

## INTELIGENCIA HÍBRIDA DE LOS SISTEMAS SOCIO-TÉCNICOS

*Isabel De Val Pardo*

*Catedrático de Organización de Empresas*

### RESUMEN

En la era de los algoritmos y la tecnología digital la economía y la sociedad se transforman: actores humanos y artificiales (los humanos “socializan” con la tecnología y esta se humaniza) se entrelazan en colectivos híbridos con una profunda interdependencia que co-evoluciona y contrarresta las capacidades cognitivas; de aquí la reestructuración de industrias, las oportunidades para individuos, organizaciones y empresas.

### 1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia se define en términos de capacidades humanas que permiten resolver problemas complejos de manera eficaz y autónoma, de aquí que se considere a la inteligencia humana la mayor observada del universo (Narby, 2023): es la medida de la del resto de los organismos vivos por dominio del lenguaje verbal y los símbolos mentales con los que elabora planes, esquemas y estrategias. El comportamiento de animales y las criaturas simples (mohos mucilaginosos o abejas) dificultan que sean propiedades exclusivas de los humanos tal como actúan y manejan conceptos abstractos; cabe preguntarse si la naturaleza entraña otras inteligencias generales cuando la paradoja de atribuir humanidad a la “no humana” inteligencia artificial (IA) se extiende. ¿Puede asimilarse a la de un humano con una red tan compleja que ha partido de una sola célula cuando responde exclusivamente a programas de ordenador?

La IA se inspira en organismos vivos con capacidad resolutoria y eficiencia que resuelven problemas con eficacia y economía de movimientos; de quienes adopta lo esencial y útil si bien ignora lo relacionado con los sentimientos: desestima el “universo del afecto” (Damasio, 2021: 178), “*trampolín de una inteligencia superior*” al ser manifestación de inteligencia adaptativa y eficiente, clave para la aparición y crecimiento de la creatividad.

Los humanos utilizan dos inteligencias, una explícita y otra no explícita, de manera automática en función del problema a resolver; y la actividad mental toma las decisiones. La primera, cartografiada y mental es complicada, requiere sentimientos y consciencia; la segunda, inconsciente, propia de bacterias y organismos unicelulares, es sencilla y económica (Damasio, 2021). Y la mente, interacción de cuerpo y cerebro, con la colaboración de capacidades propias de los sentimientos y la consciencia que requieren de percepción, memoria y razonamiento, ocasionan que la inteligencia humana (IH) sea la capacidad de resolver problemas.

La capacidad humana para elegir entre alternativas se basa en la interacción del cerebro con el mundo interior y exterior, y la homeóstasis facilita los mecanismos fisiológicos de adaptación. Los organismos vivos están sujetos al proceso homeostático que contrarresta la tendencia al desorden y facilita la estabilidad vital, pero los entornos sumidos en el cambio permanente y turbulento dificultan retomar el equilibrio. Si el imperativo homeostático da como un hecho la prosperidad por mera

evolución, se trata de una concepción convencional y limitada (Damasio, 2018), que atañe exclusivamente a la “regulación equilibrada” de los procesos vitales al referirse a la constancia relativa que actúa automáticamente y sólo produce la supervivencia. En las ciencias sociales debe entenderse como “un estado regulado por acciones orientadas hacia el aumento del bienestar”, y en estados de improbabilidad deben conjugarse los procesos relevantes que permitan alcanzar la estabilidad.

En el intento de perfilar la IA con parámetros humanos, las posibilidades de una inteligencia biológica evolucionada se extienden a otra diseñada, y se trata de expresar verbalmente acciones de naturaleza intangible soportadas en instrumentos materiales. El potencial biológico de la IH se extrapola y se asimilan términos/acciones por el alcance de los algoritmos en el uso de tecnologías de IA y aplicaciones cognitivas, robóticas o de interfaces naturales en las organizaciones vía computación, máquinas y artefactos físicos.

Se habla de “agentes de IA” inspirados en el cerebro humano, definidos como “*actores que tienen la capacidad de imitar y superar la IH actuando por sí mismos y sin una mayor intervención humana*” (Öztürk, 2021:273) que “socializan”, con los que se establecen “condiciones de trabajo”, “relaciones de agencia”, se “fusionan”, e incluso se introducen aspectos/alcances como sabiduría artificial, mente y genoma del sistema de IA, IA neuro-simbólica... Si la IA es “socio/compañero” de equipos y grupos con “capacidades cognitivas” que pertenecen a la conciencia humana (sentimiento, comprensión, reacción, atención, motivación, emoción, creatividad, planificación), los humanos en su evolución deben de hacer por transformar el modelo mental que determine su identidad y profile el contorno de lo que percibe y siente.

¿Si la IA es “un agente” la homeóstasis tiene lugar? (Man y Damasio, 2019; Kelkar, 2021) ¿Los agentes/sujetos artificiales serán homeodinámicos cómo los sistemas biológicos y sociales? Término que alude (Lloyd *et al.*, 2001) a la capacidad de autoorganización de los procesos de un sistema más allá de donde pierden la estabilidad, así la complejidad se atiende en los puntos de bifurcación si se conjugan comportamientos de tipo cuantitativo y cualitativo, no adversos, que afronten estados emergentes y estacionarios. Si así fuera, la homeóstasis y homeodinámica le equipararía a la dinámica de los humanos, se hablaría de “agentes huéspedes” no biológicos e intangibles alojados en computadoras, chips, artefactos, robots, *gadgets*, etc. Si la inteligencia organoide (Hartung, 2023) llega a ser general como la IH, los agentes que se identifiquen serán híbridos; de momento, híbrida es la inteligencia y arquitectura de los sistemas socio-técnicos en la que fluye el conocimiento según se ensamblen las relaciones entre distintas naturalezas (humanas y artificiales).

La evolución y transformación de sistemas socio-técnicos ocasiona que las capacidades se combinen y potencien a pesar de las divergencias (paradoja de Morevec), de sus distintos tipos de procedimiento cognitivo (Dellermann *et al.* 2019): de la flexibilidad, creatividad, empatía y adaptación (sistema social) al registro y proceso de datos, reconocimiento de modelos complejos y la ponderación de factores según la teoría de la probabilidad (sistema técnico); de aquí el uso de “inteligencia híbrida”, aquella que conjuga la inteligencia del sistema social y técnico, al combinar agentes heterogéneos que se realimentan, si bien el contenido y alcance de la definición difiera según perspectivas e intereses. La definición de inteligencia no antropocéntrica (la capacidad para realizar objetivos complejos: Korteling *et al.* 2021) facilita un lenguaje común pero el marco de los usos, en particular, son los sistemas biológicos sociales, y la conveniencia de equiparación de las inteligencias contribuye a la aproximación de la cognición.

Se asimilan expresiones como “inteligencia amplificada”, “aumentada”, “simbiótica”, “extendida”, híbrida cuando a veces las referencias difieren y desde las ciencias sociales y las neurociencias, *strictu sensu*, las capacidades fundamentales de la IH y IA no se pueden comparar, ni considerar “grupos de miembros” (Peeters *et al.*, 2021) a personas y computadores conectados de manera grupal y calificarlos de “colectividad de entidades múltiples” que interactúan/colaboran, cuando el prerrequisito de la comunicación humana reside en la habilidad de interacción (Kramer *et al.* 2012)

en las relaciones sociales, parte indispensable de la conciencia. Sin duda, fruto de la amalgama del conocimiento humano y artificial se genera una inteligencia de mayor valor añadido: ¿una inteligencia mixta que se asienta en la interacción y sinergia bidireccional de los humanos (a título individual/colectivo), las tecnologías y aplicaciones que impregna la cadena de valor de los sistemas socio-técnicos?

Se trata de una inteligencia que explota aspectos de la complejidad del proceso en la resolución de problemas del cerebro humano que las computadoras no pueden resolver a pesar de su eficiencia en computación numérica, recopilación de información, razonamiento estadístico y almacenamiento ilimitado de datos, que ven, oyen, hablan diferentes lenguas, asisten a los humanos, etc.; aunque emulen el proceso cognitivo adolecen de la creatividad, flexibilidad y adaptabilidad de una IH. Pueden cambiar el comportamiento humano, pero no reemplazarlos de aquí que se conjuguen capacidades.

La cohesión humanos-máquinas facilita (Puricelli *et al.*, 2023) modelos mixtos que potencien sistemas de producción inteligentes que incrementen la eficacia y eficiencia en la consecución de los objetivos al conjugar capacidades, en particular aquellas que requieren un sistema cognitivo eficaz, la configuración de equipos y la resolución de problemas. El *feedback* entre “agentes heterogéneos” incrementa las fortalezas de naturalezas distintas (la intuición, flexibilidad, empatía, creatividad, sentido común y arbitrariedad; la velocidad, consistencia, eficiencia y reconocimiento de patrones: Dellermann *et al.*, 2019) y el conocimiento implícito se amplía.

En la era de los algoritmos y la tecnología digital, la resolución de problemas y toma de decisiones asociados a la complejidad e incertidumbre, condiciona la ejecución de las actividades en cuanto a la complementariedad (Raisch y Krakowski, 2021) de habilidades de agentes no humanos y capacidades singulares humanas (como la intuición y el sentido común); y la relación entre automatización y aumento de la interacción hombre-máquina. La interdependencia a nivel estratégico, táctico y operativo difiere temporal, espacialmente y puede generar tensiones ocasionales y persistentes dadas las competencias, si bien los agentes/actores de IH y/o IA afrontan conjuntamente (Murray *et al.*, 2021) los problemas organizativos híbridos de los procesos que ocasionan *outcomes* por la complementariedad entre las capacidades asimétricas.

## **2. DE LAS ORGANIZACIONES COMO MÁQUINAS A SISTEMAS SOCIO-TÉCNICOS COMO ALGORITMOS**

La concepción tradicional de los sistemas socio-técnicos aboga por la sincronía entre los objetivos sociales/humanísticos y económicos/tradicionales; por la amplitud de trabajos y satisfacción de las tareas. Se extendió en algunas industrias de cultura anglosajona, pero prevalecían los sistemas técnicos, de aquí el identificar las “organizaciones como máquinas” (Morgan, 1980): un medio para lograr un fin, la eficiencia y el rendimiento. La perspectiva se extendió en los 60 pero decayó por la incertidumbre en la económica global y el afrontar las disparidades para recuperar la estabilidad. La industria 4.0 la recupera por el protagonismo teórico de las ciencias sociales, por las innovaciones tecnológicas y sus incidencias en el factor humano; y la industria 5.0 al tratar de poner a los humanos en el centro, humanizar la tecnología (De Val Pardo, 2022) con la mejor sintonía de la colaboración humanos-máquinas que incremente la productividad operativa.

Apuntar los sistemas socio-técnicos como “máquinas” es una licencia del uso de metáforas en las ciencias sociales que permite comprender un tipo de experiencias en términos de otras, sugerir una identidad que normalmente no se considera equivalente. Las metáforas implican una comparación, ofrecen un nexo entre la realidad y el significado lingüístico, alumbran nociones que sin ser plenamente conscientes se poseen a fin de penetrar en la realidad: proporcionan la mayéutica para actuar en un momento determinado. En el ámbito de las Teorías de la Organización y Administración de Empresas la relación de metáforas es numerosa; en particular Morgan (1980) relaciona las relativas a las organizaciones (parte de las organizaciones como máquinas) con distintos paradigmas y Glaser *et al.*

(2024) las amplían al sumar la de “organizaciones como algoritmos” que por mimetismo extendemos a los sistemas socio-técnicos.

La metáfora de las organizaciones como sistema cibernético es una de las que tienen raíz en las ciencias naturales (Morgan, 1980: 615-616), las “*visualiza como modelo de información que centra la atención en la vía en que el balance homeostático puede sostenerse a través de procesos de aprendizaje basados en feedback negativo*”. La analogía se extiende al cerebro humano y la arquitectura tangible y virtual de un sistema socio-técnico se asimila a las redes neuronales con el soporte intrincado de los algoritmos en la resolución de problemas, toma de decisiones y ejecución de las tareas, que incluso van más allá de las actividades propias de los sistemas que satisfacen necesidades de la sociedad ya que “*sus entornos están co-constituidos algorítmicamente*” (Glaser *et al.* 2024:5).

La metáfora de las organizaciones como algoritmos, aunque sea insuficiente (Glaser *et al.* 2024), remodela el conocimiento de agencia, la toma de decisiones y las estructuras organizativas; conforma la red de economías socio-técnicas, socio-materiales, además de introducir la dicotomía en la agencia al inspirarse en la biología (la estructura arborescente y la rizomática válidas en el emprendimiento institucional por la disparidad de actores: Gehman *et al.*, 2021). Las organizaciones tras la evolución de las TIC, con la incursión de la IA, han incrementado el rendimiento vía aprendizaje automático, razonamiento automatizado, los repositorios de conocimiento y procesadores de lenguaje al implicar datos, algoritmos, decisiones y soluciones (Von Krogh, 2018: 405).

### 3. AGENCIA EN LA INTELIGENCIA HÍBRIDA

La constante en el cumplimiento de los objetivos de las empresas es la interacción humano-artificial de los denominados agentes, en los que recae el compromiso de maximizar el valor de las mismas aunque sus preferencias difieran de los intereses del agente principal, en particular, el diseño institucional que reduzca el problema de agencia e incremente la eficiencia.

Son cuestiones propias de distintas ciencias (economía de las organizaciones, teoría de la organización, *management*, sociología, psicología social, neurociencia cognitiva, computación) interesadas en el comportamiento de los distintos actores que concurren en un propósito común por su naturaleza, afectados por regularidades/leyes/normas en la realización de tareas, las tecnologías e incluso por el tamaño y estructura de las organizaciones; si bien la agencia entre actores humanos-no humanos de los sistemas socio-técnicos difiere del estándar teórico de la teoría de la agencia económica y sociológica, lo que sugiere algunas cuestiones.

¿Quiénes es el agente principal? ¿Negocian? ¿Se delegan derechos de decisión-control? ¿Sobre quién recaen los costes de ineficiencia y de agencia? ¿Se acoplan cognitivamente? ... En la práctica, la “agencia” humano-máquina trata de proveer -desde la ingeniería- las herramientas y medidas aceptables y controlables, de interfaces automatizadas cognitivas (*automation*) aunque en ocasiones no se logre (Berberian, 2019) y sea más conveniente que se optimice la cooperación vía *augmentation*, que implica la colaboración humano-máquina (una agencia *conjoined*) en la ejecución de las tareas que faciliten *outcomes* positivos al clarificar la cuestión “*augmentation vs. automation*” (Raisch y Krakowski, 2021, Sadiku *et al.*, 2021) al no ser contradictorio: las posibles tensiones se minorarán vía estrategias de *management*.

La cooperación humano-máquina difiere y el peso *automation/augmentation* decrece según los niveles propios de responsabilidad y tareas de alcance macro, meso y micro. Agentes humanos y artificiales interactúan/colaboran, conjugan habilidades, competencias, se dividen/delegan cometidos, resuelven en bucle los problemas, se complementan en la resolución de problemas híbridos por medio de soluciones autónomas, secuenciales o interactivas en la búsqueda de la mejor combinación del hacer: la predicción de la IA es mayor a partir de la memoria de datos, la capacidad de cómputo y el uso de

algoritmos lo que facilita la resolución de problemas y toma de decisiones, pero la IH entre otras cosas, aventaja en intuición y creatividad (De Val Pardo, 2023).

Actores humanos y artificiales se entrelazan en colectivos híbridos, sus relaciones e interdependencias progresan, determinan las acciones individuales y colectivas en unidades de análisis que co-evolucionan y contrarrestan las capacidades cognitivas (Raisch y Fomina, 2024); los sistemas de inteligencia híbrida conforman la trama, el gramaje de conocimiento socio-técnico, de manera que las fortalezas se complementen y la inteligencia resultante sea mayor de lo que separadamente fueran la IH y la IA: ofrece una habilidad superior continua en el logro de objetivos complejos gracias al avance del aprendizaje (Dellermann *et al.*, 2019b).

#### 4. NOTA FINAL

Desde la neurociencia cognitiva la agencia presenta otras dimensiones, vía interfaces cerebro-máquina, se materializan en las interacciones entre humanos y computadores, pueden mejorar la salud y bienestar de los individuos al percibir la intención, su latencia, y se promueve el sentido de agencia, un sistema *feedback* con la asistencia de un computador (McEneaney, 2013; Limerick, *et al.*, 2014; Berberian, 2019): se trata de “*we-agency*” fundada en la comprensión de las intenciones de actores de naturalezas distintas, que se encaminan a propósitos comunes (contrarrestar deficiencias, discapacidades o facilitar mayor calidad de vida según intereses propios). Es lo más próximo a las dos inteligencias que utilizan los humanos, como se ha dicho, en tales casos la implícita del agente humano y la explícita del agente no humano: la capacidad conjunta proviene de la interacción del cerebro humano y de los soportes artificiales.

La inteligencia híbrida puede ser fruto de inteligencias organoides pero de momento, equiparar agentes humanos y artificiales por conveniencia, contribuye a la aproximación de la cognición de fuentes distintas. La interacción y fusión de la IH de sistemas sociales y la IA de sistemas técnicos es un hecho, produce la convergencia de capacidades y puede ocasionar ventajas competitivas (sin entrar en el debate entre defensores y detractores: Moser, *et al.*, 2023; Li, *et al.*, 2024).

En el tiempo puede que se aproximen, que la prevalencia se invierta por el empeño humano en tal logro al tratar de reconducir la evolución, responder a la máxima *altius, fortius, citius*; atender al dicho “hago lo posible, intento lo imposible, para los milagros me estoy preparando”. El *mea culpa* es factible en el horizonte temporal: si la IA no sigue la biología cabe preguntarse ¿por qué la evolución tecnológica va *contra natura* cuando (Damasio, 2021: 111) “*la naturaleza en su afán por la economía no se ha preocupado por crear nuevos recursos*”? (De Val Pardo, 2019), ¿un *tour de force*?

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERBERIAN, B. (2019): “Man-machine teaming: a problema of agency” IFAC PaperOnLine 51-34, 118-123.
- DAMASIO, A. (2018): *El extraño orden de las cosas*, Ediciones Destino, Barcelona.
- (2021): *Sentir y saber*, Ediciones Destino, Barcelona.
- DELLERMANN, D.; EBEL, P.; SÖLLNER, M.; LEIMEISTER, J. (2019a): “Hybrid intelligence”, *Bus Inf Syst Eng* 61, 5, 637-643.
- DELLERMANN, D.; CALMA, A.; LIPUSCH, N.; WEBWE, T.; WEIGEL, S.; EBEL, P. (2019b) “The future of human-AI collaboration: a taxonomy of design knowledge for hybrid intelligence systems”, Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA.
- DE VAL PARDO, I. (2019): “Economía y biología: endosimbiosis” *Encuentros Multidisciplinares*, 62, Mayo-Agosto.
- (2022): “Sistemas socio-técnicos e industria 5.0”, XX Encuentro Internacional AECA, Oporto, Portugal 22-23 Septiembre.

- (2023): “Organizaciones e inteligencia artificial. Mix humano/social & artificial/ digital”, XXII Congreso Internacional AECA, San Sebastián, 19-21 Septiembre.
- GEHMAN, J.; SHARMA, G.; BEVERIDGE, A. (2021): “Theorizing institutional entrepreneuring: arborescent and rhizomatic assembling”, *Organizations Studies* 43, 2, 289-310.
- GLASER, V. L.; SLOAN, J.; GEHMAN, J. (2024) “Organizations as algorithms: a new metaphor for advancing management theory”, *Journal of Management Studies*, Enero.
- HARTUNG, T. (2023): “First organoid intelligence (OI) workshop to form an OI community”, *Frontiers in Artificial Intelligence*, Febrero.
- KELKAR, A. (2021): “Cognitive homeostatic agents”, arXiv: 2103.003359v1.
- KORTELIN, N.; ROSENTHAL-VON DER PÜTTEN, A.; EIMLER, S. (2012): “Human-agent and human-robot interaction theory: similarities to and differences from human-human interaction”, *Studies in Computational Intelligence*, Enero.
- LI, X.; RONG, K.; SHI, X. (2024): “Situating artificial intelligence in organizations: a human-machine relationship perspective” *Journal of Digital Economy*, doi.org/20.1016/j.dec.2024.01.001.
- LIMERICK, H.; COYLE, D.; MOORE, J. (2014): “The experience of agency in human-computer interactions: A review”, *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 643.
- LLOYD, D.; AON, M.A.; CORTASSA, S. (2001): “Why homeodynamica, not homeostasis?” *The Scientific World Journal*, 1, 133-345.
- MAN, K.; DAMASIO, A. (2019): “Homeostatically motivated intelligence for feeling machines”, Simposio de la AAAI, Ciencias de la Computación, Vol-2287.
- McENEANEY, J. (2013): “Agency effects in human-computer interaction” *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 29, 798-813.
- MORGAN, G. (1980): “Paradigms, metaphors and puzzle solving in organization theory” *Administrative Science Quarterly*, 25, 605-622.
- MOSER, CH; GLASER, V.; LINDEBAUM (2023): “Taking situatedness seriously in theorizing about competitive advantage through AI- A response to Kemp’s “Competitive advantages through artificial intelligence” *Academy of Management Review*, Noviembre.
- MURRAY, A.; RHYMER, J.; SIRMON, D. (2021): “Humans and technology: formed of conjoined agency in organizational routines” *Academy of Management Review*, 46, 552-571.
- NARBY, J. (2023): *El misterio último*, errata naturae, Madrid.
- ÖZTÜRK, D. (2021): “What does artificial intelligence mean organizations? A systematic review of organizations studies research and a way forward” DOI, org/10.1007/978-981-33-6811-8\_14.
- PEETERS, M.; VAN DIGGELEN, J.; VAN DEN BOSCH, K.; BRONKHORST, A.; NEERINCX, M.; SCHRAAGEN, J.; RAAIJMAKERS, S. (2021): “Hybrid collective intelligence in a human-AI society”, *AI & Society* 36, 217-238.
- PURICELLI, L.; BRANDENBURG, S.; WENDEMUTH, A.; HUSUNG, S.; ARMBRUSTER, D.; MEYER, B.; RAGNI, M. (2023): “Going one step further: towards cognitively enhanced problema-solving teaming agents” DOI: 10.220327dbt.58925.
- RAISCH, S.; KRAKOWSKI, S. (2021): “Artificial intelligence and management: the automation-augmentation paradox” *Academy of Management Review*, 46, 192-210.
- RAISCH, S.; FOMINA, K. (2024): “Combining human and artificial intelligence: hibryd problem solving in organizations” *Academy of Management Review*, Enero.
- SADIKU, M.; ASHAOLU, T.; AJAYI-MAJEBI, A.; MUSA, S. (2021): “Augmented intelligence”, DOI: 10.5151542/ijscia.v2i5.17.
- VON KROGH, G. (2018): “Artificial intelligence in organizations: new opportunities for phenomenon-based theorizing”, *Academy of Management Discoveries*, 4, 4, 404-409.