- Mitchell, M. (2019). *Artificial intelligence: a guide for thinking humans*. Pelican.

- Mitchell, M., Wu, S., Zaldivar, A., Barnes, P., Vasserman, L., Hutchinson, B., Spitzer, E., Raji, I. D., & Gebru, T. (2019). *Model cards for model reporting*. En *FAT '19: Proceedings of the 2019 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (pp. 220-229). Association for Computing Machinery.
- Mochizuki, Y., Bruillard, E., & Bryan, A. (2025). The ethics of AI or techno-solutionism? Unesco's policy guidance on AI in education. *British Journal of Sociology of Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/01425692.2025.2502808>
- Mökander, J., Morley, J., Taddeo, M., & Floridi, L. (2021). Ethics-based auditing of automated decision-making systems: nature, scope, and limitations. *Science and Engineering Ethics*, 27, 44. <https://doi.org/10.1007/s11948-021-00319-4>
- Muldoon, J., Graham, M., & Cant, C. (2024). *Feeding the machine: the hidden human labor powering AI*. Bloomsbury Publishing.
- Nishant, R., Schneckenberg, D., & Ravishankar, M. N. (2024). The formal rationality of artificial intelligence-based algorithms and the problem of bias. *Journal of Information Technology*, 39(1), 19-40. <https://doi.org/10.1177/02683962231176842>
- Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: how search engines reinforce racism*. NYU Press.
- Nordgren, A. (2023). Artificial intelligence and climate change: ethical issues. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 21(1), 1-15. <https://doi.org/10.1108/JICES-11-2021-0106>
- Nussbaum, M. C. (2011). *Creating capabilities: the human development approach*. Belknap Press.
- Pasquale, F. (2015). *The Black Box Society: the secret algorithms that control money and information*. Harvard University Press.
- Pasquinelli, M. (2023). *The eye of the master: a social history of artificial intelligence*. Verso.
- Pea, R. D. (1993). *Practices of distributed intelligence and designs for education*. En G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: psychological and educational considerations* (pp. 47-87). Cambridge University Press.
- Peeters, R., Miller, S. M., & Schuilenburg, M. (2025). Digital government inclusion: exploring strategies for inclusive government automation. *Government Information Quarterly*, 42(2), 102028. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2025.102028>
- Pettit, P. (1997). *Republicanism: a theory of freedom and government*. Oxford University Press.
- Raji, I. D., Smart, A., White, R. N., Mitchell, M., Gebru, T., Hutchinson, B., Smith-Loud, J., Theron, D., & Barnes, P. (2020). *Closing the AI accountability gap: Defining an end-to-end framework for internal algorithmic auditing*. En *FAT '20: Proceedings of the 2020 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (pp. 33-44). Association for Computing Machinery.
- Rochet, J. C., & Tirole, J. (2003). Platform competition in two-sided markets. *Journal of the European Economic Association*, 1(4), 990-1029. <https://doi.org/10.1162/154247603322493212>
- Salomon, G., Perkins, D. N., & Globerson, T. (1991). Partners in cognition: extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational Researcher*, 20(3), 2-9. <https://doi.org/10.3102/0013189X020003002>
- Saura, G., Cancela, E., & Parcerisa, L. (2023). Privatización educativa digital. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 27(1), 11-37. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v27i1.27019>
- Selbst, A. D., Boyd, D., Friedler, S. A., Venkatasubramanian, S., & Vertesi, J. (2019). *Fairness and abstraction in sociotechnical systems*. En *FAT '19: Proceedings of the 2019 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (pp. 59-68). Association for Computing Machinery.
- Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.
- Spence, M. (1973). Job market signaling. *Quarterly Journal of Economics*, 87(3), 355-374. <https://doi.org/10.2307/1882010>
- Stiglitz, J. E., & Weiss, A. (1981). Credit rationing in markets with imperfect information. *American Economic Review*, 71(3), 393-410.
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). *Energy and policy considerations for deep learning in NLP*. En A. Korhonen, D. Traum, & L. Márquez (Eds.), *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 3645-3650). Association for Computational Linguistics.
- Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions: the problem of human-machine communication*. Cambridge University Press.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- Ukanwa, K. (2024). Algorithmic bias: social science research integration through the 3-D dependable AI framework. *Current Opinion in Psychology*, 58, 101836.

- <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2024.101836>
- Wachter, S., Mittelstadt, B., & Floridi, L. (2017). Why a right to explanation of automated decision-making does not exist in the GDPR. *International Data Privacy Law*, 7(2), 76-99.
- Walmsley, J. (2021). Artificial intelligence and the value of transparency. *AI & Society*, 36(2), 585-595. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01066-z>
- Wijermars, M., & Makhortykh, M. (2022). Sociotechnical imaginaries of algorithmic governance in EU policy on online disinformation and fintech. *New Media & Society*, 24(4), 942-963. <https://doi.org/10.1177/14614448221079033>
- Winkel, M. (2025). Controlling the uncontrollable: the public discourse on artificial intelligence between the positions of social and technological determinism. *AI & Society*, 40, 1947-1959. <https://doi.org/10.1007/s00146-024-01979-z>
- Winner, L. (1980). Do artifacts have politics? *Daedalus*, 109(1), 121-136.