ENSAYO SOBRE ECONOMÍA, TECNOLOGÍA Y SISTEMAS

IA PONZI

Un juego en el que no se puede ganar, no se puede empatar y no se puede salir del juego.

Las consecuencias de que todo salga bien.

Ing. Civil Fabián Calcagno

Ingeniero y empresario

Noviembre de 2026 · Edición de presentación 0.2

Resumen

Este ensayo examina una paradoja de la incorporación generalizada de inteligencia artificial: las mejoras de productividad que benefician individualmente a las empresas podrían erosionar, bajo ciertas condiciones, sus márgenes unitarios y la demanda solvente. Desde la ingeniería de sistemas, se estudian la competencia, los límites de los mercados, el desacoplamiento entre producción y empleo, la automatización, la delegación de responsabilidades, la autonomía humana y la adaptación institucional. El análisis identifica condiciones de validez, mecanismos compensatorios e indicadores para contrastar la hipótesis. La expresión IA Ponzi designa una analogía de dinámica sistémica, no una acusación de fraude ni una predicción inevitable.

Palabras clave: inteligencia artificial; productividad; empleo; demanda solvente; automatización; autonomía; sistemas complejos.

Abstract

This essay examines how widespread artificial intelligence adoption may, under specific conditions, turn individual productivity gains into collective economic and institutional challenges. Using a systems engineering perspective, it explores unit margins, market absorption, employment, automation, human oversight and institutional adaptation. Models, illustrative scenarios and selected evidence identify assumptions, counterarguments and indicators to test the hypothesis. The Ponzi analogy denotes a potentially unsustainable incentive structure, not fraud or an inevitable outcome.

Keywords: artificial intelligence; productivity; employment; effective demand; automation; autonomy; complex systems.

Alcance y metodología

Ensayo de análisis y prospectiva. Combina experiencias del autor, revisión documental, modelos matemáticos y escenarios hipotéticos. Distingue observaciones, deducciones condicionadas e hipótesis; los modelos no constituyen pronósticos ni identifican por sí solos relaciones causales. Los anexos detallan los supuestos y el protocolo de contraste. La referencia temporal de seis meses expresa una percepción personal.

Corte documental: 24 de noviembre de 2026. **Edición:** 0.2, noviembre de 2026. No cuenta con revisión externa.

Cita sugerida: Calcagno, F. (2026). IA PONZI: Las consecuencias de que todo salga bien. Edición 0.2.

Índice

Resumen **i**

Introducción. Una torta que no leva **1**
El problema visto por un ingeniero 2
El supuesto más favorable 4

1 Un juego del que no podemos salir **6**
1.1 La alegría del empresario y la inquietud del ingeniero 6
1.2 Modelo 1. No es lo mismo porcentaje que dinero . 8
1.3 El precio no necesariamente sigue al costo 11
1.4 Modelo 2. Cuánto tiene que crecer un mercado . . 13
1.5 La imposibilidad de que todos capturen más mercado 15
1.6 La analogía Ponzi y sus límites 18

2 Una sociedad que produce todo y no puede comprar nada **20**
2.1 El trabajador aparece dos veces en el sistema . . . 20
2.2 Productividad y demanda de trabajo no son la misma variable 22
2.3 Modelo 3. Quién recibe el ingreso y quién lo gasta 26
2.4 Dos empresas, dos escalas: YPF y Globant 30
2.5 Hacer las cosas mal y rápido 34
2.6 Modelo 4. Medir producción correcta y costo esperado 35
2.7 La desocupación que todavía no vemos 38
2.8 Un sistema de medición que todavía no tenemos . 41

2.9 Cierre de la paradoja económica 43

3 La interfaz que faltaba 44
3.1 ¿El último refugio será el trabajo manual? 44
3.2 El médico que aprieta un botón 47
3.3 Modelo 5. Automatizar una cadena no es automatizar una tarea 49
3.4 La velocidad de difusión tiene restricciones físicas 51
3.5 El trabajo humano como complemento, no como refugio garantizado 53

4 El empresario que juega a ser el jefe 55
4.1 De dar instrucciones a asignar responsabilidades 55
4.2 Modelo 6. Cuando el director se convierte en una restricción 57
4.3 No basta con eliminar el cuello de botella 61
4.4 Yo juego a ser el jefe 62
4.5 La vaca 63
4.6 Autoridad formal y control efectivo 65

5 Nadie quiere cambiar 67
5.1 El día en que trabajar deje de ser necesario 67
5.2 ¿Quién pagaría un ingreso universal? 69
5.3 Modelo 7. La base de financiación importa 71
5.4 Libertad, competencia y propiedad 73
5.5 Francia y la dificultad de modificar dos años . . . 76
5.6 Modelo 8. Dos relojes y una transición 78
5.7 Cuando la experiencia deja de ser una garantía . 81
5.8 Estamos todavía en el escenario favorable 82

6 El ingrediente que falta 84
6.1 Intentar demostrar que estamos equivocados . . 84
6.2 Primera objeción: aparecerán mercados que hoy no conocemos 85

6.3 Segunda objeción: los precios bajos nos harán más ricos 86
6.4 Tercera objeción: el trabajo humano encontrará una nueva ventaja 87
6.5 Cuarta objeción: el capital puede distribuir ingresos aunque no exista empleo 89
6.6 Quinta objeción: trabajaremos menos y repartiremos el trabajo restante 90
6.7 Sexta objeción: la propia IA puede ayudarnos a diseñar mejores instituciones 92
6.8 Séptima objeción: la transformación será mucho más lenta y parcial 93
6.9 Una arquitectura de escenarios, no una profecía . 95
6.10 La hipótesis como sistema de realimentaciones . 97
6.11 ¿Qué evidencia me haría cambiar de opinión? . . 99
6.12 Lo que todavía no encuentro 100

Epílogo. ¿Y si todo sale bien? 102

Anexo A. Desarrollo y verificación de los modelos 105
A.1. Modelo de margen, costos fijos y capacidad de mercado 105
A.2. Trabajo, ingresos y composición de precios 107
A.3. Productividad de calidad y riesgo 108
A.4. Confiabilidad, despliegue y revisión 109
A.5. Escenarios de financiación y transición 110

Anexo B. Protocolo de observación y contraste 111
B.1. Registro de las hipótesis 111
B.2. Indicadores de empresa y mercado profesional . . 112
B.3. Medición macroeconómica y causalidad 114
B.4. Correspondencia con la trilogía audiovisual 115

Referencias 116

Introducción. Una torta que no leva

Estoy poniendo los ingredientes de una torta y yo sé que esta torta no va a levar. Puede ser que me esté olvidando de algo, algún ingrediente que cambie la química de esta masa que estoy haciendo. Pero la verdad es que no sé cuál es.

No estoy hablando de una torta, naturalmente. Estoy intentando entender qué nos está ocurriendo con la inteligencia artificial. Y la dificultad es que, si miro cada ingrediente por separado, casi todos parecen buenos. La capacidad de producir más con menos esfuerzo es buena. Resolver problemas que antes requerían semanas en cuestión de horas es bueno. Reducir los errores, ampliar el acceso al conocimiento y mejorar las decisiones son cosas que, como ingeniero, he perseguido durante toda mi vida profesional. Como empresario, además, las disfruto. Cada vez que hago algo con inteligencia artificial y consigo mejorar el funcionamiento de mi empresa o de mi trabajo, me alegro. No tengo ninguna intención de volver atrás.

En los últimos meses he pasado de trabajar con herramientas que me ayudaban a resolver una tarea a organizar agentes que pueden asumir una responsabilidad. Yo hablo con un agente principal que, a su vez, trabaja con otros veinte. Les explica qué hay que conseguir, negocia prioridades, corrige, comunica y me informa. Mi intervención se va desplazando hacia decisiones de mayor nivel. A veces tengo la impresión de que estoy jugando a ser el jefe. El término no es casual. Un jefe tiene una función si su intervención aporta algo que la organización no podría

obtener de otra manera. ¿Qué ocurre si esa condición deja de verificarse?

La pregunta tiene una segunda dimensión. No soy el único empresario que está haciendo esto. Cada competidor tiene incentivos para conseguir exactamente las mismas mejoras. Quienes hoy descubren un método para prestar un servicio a una fracción de su costo histórico pueden conservar durante un tiempo una ventaja importante. En cuanto ese método se generaliza, parte del ahorro termina trasladándose al precio. Si el margen absoluto que deja cada venta se reduce a su décima parte, habrá que multiplicar el volumen por diez para preservar la contribución económica que teníamos. ¿Hay diez veces más clientes? ¿Y qué ocurre si las mismas tecnologías que me permiten ofrecer más servicios están reduciendo los ingresos de esas personas?

Me interesa analizar el fenómeno desde una perspectiva ligeramente distinta de la que suele dominar la discusión pública. No voy a empezar por una inteligencia artificial rebelde, hostil o consciente. Voy a suponer una inteligencia artificial extraordinariamente competente, dócil y bienintencionada. Suponer que es económicamente accesible y que podemos desplegarla de manera suficientemente amplia para modificar la estructura de costos de muchas actividades. No afirmo que todas esas condiciones se encuentren satisfechas hoy ni que vayan a cumplirse simultáneamente en un plazo determinado. Son las condiciones del experimento mental.

La pregunta es qué pasa si todo sale bien.

El problema visto por un ingeniero

Cuando un ingeniero estudia una estructura, no basta con demostrar que cada uno de sus componentes posee una resistencia adecuada. Hay que verificar las condiciones de conjunto: las cargas, los vínculos, los desplazamientos, la estabilidad y la forma en que los esfuerzos se transmiten. Una viga excelente no garantiza

un edificio estable. Una modificación que mejora un componente puede alterar el funcionamiento del sistema. La decisión aparentemente correcta en un punto de una estructura puede generar una concentración de esfuerzos en otro.

Tengo la impresión de que, con la IA, estamos celebrando la mejora de cada componente del sistema sin preguntarnos suficientemente qué ocurre con los vínculos entre ellos. Una empresa es un sistema que transforma recursos en bienes o servicios. Pero esa empresa no existe en el vacío. Está conectada con otras empresas, con hogares, con instituciones que financian infraestructura, con mercados de trabajo y con clientes que pueden o no estar en condiciones de comprar lo producido. La remuneración que para una empresa constituye un costo es, para otro sistema, ingreso. Si modificamos simultáneamente muchas de esas relaciones, no alcanza con proyectar el resultado de una empresa eficiente al conjunto de una economía.

La investigación, por tanto, se organizará en tres escalas. Primero, la economía de las empresas y los mercados: cómo se forma un margen, cómo responde la demanda y cómo se distribuye la capacidad de compra. Segundo, el ser humano dentro del sistema productivo: qué diferencia existe entre ejecutar, asistir, gestionar y dirigir, y qué valor tiene conservar la capacidad de supervisar. Tercero, la civilización: cómo se financia una vida que ya no depende necesariamente de trabajar y cómo se cambia una organización social cuyos mecanismos de adaptación no funcionan a la misma velocidad que la tecnología.

No pretendo que un modelo reducido reproduzca toda la economía. Lo utilizaré de la misma manera que utilizo un modelo de ingeniería: aislar un mecanismo, declarar las condiciones en las que resulta válido, identificar sus límites y luego ampliar el análisis. Los números no van a demostrar por sí mismos cómo será el mundo de 2027 o de 2035. Sí pueden permitirnos identificar

qué relaciones deben verificarse para que un escenario resulte posible y qué información necesitaríamos para descartarlo.

El supuesto más favorable

Es importante entender por qué empiezo por la hipótesis de una IA que cumple lo que promete. Si la tecnología fuera intrínsecamente ineficaz, si fuera muy costosa o si necesitara tanto trabajo humano para corregir sus resultados como el que pretendía ahorrar, muchos de los mecanismos que me preocupan tendrían menos fuerza. Pero el argumento no depende de su fracaso. De hecho, cuanto más exitosa sea en determinadas condiciones, mayor podría ser la perturbación que introduce en las instituciones construidas alrededor de la necesidad del trabajo humano.

Esto tampoco significa que todas las consecuencias del éxito sean negativas. Una cirugía mejor, un alimento más barato, una solución técnica que antes no era viable o el acceso de una persona a conocimiento que no podía pagar son mejoras reales. Sería absurdo ignorarlas. Mi preocupación no es la abundancia; es la posibilidad de que los mecanismos mediante los cuales accedemos a ella no cambien al mismo ritmo que nuestra capacidad de producirla.

Un problema de este tipo no se resuelve incorporando una nueva herramienta a las herramientas existentes. Puede requerir modificar el sistema dentro del cual se utiliza. Y cuando se trata de las instituciones que determinan quién obtiene ingresos, quién posee los medios de producción y quién decide, las modificaciones no son comparables con instalar un programa. Requieren negociación, legitimidad y tiempo.

Por eso no quiero buscar únicamente elementos que confirmen mi preocupación. Quiero encontrar el ingrediente que falta. Si existe una dinámica mediante la cual los mercados nuevos compensan la pérdida de mercados antiguos, hay que identificarla. Si los salarios dejan de ser necesarios porque una forma más am-

plia de propiedad proporciona ingresos, hay que examinar cómo se llega a ella. Si la inteligencia artificial puede reducir también las dificultades de coordinación política, hay que entender de qué manera.

No se trata de elegir entre optimismo y pesimismo. Se trata de construir un razonamiento que pueda ponerse a prueba. Una hipótesis que no declara las circunstancias bajo las cuales dejaría de ser válida es una creencia difícil de discutir. No es lo que busco.

CAPÍTULO 1

Un juego del que no podemos salir

PARTE I · LA PARADOJA ECONÓMICA

1.1 La alegría del empresario y la inquietud del ingeniero

Una de las cosas más sorprendentes de la IA es la velocidad con la que una capacidad que parecía extraordinaria se transforma en una expectativa normal. Al principio uno celebra que una herramienta le ahorre varias horas de trabajo. Después espera que las tareas que antes realizaba manualmente se resuelvan en una fracción de ese tiempo. Y finalmente deja de formular ciertas tareas porque las considera parte de una responsabilidad que ya ha delegado.

El proceso cambia la economía de una empresa antes de cambiar las estadísticas nacionales. Supongamos que un estudio de ingeniería ofrece un servicio por el cual históricamente cobraba diez mil unidades monetarias. Con nuevas herramientas, consigue realizarlo a un costo mucho menor. El primer efecto no es necesariamente bajar el precio. El cliente sigue pagando por resolver un problema, no por la cantidad de horas que le demandó al profesional. Si el cliente mantiene su disposición a pagar y el resultado conserva la calidad, la empresa aumenta su margen. Puede contratar más, invertir en una actividad complementaria

o financiar proyectos que antes no eran rentables. Puede también acumular beneficios.

No tengo objeción alguna a ese resultado. Es, en términos de gestión, una excelente noticia. Pero la descripción cambia cuando se incorporan los competidores. Si el conocimiento y las herramientas necesarias para producir el servicio se difunden, el nuevo costo deja de ser una propiedad exclusiva de mi empresa. Un competidor puede ofrecer el servicio a un precio menor. Otro puede reducirlo un poco más. Algunos competirán por precio, otros por confiabilidad, alcance, responsabilidad o marca. En los segmentos donde el producto se vuelva suficientemente comparable y la capacidad sea abundante, habrá presión para reducir los precios.

No estoy afirmando que el precio de todos los servicios converja a cero. La competencia tiene fricciones; el cliente valora diferencias y el capital también tiene un costo. Estoy describiendo un mecanismo que podría operar con intensidad suficiente como para que los beneficios inicialmente obtenidos por cada empresa no se mantengan cuando el conjunto adopte la misma tecnología.

La secuencia es importante: primero hay una ventaja de adopción; después, una expectativa de mercado; finalmente, una nueva condición para competir. Lo que ayer era una innovación diferenciadora puede convertirse mañana en una obligación para conservar el cliente. Quien decide no utilizarla no está preservando necesariamente su margen. Puede estar perdiendo ventas frente a quienes sí la utilizaron.

Por eso digo que estamos entrando en **un juego en el que no se puede ganar, no se puede empatar y no se puede salir del juego**. Entendida literalmente, la frase sería exagerada: algunas empresas sí pueden ganar de forma duradera y algunas actividades conservarán barreras de entrada. Entendida como descripción de una carrera competitiva donde las ventajas tecnológicas se difunden con rapidez, expresa una dificultad real:

no existe una garantía de que el beneficio individual de adoptar la tecnología se conserve cuando todos la adoptan. Tampoco existe, para una empresa aislada, una garantía de que abstenerse sea una alternativa viable.

1.2 Modelo 1. No es lo mismo porcentaje que dinero

Para precisar el problema utilizo el modelo elemental del margen de contribución. Sea una empresa que vende Q servicios por período, a un precio unitario P, con un costo variable por servicio C_v y costos fijos por período F. Su resultado operativo simplificado es

$$B = Q(P - C_v) - F = QM - F, \qquad M = P - C_v.$$

M es el margen de contribución en unidades monetarias por servicio. No es la utilidad neta ni el margen porcentual. Este último es M/P si $P > 0$. La distinción es crucial: dos operaciones pueden tener el mismo porcentaje y generar importes absolutamente diferentes. Una empresa paga sus costos fijos en dinero, no en porcentajes.

Llamemos estado 0 a la operación original y estado 1 a la operación con nuevas condiciones. Para conservar el resultado anterior necesitamos satisfacer

$$Q_1 M_1 - F_1 = Q_0 M_0 - F_0.$$

Por tanto, siempre que el nuevo margen unitario sea positivo,

$$Q_1 = \frac{Q_0 M_0 + F_1 - F_0}{M_1}. \tag{1}$$

Si los costos fijos se mantienen constantes, se obtiene la expresión que resume mi ejemplo:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{M_0}{M_1}. \tag{2}$$

Es una relación condicional, no una ley sobre la IA. Si el margen unitario se reduce a una décima parte y los costos fijos no cambian, el volumen debe multiplicarse por diez. Si se reduce a una centésima, debe multiplicarse por cien. Pero si la automatización elimina costos fijos significativos, la compensación necesaria puede ser menor; si exige nuevas licencias, infraestructura o inversiones, puede ser mayor.

Tabla 1. Ejemplo hipotético. Importes en unidades monetarias constantes; el volumen se refiere al mismo período. No incluye intereses ni impuestos.

Variable por período	Antes	Después (/ 10)
Precio por servicio	10.000	1.000
Costo variable por servicio	8.000	800
Margen unitario	2.000	200
Margen porcentual	20 %	20 %
Volumen vendido	100	100
Contribución total	200.000	20.000
Costos fijos	50.000	50.000
Resultado simplificado	150.000	−30.000
Volumen para conservar resultado	100	1.000

El ejemplo permite observar algo que se pierde al mirar solo el porcentaje. Incluso manteniendo un margen del 20 %, la operación puede pasar de ganar ciento cincuenta mil a perder treinta mil. Para volver al resultado inicial necesita vender mil servicios; para cubrir únicamente los costos fijos, necesita doscientos cin-

cuenta. Son dos metas distintas: el punto de equilibrio y la preservación del beneficio anterior.

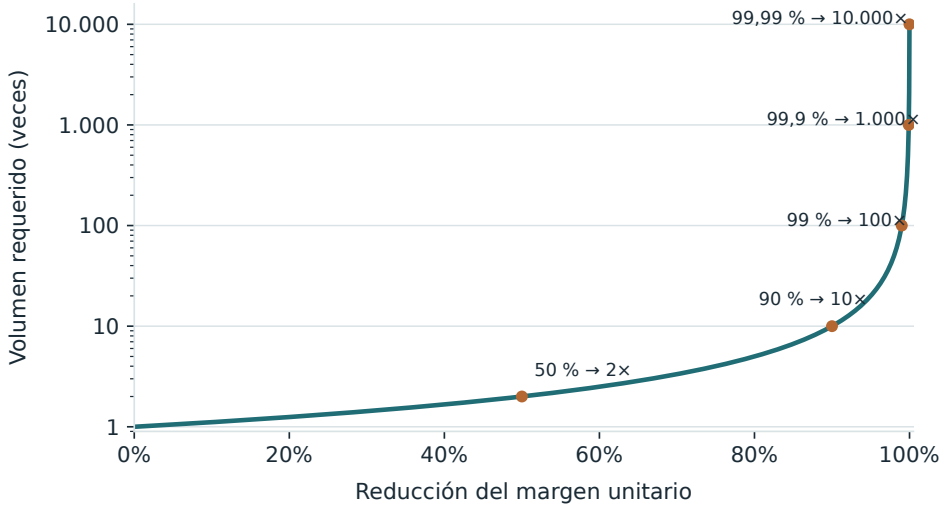

Figura 1.1: Multiplicador de volumen necesario para mantener la contribución total cuando se reduce el margen unitario. Modelo (2), con costos fijos constantes. El eje vertical es logarítmico; no representa una trayectoria temporal. Elaboración propia.

Cuando el margen positivo se aproxima a cero, el volumen requerido crece sin límite si pretendemos conservar una contribución positiva fija. El límite matemático es sencillo:

$$\lim_{M_1 \to 0^+} \frac{M_0}{M_1} = +\infty.$$

No quiere decir que la economía realmente produzca una cantidad infinita. Quiere decir que la condición que estamos imponiendo —conservar el beneficio mediante volumen— deja de ser realizable para una empresa en un mercado finito cuando su margen se reduce lo suficiente.

Hay otra forma de formular el problema. Si $Q_{\max}$ es la cantidad máxima de servicios que una empresa puede vender en el perío-

do y los costos fijos se conocen, la condición de viabilidad para conservar el resultado inicial es

$$M_1 \geq \frac{B_0 + F_1}{Q_{\max}}. \tag{3}$$

Una empresa capaz de vender como máximo cuatrocientos servicios no puede conservar una contribución de doscientos mil con un margen de doscientos. Su máxima contribución será ochenta mil, incluso si su capacidad técnica permite producir diez mil. El problema, en ese caso, no es de eficiencia productiva. Es una restricción de mercado.

1.3 El precio no necesariamente sigue al costo

Hasta aquí supuse una reducción proporcional en el precio y en el costo. Es conveniente cuestionar esa hipótesis. Una empresa cuyo costo variable baja de ocho mil a ochocientos no está obligada a bajar su precio de diez mil a mil. Puede cobrar cinco mil y ganar cuatro mil doscientos por servicio, más del doble que antes. Puede diferenciarse o vender un producto nuevo cuyo valor sea superior al servicio que prestaba originalmente. El ahorro genera un excedente que puede quedar en el productor, distribuirse al consumidor, pagarse a proveedores tecnológicos o repartirse entre varios actores.

La siguiente tabla mantiene el mismo costo variable nuevo y el mismo costo fijo, modificando el precio. Su finalidad es mostrar que la pérdida de margen no se deduce de la reducción del costo. Depende de la formación del precio y de cómo se reparten las ganancias de productividad.

Tabla 2. Sensibilidad al precio. Volúmenes teóricos continuos; si las ventas son indivisibles, se redondea al entero superior. Ejemplo propio.

Precio nuevo	Margen unitario	Volumen para conservar resultado	Resultado a 100 servicios
10.000	9.200	21,74	870.000
5.000	4.200	47,62	370.000
2.000	1.200	166,67	70.000
1.000	200	1.000	−30.000
850	50	4.000	−45.000

La automatización crea la posibilidad de que el margen aumente. La competencia puede erosionarlo. Ambas cosas pueden ser verdaderas en etapas diferentes del mismo proceso. La afirmación que quiero someter a prueba no es que toda innovación reduzca el margen, sino que una tecnología ubicua, reproducible y cada vez más accesible puede acelerar la desaparición de ciertos márgenes extraordinarios, especialmente en actividades donde el valor percibido se asocia con resultados fácilmente comparables.

También puede ocurrir que los márgenes no desaparezcan, sino que se trasladen. Si muchas empresas prestan servicios utilizando los mismos modelos, los mismos centros de datos y los mismos canales de distribución, una parte de la ganancia puede concentrarse en quienes controlan esos recursos. Eso sería otra versión del problema: algunos productores aumentarían considerablemente sus beneficios mientras otros se enfrentarían a una competencia que les deja poco excedente. Para analizar el efecto agregado habrá que identificar quién recibe las rentas y qué hace con ellas.

1.4 Modelo 2. Cuánto tiene que crecer un mercado

La demanda no es una constante. Si algo que antes costaba diez mil pasa a costar mil, personas que no podían comprarlo pueden acceder. Algunos clientes aumentarán la frecuencia de compra. Se habilitarán aplicaciones nuevas. Ignorar este mecanismo convertiría una inquietud razonable en un argumento incompleto.

Una forma elemental de incorporarlo es mediante la elasticidad-precio. En una aproximación de elasticidad constante, y manteniendo fijos los demás determinantes de la demanda, podemos representar el volumen de un mercado como

$$Q(P) = Q_0 \left(\frac{P}{P_0} \right)^{-\varepsilon}, \qquad \varepsilon \geq 0. \tag{4}$$

Si el precio y el margen unitario caen en la misma proporción r (con $0 < r < 1$), la contribución total relativa es

$$\frac{Q_1 M_1}{Q_0 M_0} = r^{1-\varepsilon}. \tag{5}$$

Con elasticidad menor que uno, la contribución total disminuye. Con elasticidad igual a uno, se mantiene. Si la elasticidad es mayor que uno, aumenta, dentro de este modelo. Así de importante resulta la respuesta de la demanda. Para una reducción del precio del 90 %, el caso de elasticidad 0,5 implica vender unas 3,16 veces más y conservar apenas el 31,6 % de la contribución original; con elasticidad 1,5 el mercado teórico crecería 31,62 veces y la contribución aumentaría a 316,2 %.

Este resultado constituye un primer intento de refutación de mi tesis. Si los mercados tienen elasticidades suficientemente grandes y sostenidas, la disminución de precios no necesariamente reduce los ingresos del conjunto. En ese escenario la IA habilita-

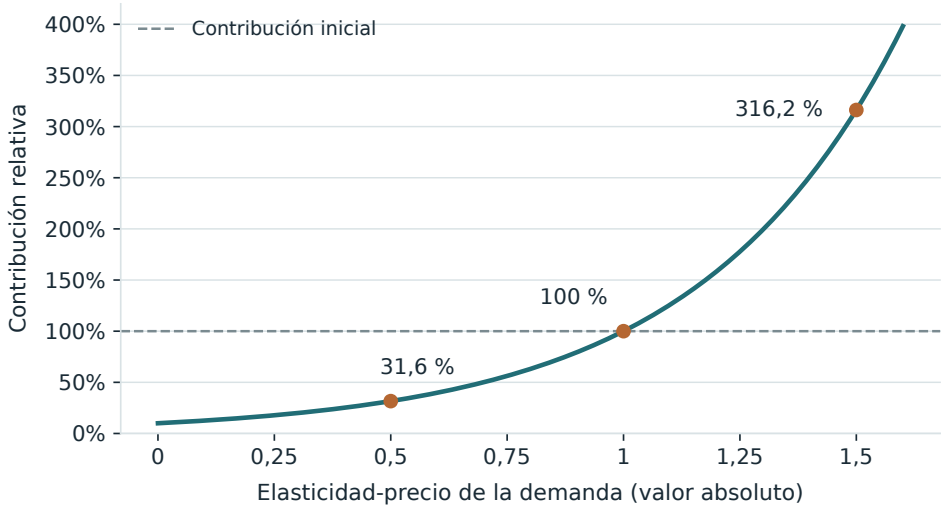

Figura 1.2: Contribución económica relativa frente a distintas elasticidades-precio, para una reducción proporcional del 90% en precio y margen. Línea discontinua: situación de referencia. Modelo teórico sin efecto ingreso ni saturación.

ría más actividad de la que desplaza. No hay razón para descartar esa posibilidad a priori.

Pero tampoco existe razón para extender una elasticidad estimada alrededor del precio actual hasta un precio diez mil veces menor. Las curvas reales cambian de pendiente. Y hay mercados que tienen restricciones físicas. No todo puede convertirse en una demanda infinitamente elástica.

Tomemos la actividad de proyectar edificios. Si la documentación técnica se vuelve cien veces más barata, será posible mejorar la calidad de proyectos que antes se resolvían con recursos escasos. Quizás aparezcan nuevos clientes. Se podrán estudiar muchas más alternativas antes de construir. Pero la cantidad de edificios que puede ejecutar una economía continúa condicionada por el suelo disponible, la capacidad de construcción, los materiales, el financiamiento, el agua, la infraestructura y el ingreso de los futuros ocupantes. Producir cien alternativas de un proyecto no equivale necesariamente a vender cien edificios. El

mercado de los modelos digitales y el mercado de la construcción no son el mismo mercado.

La medicina ofrece una distinción análoga. Una reducción enorme del costo de diagnóstico puede permitir atender casos que hoy no reciben atención, y ese beneficio sería extraordinario. Pero ni la cantidad de habitantes ni la frecuencia de ciertas enfermedades crecen proporcionalmente al descenso del costo de diagnosticarlas. Las necesidades insatisfechas son grandes; no son infinitas. Además, la expansión del diagnóstico debe ser acompañada por capacidad de tratamiento. Una mejora local puede encontrar una restricción aguas abajo.

Si introducimos un límite de absorción $Q_{\max} = KQ_0$, la demanda efectiva de un servicio puede representarse como

$$Q_1 = \min\{Q_0 r^{-\varepsilon}, KQ_0\}, \qquad \frac{Q_1 M_1}{Q_0 M_0} = r \min\{r^{-\varepsilon}, K\}. \tag{6}$$

Incluso si la elasticidad potencial es alta, el producto rK establece un máximo a la contribución relativa. Si el mercado solo puede crecer cuatro veces y el margen se reduce al 10 %, no puede conservar más del 40 % de su contribución original bajo esos supuestos.

1.5 La imposibilidad de que todos capturen más mercado

Una estrategia empresarial habitual para superar una reducción del margen es aumentar la participación de mercado. Es posible que una empresa pequeña crezca diez veces si captura clientes de otras empresas. La cuestión se modifica al sumar todas las empresas. Si las participaciones suman cien por ciento, no pueden multiplicarse todas por diez manteniendo el mercado constante.

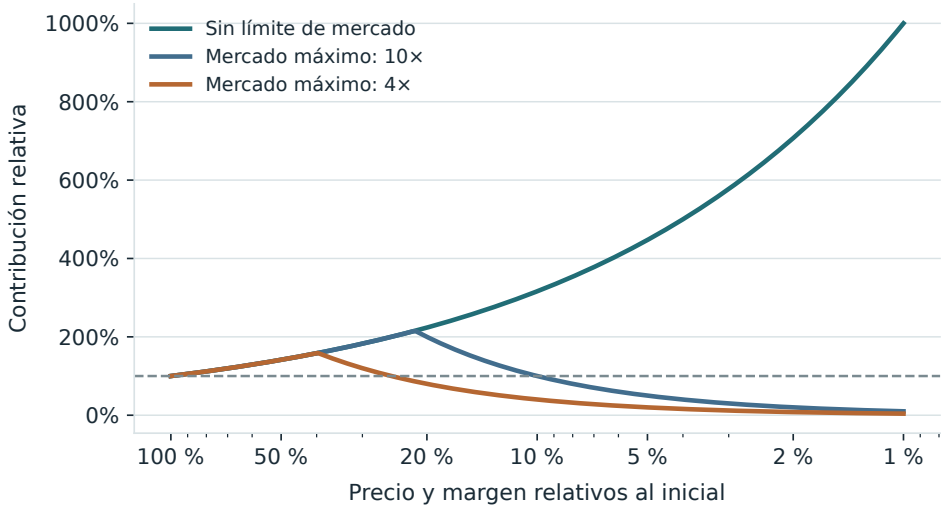

Figura 1.3: Una demanda inicialmente muy elástica (elasticidad 1,5) no evita indefinidamente la caída de contribución si existe un techo de mercado. Los techos de 4 y 10 veces son supuestos de escenario, no datos sectoriales.

Esta es una falacia de composición: atribuir al conjunto una posibilidad que es real para un individuo. No invalida la estrategia de la empresa. Aclara que su éxito depende, entre otras cosas, de lo que suceda a las demás. Un productor puede capturar una parte mayor de la demanda, eliminar intermediarios o crear una categoría de servicio. El sistema productivo agregado no puede resolver su problema de la misma manera vendiéndose a sí mismo una y otra vez el mismo incremento de capacidad. Hay que encontrar un comprador final, una inversión que tenga retorno o una demanda pública con financiación sostenible.

Tampoco el comercio exterior resuelve universalmente esta cuestión: una economía puede aumentar sus exportaciones netas, pero las exportaciones de un país son importaciones de otro. Desde la escala mundial importa la expansión del consumo final, de la inversión productiva y de otras utilizaciones efectivas. No el simple desplazamiento de ventas entre lugares.

Para visualizar la trampa de la competencia podemos construir un juego muy pequeño. Imaginemos dos prestadores de un servicio comparable. Si ninguno adopta una nueva tecnología, ambos ganan 100 unidades. Si uno adopta primero, gana 140 y el otro 40, porque el primero captura contratos. Si ambos adoptan, la competencia traslada buena parte de los ahorros a los clientes y cada uno gana 70. Los valores no representan una medición: son un ejemplo que cumple determinadas relaciones de preferencia.

Tabla 3. Juego ilustrativo: beneficios A y B. La adopción es individualmente dominante con estos pagos; el resultado conjunto es inferior al estado inicial.

Empresa A / Empresa B	B no adopta	B adopta
A no adopta	(100, 100)	(40, 140)
A adopta	(140, 40)	(70, 70)

Si B no adopta, A prefiere adoptar: 140 es superior a 100. Si B adopta, A también prefiere adoptar: 70 es superior a 40. Lo mismo ocurre con B. El equilibrio es que los dos adopten, aunque ambos obtengan menos beneficio que en la situación anterior. No afirmo que los pagos reales tengan necesariamente esta estructura; la existencia del juego depende de ellos. Si el nuevo mercado se expande lo suficiente, los beneficios de ambos podrían ser 130, y el resultado sería favorable a todos. El ejemplo identifica las circunstancias que generan una tensión: una ventaja privada fuerte de adoptar primero y un deterioro de los márgenes cuando la adopción se generaliza.

Hay que incluir también al consumidor. En el ejemplo, el beneficio conjunto de las empresas disminuye, pero los clientes podrían recibir servicios mucho más baratos. No sería correcto concluir que toda la sociedad está peor solo porque los proveedores ganan menos. Si el comprador dispone de ingresos y puede emplear el ahorro en otros bienes, esa transferencia puede mejorar

su bienestar. La cuestión de si ese comprador conservará la capacidad de pagar nos obliga a pasar de un modelo de oferta a un modelo que incluya la distribución del ingreso.

1.6 La analogía Ponzi y sus límites

En un esquema Ponzi, en sentido financiero estricto, los pagos ofrecidos a inversores anteriores se financian mediante las aportaciones de inversores posteriores, no mediante la rentabilidad real prometida. El esquema necesita incorporar continuamente nuevos fondos y es vulnerable cuando dejan de entrar [1]. Mi analogía no se refiere a una estafa de ese tipo. La inteligencia artificial puede crear valor real, no simulado. Precisamente por eso resulta necesario explicar con cuidado qué quiero significar con el nombre IA Ponzi.

El elemento común es una condición de expansión: si cada nueva reducción del margen necesita compensarse mediante más volumen, la continuidad de ciertos resultados depende de encontrar sucesivamente mercados mayores. Si la misma transformación reduce, además, la necesidad de trabajo remunerado que sostiene parte de la demanda, esa expansión podría convertirse en una exigencia cada vez más difícil de satisfacer.

No necesitamos un estafador para construir esta hipótesis. Necesitamos una estructura de incentivos que haga racional un comportamiento individual y que, bajo ciertas condiciones, produzca un resultado agregado indeseable. En ese sentido, la analogía es deliberadamente provocadora y limitada. No permite deducir que la inteligencia artificial sea una burbuja, que sus inversiones sean fraudulentas o que todas las actividades pierdan valor económico.

El caso relevante sería aquel en que la ganancia tecnológica de hoy se utiliza para sostener una posición competitiva que exige la siguiente ganancia tecnológica mañana. La empresa celebra cada ahorro, reduce costos y mejora su oferta, pero encuentra

que esa nueva oferta debe competir con ofertas igualmente eficientes. Cuando el precio deja de ser suficiente para conservar los resultados, la salida privada consiste en perseguir volumen, diferenciación, integración vertical o rentas sobre recursos escasos. No todas las empresas pueden obtener simultáneamente una posición dominante.

El nombre IA Ponzi me sirve para recordar una pregunta: ¿es sostenible el mecanismo de expansión del que dependen nuestras expectativas de éxito individual? La respuesta no está en un título. Está en comprobar si el mercado puede absorber el aumento de oferta, si los ingresos acompañan ese aumento y si la capacidad de producir se traduce efectivamente en bienestar.

CAPÍTULO 2

Una sociedad que produce todo y no puede comprar nada

PARTE I · LA PARADOJA ECONÓMICA

2.1 El trabajador aparece dos veces en el sistema

Hay algo que resulta muy fácil de ver cuando se dibujan los límites de una empresa y mucho más difícil cuando se dibujan los límites de una economía. Un trabajador figura como costo en la cuenta de resultados de la empresa que lo contrata. Al salir de esa empresa, el mismo trabajador se transforma en una persona que compra alimentos, una vivienda, servicios de salud, ropa, transporte y, si sus ingresos se lo permiten, bienes que mejoran su calidad de vida. El dinero que una empresa le paga termina, en buena medida, como ingreso de otras empresas.

Cada empresario tiene una responsabilidad muy concreta: producir resultados utilizando los recursos de la manera más eficiente posible. No puede exigírsele que mantenga todos los costos laborales que tenía anteriormente si su competencia los está reduciendo. Ni puede confiarse el poder adquisitivo de la población a un acuerdo voluntario entre empresas para contratar más personas de las que necesitan. Eso sería pedir que los participantes de un sistema competitivo actúen en contra de sus incentivos sin modificar el sistema que determina esos incentivos.

El problema que quiero analizar no es el ahorro de trabajo como tal. Ahorro de trabajo significa que disponemos de tiempo para

hacer otra cosa. El problema surge si el ingreso que permitía acceder al resultado de la producción desaparece con el trabajo ahorrado, mientras el nuevo ingreso generado por la productividad queda concentrado o no se transforma en una demanda suficiente.

En el capítulo anterior consideré el precio como una variable independiente y mantuve el ingreso del consumidor constante. Ahora necesito introducirlo explícitamente. Sea I el ingreso monetario disponible de un hogar y P el precio de una cesta de bienes y servicios comparable entre dos estados. Un indicador elemental de capacidad adquisitiva es

$$A = \frac{I}{P}, \qquad \frac{A_1}{A_0} = \frac{I_1/I_0}{P_1/P_0}. \tag{7}$$

El hogar que gana la mitad que antes puede estar mejor si todo lo que consume cuesta una quinta parte. También puede estar peor si la reducción de su ingreso afecta principalmente a bienes cuyos precios casi no cambiaron. Por lo tanto, no basta con mostrar una caída salarial para demostrar una pérdida de bienestar. Hay que conocer la magnitud relativa de los cambios de precios e ingresos, y la composición de la cesta de consumo.

Supongamos que una familia destina el 30 % de su presupuesto original a bienes y servicios cuyo precio se reduce un 90 %, mientras el 70 % restante permanece sin cambios. Para comprar la misma cesta, ahora necesita 73 % del dinero anterior: $0,30 \times 0,10 + 0,70 = 0,73$. Si su ingreso se reduce a la mitad, solo puede financiar aproximadamente el 68,5 % de esa cesta. La enorme reducción de ciertos precios no compensa la caída de su ingreso.

Tabla 4. Capacidad adquisitiva de una cesta fija en relación con el estado inicial. Ejemplo teórico, no índice de precios observado. No contempla sustitución entre productos.

Precio relativo de la cesta	Ingreso al 100 %	Ingreso al 70 %	Ingreso al 40 %
100 %	100 %	70 %	40 %
73 %	137 %	96 %	55 %
50 %	200 %	140 %	80 %
20 %	500 %	350 %	200 %

En una economía donde muchos servicios digitales se abaraten antes que la vivienda, la energía o la atención física, la cesta de las familias podría reaccionar de manera muy distinta a la cesta de las empresas que compran servicios informáticos. La distribución sectorial de las ganancias de productividad importa tanto como su magnitud total. Los recursos escasos pueden incluso encarecerse si las personas destinan a ellos el dinero ahorrado en los demás bienes.

Esta precisión evita una simplificación importante: no necesitamos precios elevados para tener una economía próspera. Necesitamos que las personas puedan acceder a aquello que consideran valioso y que los productores tengan mecanismos sostenibles para proporcionar esos bienes y servicios. Un mundo con precios mucho más bajos podría ser extraordinariamente deseable. La pregunta es cómo se vinculan esos precios con los ingresos, el costo del capital y el acceso a los bienes que continúan siendo escasos.

2.2 Productividad y demanda de trabajo no son la misma variable

Supongamos ahora que un servicio requiere originalmente diez horas de trabajo humano. La IA permite obtener la misma ca-

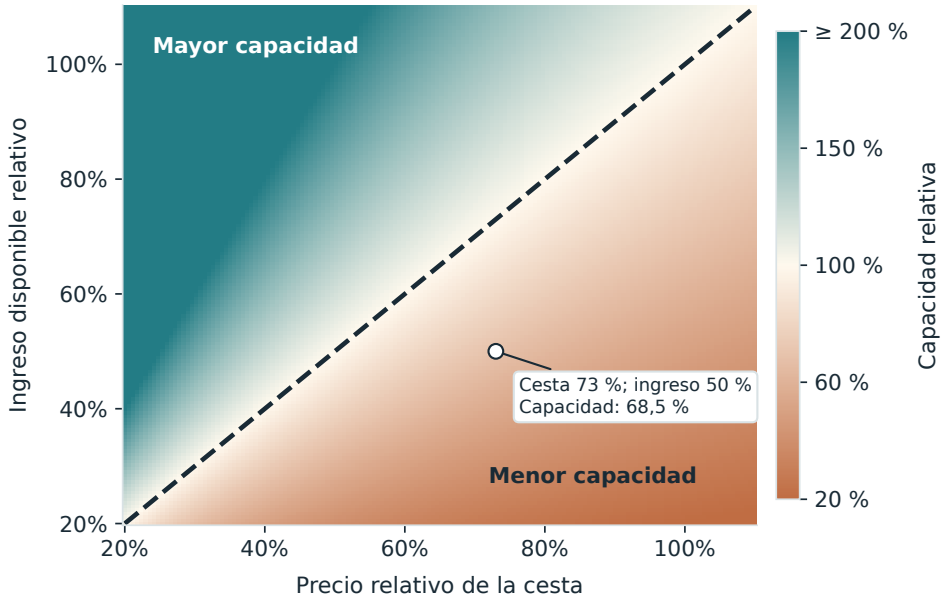

Figura 2.1: Mapa de sensibilidad de la capacidad adquisitiva. La diagonal separa mejora y deterioro: si el ingreso cae en una proporción mayor que el precio de una cesta comparable, el hogar pierde poder de compra. Escenario analítico de la ecuación (7).

lidad utilizando una hora. La productividad física por hora humana se multiplica por diez. ¿Significa esto que la cantidad de trabajo disminuye necesariamente un 90 %? Solo si la cantidad de servicios vendidos se mantiene constante.

Sean a los servicios de calidad equivalente obtenidos por hora de trabajo humano y H las horas humanas demandadas. Se cumple por definición

$$Q = aH, \qquad \frac{H_1}{H_0} = \frac{Q_1/Q_0}{a_1/a_0}. \tag{8}$$

Si la productividad se multiplica por diez y el mercado se multiplica por tres, se necesitará el 30 % de las horas anteriores. Si el mercado se multiplica por diez, se conservará la cantidad de horas; si aumenta veinte veces, se duplicará. Hay que tener cuidado con la unidad de medida: horas humanas, personas empleadas y salarios no son equivalentes. Podemos repartir menos horas entre la misma cantidad de personas reduciendo la jornada, o concentrarlas entre menos personas manteniendo las jornadas. La ecuación no determina cuál de las dos alternativas se adopta.

Los economistas han estudiado durante mucho tiempo este problema. Acemoglu y Restrepo [2] distinguen el desplazamiento de trabajo por capital y la creación de nuevas tareas donde el trabajo vuelve a adquirir una ventaja. Autor [3] explica por qué las complementariedades, el aumento de producción y los cambios de demanda han permitido que históricamente la automatización coexistiera con el empleo. Estos aportes son relevantes precisamente porque contradicen una lectura mecánica según la cual cada tarea automatizada implica un puesto destruido. La pregunta de este ensayo es si el ritmo y el alcance de la IA pueden cambiar el balance entre ambos mecanismos.

Una ocupación es un conjunto de tareas, responsabilidades y relaciones, no una tarea aislada. Un ingeniero puede dejar de de-

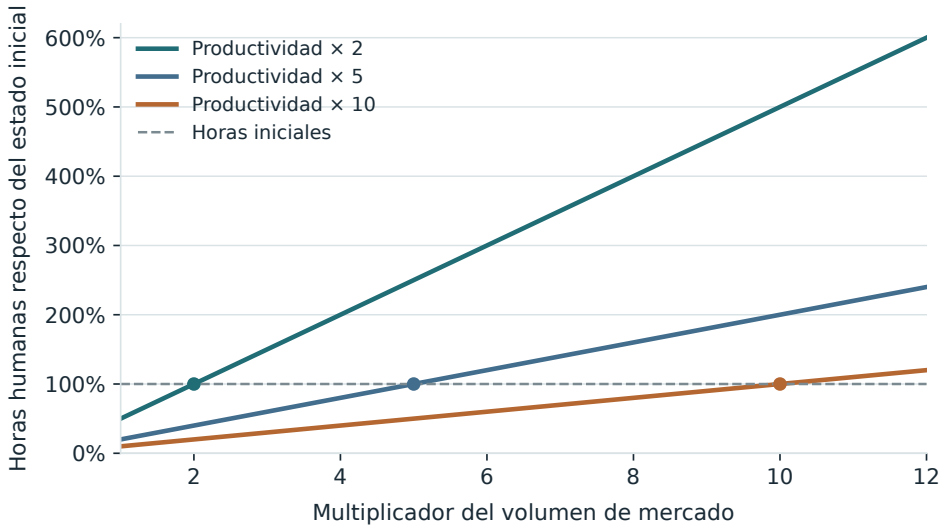

Figura 2.2: Horas humanas demandadas como función de la expansión del mercado. Si la productividad por hora se multiplica por 2, 5 o 10, el empleo en horas solo se conserva cuando la expansión del mercado alcanza ese mismo multiplicador. Modelo (8), calidad y composición constantes.

dicar horas a preparar una tabla para dedicar más a verificar la solución que esa tabla representa. Un médico puede utilizar ayuda diagnóstica y atender pacientes a los que anteriormente no podía dedicar tiempo. En estos casos existe complementariedad. Pero la tarea complementaria tampoco tiene garantizada una demanda ilimitada. Si mejora la capacidad de supervisarla, o si una nueva generación de agentes puede hacerse cargo de ella, debemos volver a calcular la demanda de horas. No basta con identificar una tarea que hoy parece complementaria y declararla definitivamente protegida.

Un estudio de Brynjolfsson, Li y Raymond sobre 5.172 agentes de soporte al cliente encontró que el acceso a una IA asistente aumentó, en promedio, un 15 % los problemas resueltos por hora, con efectos diferentes según los trabajadores [4]. Noy y Zhang encontraron, en tareas profesionales de escritura, un descenso del tiempo de realización del 40 % y una mejora de la calidad

evaluada del 18 % [5]. Son resultados de contextos concretos, no coeficientes extrapolables a todos los sectores. Ambos muestran que es posible obtener aumentos de productividad reales sin postular una inteligencia artificial futura omnipotente. Ninguno demuestra por sí solo que las empresas hayan despedido al 15 % o al 40 % de su personal.

Lo que deberíamos medir es la evolución simultánea de la capacidad, las horas efectivamente contratadas, la calidad y la demanda. Una economía puede utilizar una mejora de productividad para producir más, para reducir el tiempo necesario para producir lo mismo, o para ambas cosas. La pregunta distributiva se vuelve especialmente importante si la segunda opción domina durante un intervalo largo.

2.3 Modelo 3. Quién recibe el ingreso y quién lo gasta

Me parece necesario mostrar por qué una economía puede generar una cantidad mayor de valor agregado y, sin embargo, experimentar dificultades para sostener la demanda de determinados mercados. Para eso utilizo un modelo deliberadamente pequeño, no un modelo macroeconómico completo.

Sea Y el ingreso generado por la producción de una economía durante un período, expresado en unidades monetarias comparables. Lo divido, de manera simplificada, en ingresos laborales W e ingresos no laborales R, de modo que $Y = W + R$. Esta es una simplificación de las cuentas nacionales; en la contabilidad completa aparecen componentes adicionales, entre ellos impuestos netos, ingreso mixto y consumo de capital fijo según la medida utilizada. No estamos calculando el producto interno bruto de ningún país.

Llamemos $s = W/Y$ a la participación de los ingresos laborales. Si las personas que reciben ingresos laborales tienen una propensión a consumir c_W y las que reciben el resto de los ingre-

sos tienen una propensión c_R, el gasto de consumo representado por el modelo es

$$C = c_W W + c_R R = Y[c_R + (c_W - c_R)s]. \tag{9}$$

Cuando $c_W > c_R$, una transferencia de ingresos laborales a ingresos no laborales, a producto total constante, reduce el consumo del período. La diferencia no desaparece necesariamente de la economía: puede convertirse en inversión, ahorro financiero, gasto futuro o recursos prestados a otros agentes. La ecuación solo estima consumo inmediato bajo las propensiones supuestas. No implica que la caída del consumo produzca automáticamente una recesión.

Supongamos una economía inicial que genera 100 unidades de ingreso, 70 laborales y 30 no laborales. Los receptores de los primeros consumen el 90 % y los receptores de los segundos el 50 %. El consumo es $63 + 15 = 78$. Ahora supongamos que la productividad aumenta el ingreso generado a 130, pero la participación laboral baja al 25 %. Los ingresos laborales pasan a 32,5 y los restantes a 97,5. Bajo las mismas propensiones, el consumo es $29,25 + 48,75 = 78$. Tenemos 30 % más ingreso generado y exactamente el mismo consumo monetario en este escenario.

Tabla 5. Ejemplo construido para aislar el efecto de la distribución. Propensiones constantes de 0,90 y 0,50; sin gobierno, transferencias ni comercio exterior. No es una proyección nacional.

Magnitud	Estado inicial	Estado automatizado
Ingreso total, Y	100	130
Participación laboral	70 %	25 %
Ingreso laboral, W	70	32,5
Otro ingreso, R	30	97,5
Consumo laboral	63	29,25
Consumo no laboral	15	48,75

Magnitud	Estado inicial	Estado automatizado
Consumo total	78	78
Ingreso no consumido	22	52

El modelo permite preguntar cuánto tendría que aumentar el ingreso total para que el consumo no disminuya ante una caída determinada de la participación laboral. Si la participación pasa de s_0 a s_1, la condición para conservar el consumo inicial es

$$\frac{Y_1}{Y_0} \geq \frac{c_R + (c_W - c_R)s_0}{c_R + (c_W - c_R)s_1}. \tag{10}$$

Con los valores del ejemplo, el umbral es 1,30. Si el ingreso total aumenta más del 30 %, el consumo sube; si aumenta menos, cae. La ganancia de productividad puede compensar la redistribución, pero no necesariamente lo hace. Además, la conservación de la suma del consumo no implica que se conserven las condiciones de vida de los mismos hogares.

Este tipo de canal distributivo es compatible con el análisis del Fondo Monetario Internacional sobre IA, productividad y desigualdad [6], que contempla escenarios de desplazamiento, complementariedad y aumento de los retornos del capital. Allí también se consideran resultados favorables bajo aumentos de productividad suficientemente altos. No se puede extraer una única trayectoria inevitable. Lo que se obtiene son condiciones y dependencias.

Si la sociedad decide distribuir una parte de los ingresos no laborales a una población más amplia, cambia c_R efectivo y cambia la incidencia del ingreso. Si los propietarios de capital consumen más, también cambia el modelo. Si el ahorro financia una oleada de inversión productiva que crea demanda, puede haber una compensación durante años. La dificultad es que la inversión pri-

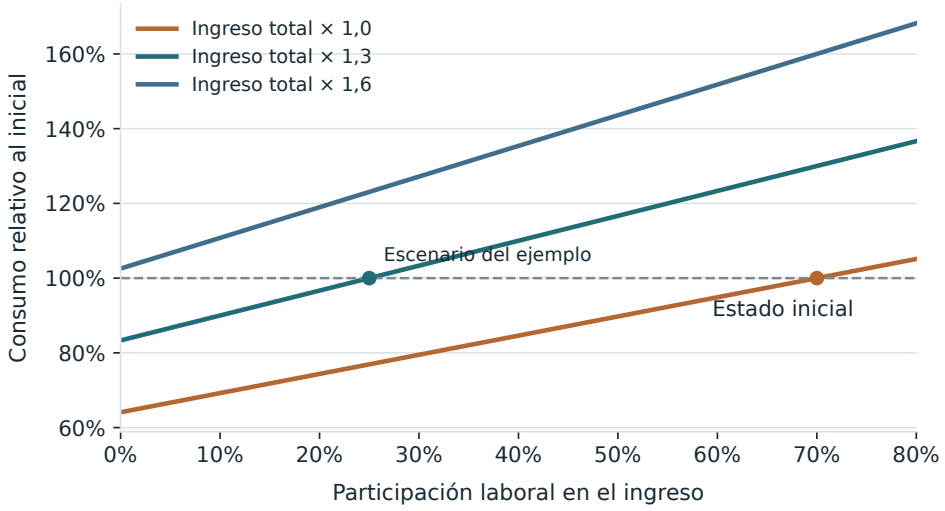

Figura 2.3: Consumo monetario relativo bajo diferentes tasas de crecimiento del ingreso total y participaciones laborales. Propensiones supuestas: 90% y 50%. Referencia inicial: ingreso 100, participación laboral 70%. El gráfico no representa el PIB ni predice una recesión.

vada tiene que encontrar expectativas de retorno. No podemos asumir que seguirá creciendo indefinidamente si las necesidades finales de los consumidores no acompañan.

En el nivel macroeconómico real, el gasto de consumo es solo un componente de la demanda agregada. La inversión, el gasto público y las exportaciones netas completan la identidad del producto por el enfoque del gasto. Esa identidad se cumple contablemente; no demuestra que la economía alcance automáticamente pleno empleo o su capacidad potencial. El valor de producción que no encuentra comprador puede terminar inicialmente como variación de inventarios y, posteriormente, inducir una reducción de producción. La inversión y el gasto público pueden sostener la demanda, pero sus condiciones de financiación, retorno y composición deben analizarse. Sería un error confundir una identidad contable con un mecanismo causal de ajuste.

2.4 Dos empresas, dos escalas: YPF y Globant

En Argentina hay un fenómeno que me interesa especialmente. Observamos empresas que aumentan su actividad o mantienen niveles de facturación elevados y, simultáneamente, reducen la cantidad de personas que necesitan para funcionar. Los casos de YPF y Globant me parecen buenos puntos de partida porque sus negocios son muy diferentes: uno vinculado a activos físicos, energía e infraestructura; el otro a servicios tecnológicos.

Pero antes de utilizar ejemplos empresariales para sostener una hipótesis macroeconómica conviene mirar exactamente qué estamos midiendo. En YPF, el formulario anual 20-F de 2025 informa los ingresos consolidados y la cantidad de empleados al cierre de cada ejercicio [7]. Los datos permiten una comparación homogénea entre años, aunque el perímetro de activos y la estructura operativa hayan cambiado.

Tabla 6. YPF, años completos. Fuente: 20-F 2025 [7]. Cocientes calculados con plantilla al cierre; no son ingresos por hora ni una medida de productividad física.

Ejercicio	Ingresos, USD millones	Empleados al cierre	Ingresos / empleado, USD miles
2023	17.311	25.711	673,3
2024	19.293	25.877	745,6
2025	18.448	22.499	819,9

Entre 2024 y 2025 la plantilla de cierre se redujo aproximadamente un 13,1 %. Los ingresos anuales también disminuyeron, alrededor de 4,4 %, por lo que no corresponde afirmar que ese ejercicio concreto haya aumentado la facturación. El cociente de ingresos por empleado de cierre creció aproximadamente un 10,0 %. El mismo informe señala cambios en activos y en la actividad convencional y no convencional, entre otros factores. Por ejem-

plo, menciona la venta de activos del proyecto de campos maduros. Por tanto, la reducción de personal puede reflejar cambios de perímetro o contrataciones externas, no exclusivamente automatización ni inteligencia artificial.

Los datos más recientes al corte del ensayo son muy llamativos: en el tercer trimestre de 2026, la compañía informó ingresos de USD 6.557 millones frente a USD 4.643 millones en el tercer trimestre de 2025, un incremento del 41,2 % [8]. Esto no puede combinarse directamente con la plantilla anual de diciembre de 2025 para calcular una productividad del tercer trimestre de 2026. La información demuestra que la facturación trimestral aumentó notablemente y, por separado, que en el ejercicio previo se redujo la dotación consolidada. Para establecer su evolución conjunta en 2026 harían falta datos de personal correspondientes a períodos homogéneos, además de ajustes por precios, volúmenes, activos y tercerizaciones.

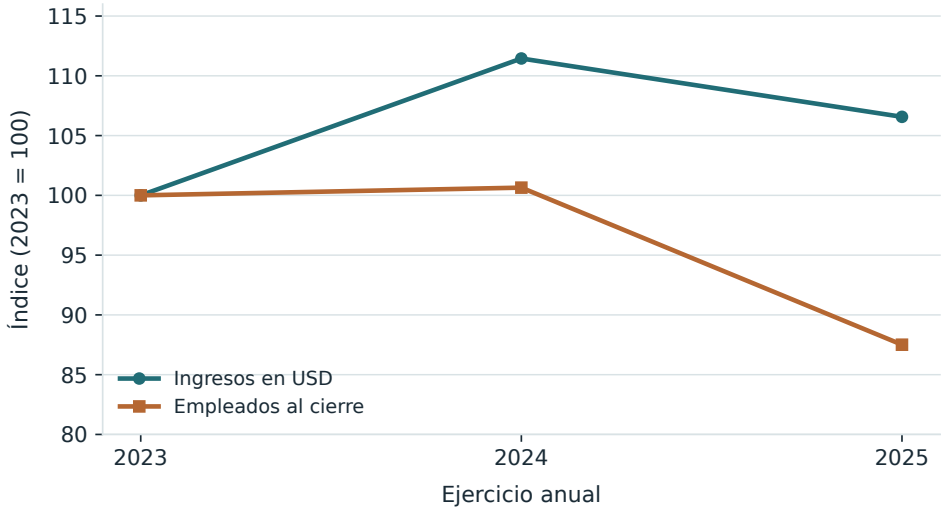

Figura 2.4: YPF: índices de facturación anual y empleados de cierre, 2023 = 100. Fuente: Form 20-F 2025 [7]. En 2025 cae la facturación frente a 2024, pero el empleo de cierre cae más. No se infiere una causa tecnológica del gráfico.

Globant ofrece una comparación trimestral más directa. Sus informes de resultados del tercer trimestre de 2025 y del tercer trimestre de 2026 [9, 10] permiten observar la siguiente trayectoria.

Tabla 7. Globant. Fuente: cuadro de indicadores suplementarios, resultados III trimestre 2026 [10].

Trimestre	Empleados al cierre	Profesionales tecnológicos
III 2025	29.020	27.123
IV 2025	28.773	26.906
I 2026	28.510	26.702
II 2026	27.411	25.632
III 2026	26.164	24.486

Entre los terceros trimestres de 2025 y 2026 la facturación pasó de USD 617,1 millones a USD 611,1 millones, una reducción cercana al 1 %. La plantilla pasó de 29.020 a 26.164, una reducción del 9,8 %. Si dividimos los ingresos trimestrales por el personal al cierre, el cociente pasa de aproximadamente USD 21.265 a USD 23.356 por empleado, cerca de un 9,8 % más. Este cálculo es diferente del indicador anualizado publicado por la propia empresa; no deben mezclarse denominadores ni métodos.

La comunicación de la empresa resulta particularmente relevante porque describe una transición de la facturación por horas hacia modelos vinculados a resultados y consumo [10]. Eso conecta con el problema de este ensayo: cuando se compra un resultado, las horas necesarias para producirlo dejan de ser la base directa del precio. Puede ser beneficioso para el proveedor si conserva el precio; puede comprimir la demanda de horas humanas si otros proveedores compiten por ofrecer el mismo resultado.

Ninguno de los dos ejemplos permite atribuir la variación de empleo a la IA. Afirmarlo excedería lo que sabemos. Pueden intervenir decisiones de reorganización, precios internacionales, ciclos de inversión, evolución del mercado, adquisiciones, ventas

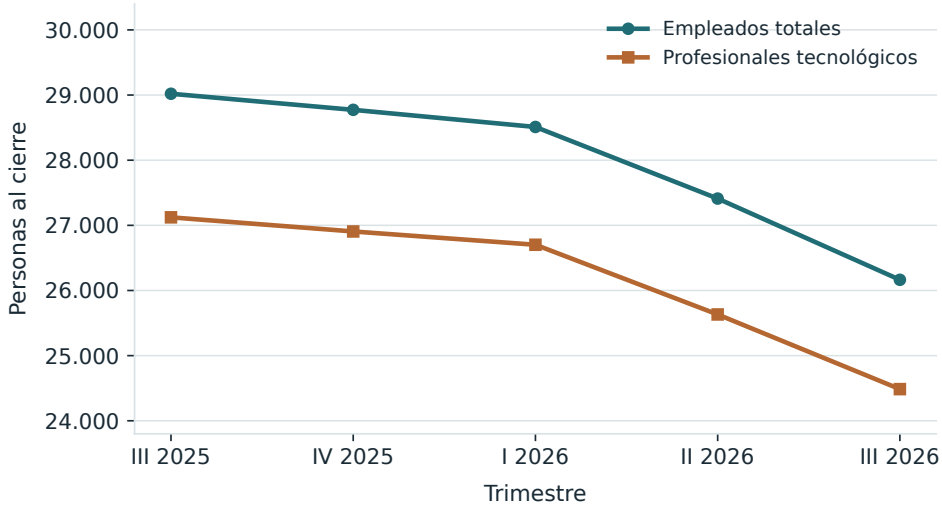

Figura 2.5: Globant: evolución trimestral de la dotación total y de profesionales tecnológicos. Fuente: resultados del III trimestre de 2026 [10]. El gráfico muestra stocks de empleo al cierre; no distingue renuncias, despidos, adquisiciones y nuevas contrataciones.

de activos, cambios de localización y otras tecnologías. Además, el personal directo de una empresa no agota el empleo de su cadena de valor. Las horas que desaparecen en una nómina pueden reaparecer en una contratista. Lo que sí ilustran estos casos es la necesidad de medir explícitamente la relación entre actividad económica y demanda de trabajo.

Los estudios empresariales deberían separar al menos cuatro componentes: variaciones del volumen y la composición de la producción; cambios en el precio real del producto; modificación del perímetro y de la estructura de contratación; y variación del trabajo humano requerido por unidad de producción comparable. Solo después tiene sentido estimar cuánto de este último componente se relaciona con la IA y cuánto con otros cambios tecnológicos u organizativos.

2.5 Hacer las cosas mal y rápido

Hay una objeción a mi propio razonamiento que, lejos de tranquilizarme, me resulta todavía más preocupante. Hasta ahora había supuesto que la inteligencia artificial desplaza a un profesional porque consigue hacer mejor su trabajo o hacerlo con una calidad equivalente y un costo menor. Pero el desplazamiento económico no requiere que la sustitución técnica tenga éxito.

Una persona que necesita un contrato, una página web, un cómputo de materiales o un informe técnico puede decidir resolverlo por sí misma mediante IA. No necesita demostrar que el resultado cumple las exigencias de la actividad que anteriormente contrataba. Le basta con creer que las cumple. Si el resultado parece convincente, el servicio profesional deja de solicitarse. El problema real puede aparecer después, cuando otra persona deba utilizar ese documento, cuando haya que construir lo que se proyectó o cuando una diferencia contractual se convierta en un conflicto.

En la construcción es relativamente fácil comprender el mecanismo. Una planilla de cómputo puede estar correctamente presentada y contener cantidades mal vinculadas a la documentación del proyecto. Un modelo tridimensional puede verse impecable y no contener información suficiente para producir documentación confiable. Un presupuesto puede arrojar un número con dos decimales sin que el sistema de costos represente la lógica de ejecución de la obra. El problema no es que no haya resultados: es que el resultado no es el que se necesitaba para tomar una decisión.

Cuando una herramienta produce una respuesta muy rápidamente, el usuario puede confundir la baja latencia con la resolución efectiva del problema. Si además tiene conocimientos insuficientes para distinguir un cálculo válido de uno convincente pero incorrecto, puede decidir que el profesional ya no es

necesario. La economía del proveedor cambia antes de que la calidad del sustituto haya sido evaluada.

Esto es especialmente delicado cuando el cliente y el proveedor no pueden observar la calidad antes de la compra. La ingeniería, la medicina y el derecho contienen decisiones cuyas consecuencias se materializan bajo condiciones futuras. El valor de un trabajo profesional reside en parte en evitar problemas que, precisamente por haber sido evitados, no llegan a ser visibles. Si la comparación se realiza solamente entre el costo de producir un documento y el costo de contratar a un profesional, queda fuera de la cuenta la incertidumbre que el trabajo profesional estaba reduciendo.

2.6 Modelo 4. Medir producción correcta y costo esperado

Para comparar dos procesos no alcanza con medir el tiempo necesario para obtener su primera salida. Definamos t como horas humanas por intento y p como la probabilidad de que el resultado cumpla un criterio de aceptación verificable. Si cada intento es independiente, los errores se detectan y se vuelve a intentar hasta obtener un resultado aceptable, el número esperado de intentos es $1/p$. La productividad de resultados aceptables, en ese modelo elemental, es

$$a_{\text{válida}} = \frac{p}{t}. \tag{11}$$

Un sistema que produce diez salidas por hora, de las cuales solo una es válida, genera una salida aceptable por hora. Un sistema que produce dos salidas por hora con una aceptación del 90 % genera 1,8. Esto no demuestra que el sistema más rápido sea peor: demuestra que la velocidad bruta no es la métrica correcta.

En la práctica, muchos errores no se detectan en el momento de generación. Una expresión adicional incorpora el costo esperado de los defectos que llegan a producir consecuencias. Sea C_d el costo directo de producción, C_v el costo de verificación, p_e la probabilidad de que un error relevante escape a los controles y L la pérdida media asociada a ese error. En un modelo de un único tipo de falla, sin doble conteo entre costos,

$$C_{\text{esperado}} = C_d + C_v + p_e L. \tag{12}$$

Si un método profesional tiene costo directo 800, verificación 200 y una probabilidad residual de falla de 0,5 %, con pérdida media 20.000, su costo esperado total es 1.100. Si el método asistido tiene costo directo 100, verificación 100 y una probabilidad residual de falla de 5 %, su costo esperado es 1.200. Parece cinco veces más barato si miramos solo los desembolsos directos y de control (200 frente a 1.000), pero en este ejemplo resulta más caro cuando se incorporan los errores.

Tabla 8. Ejemplo teórico. Las probabilidades y pérdidas son supuestos, no tasas reales de falla de ingenieros o herramientas. Valores en unidades monetarias.

Concepto	Profesional	IA: control bajo	IA: control alto
Producción	800	100	100
Verificación	200	100	300
Riesgo residual	0,5 %	5,0 %	1,0 %
Pérdida si falla	20.000	20.000	20.000
Costo esperado	1.100	1.200	600

La tercera alternativa es importante. Si combinamos IA y una verificación efectiva, podemos reducir tanto costos como errores. El objetivo no es demostrar que el trabajo humano sea siempre mejor. Es evitar que una sustitución se evalúe con una medición

incompleta. Con los costos directos de las dos primeras alternativas, el método asistido es preferible en esperanza monetaria si su riesgo residual es inferior a 4,5 %. Ese umbral se obtiene igualando el costo esperado de ambos métodos. Una pequeña diferencia en un riesgo de consecuencias grandes puede cambiar la decisión.

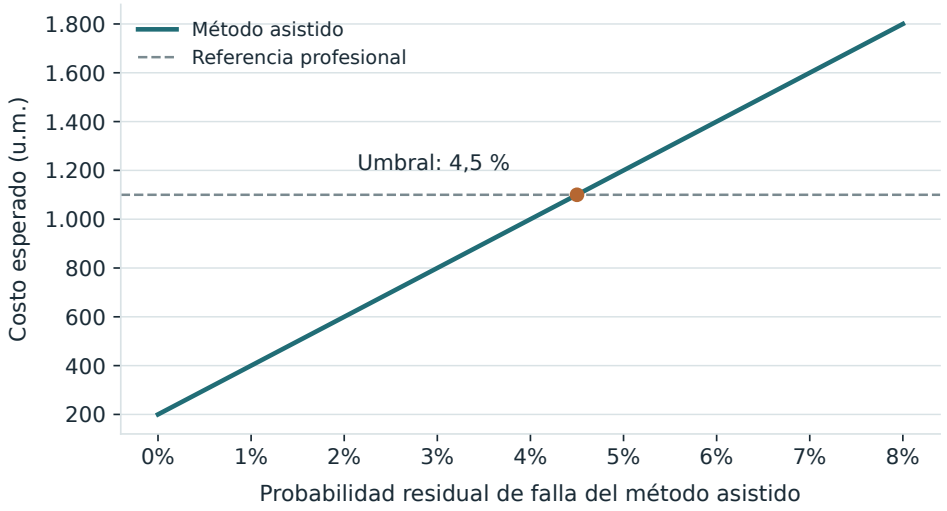

Figura 2.6: Costo esperado del método asistido según la probabilidad residual de falla. Línea horizontal: método de referencia. Supuestos de las dos primeras alternativas de la tabla 8. El cruce al 4,5% identifica un umbral económico, no un límite de seguridad admisible.

Para actividades con consecuencias severas, la esperanza monetaria no puede ser el único criterio. Existen restricciones normativas, de seguridad y de derechos que no deben relajarse simplemente porque el valor esperado resulte conveniente. El modelo tampoco representa adecuadamente colas de pérdidas muy extremas, errores sistémicos correlacionados ni daños irreversibles. En un sistema donde miles de usuarios repiten una misma respuesta defectuosa, los errores pueden dejar de ser independientes. La escala que multiplica los beneficios también puede multiplicar el alcance de una falla común.

Los resultados experimentales disponibles respaldan la necesidad de medir el trabajo completo. Dell'Acqua y otros [11] estudiaron consultores y encontraron ventajas importantes en determinadas tareas compatibles con las capacidades del modelo y deterioros en tareas que quedaban fuera de esa frontera. Becker y otros [12], en un estudio controlado de 16 desarrolladores experimentados sobre 246 tareas de proyectos maduros, encontraron que las herramientas de IA de principios de 2025 aumentaron el tiempo de resolución un 19 % en ese contexto, a pesar de que los participantes percibían una mejora. Es una muestra específica y una generación tecnológica concreta. No autoriza a generalizar un retraso del 19 % a la programación; sí muestra por qué no conviene medir la productividad a partir de la percepción de quien usa una herramienta.

No me sorprende que dos estudios lleguen a conclusiones diferentes en contextos distintos. Un ingeniero espera que un método tenga un dominio de validez. La dificultad práctica es que la frontera entre tareas que una IA resuelve bien y tareas en las que falla no siempre resulta evidente para el usuario. La confianza en una capacidad puede trasladarse indebidamente a otra.

En ese sentido, la falsa productividad no consiste simplemente en que una herramienta falle. Consiste en que el indicador utilizado para decidir si ha mejorado el proceso se desacople del objetivo real. Si contabilizamos documentos producidos y no decisiones correctas; si contabilizamos tickets cerrados y no problemas solucionados; si contabilizamos modelos generados y no información aceptada, podemos mejorar mucho el indicador y empeorar el sistema.

2.7 La desocupación que todavía no vemos

Hay otra forma en que la economía puede cambiar antes de que nos demos cuenta. Cuando una empresa despide a una persona, hay un acontecimiento relativamente fácil de identificar. Cuan-

do una empresa decide no contratar a la persona que habría necesitado en ausencia de IA, no necesariamente hay un acontecimiento comparable. El puesto no llegó a publicarse. El candidato no llegó a ser entrevistado. Y la persona que hubiera obtenido el empleo puede permanecer en una situación anterior sin que se conozca la oportunidad que perdió.

Lo mismo ocurre con los servicios profesionales. Un cliente que resuelve un problema por su cuenta no envía una notificación al profesional para decirle que no va a contratarlo. El profesional observa que durante el mes recibió menos consultas o que los trabajos que consigue son más pequeños. Si tiene alguna actividad sigue figurando como ocupado. Su facturación, su ingreso horario efectivo y sus expectativas pueden haberse deteriorado de manera considerable sin que cambie inmediatamente su situación estadística básica.

Conviene ser preciso con el término desocupación invisible. No significa que las encuestas oficiales ignoren toda subocupación. El INDEC publica indicadores de personas desocupadas, ocupados que buscan otro empleo y subocupación, entre otros [13]. Lo que no pueden observar directamente es el contrafactual: cuántos empleos u horas habrían existido si una tecnología determinada no se hubiera adoptado. No existe un contador de los contratos que nunca se solicitaron.

En los 31 aglomerados urbanos relevados por la EPH, la tasa de desocupación abierta pasó de 7,6 % en el segundo trimestre de 2025 a 7,9 % en el segundo trimestre de 2026; la de subocupación pasó de 11,6 % a 11,5 % [13]. La población ocupada que buscaba empleo representó, según el mismo informe, 17,1 % y 16,9 % en esos trimestres. Esos datos no prueban un salto generalizado causado por IA. Intervienen el ciclo económico, la oferta laboral, los cambios sectoriales y numerosos otros factores. Sería particularmente irresponsable asignar a una única tecnología una fracción de la desocupación argentina sin un estudio causal.

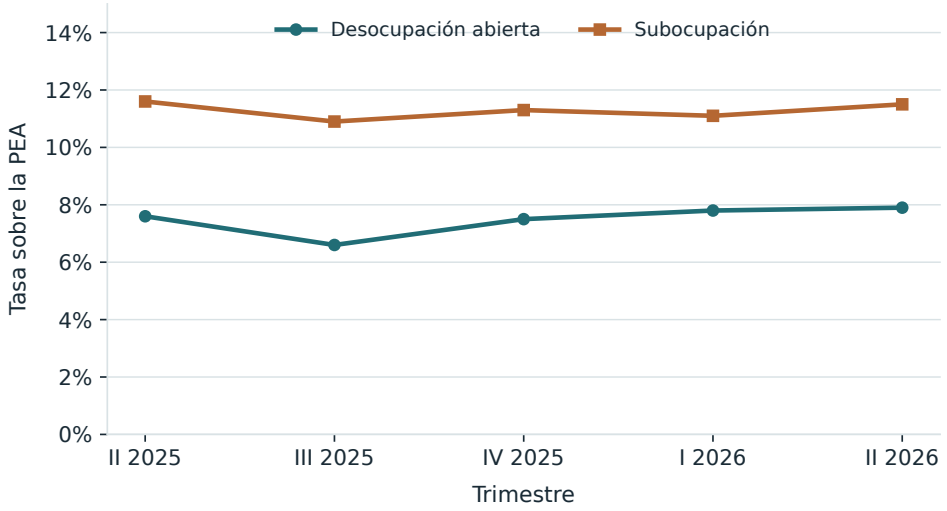

Figura 2.7: Argentina, 31 aglomerados urbanos: desocupación abierta y subocupación, II trimestre 2025 a II trimestre 2026. Fuente: INDEC, EPH, informe del 17/09/2026 [13]. Tasas de la población económicamente activa, no un indicador de impacto de IA.

Existen, sin embargo, señales que justifican ampliar la investigación. La revisión de agosto de 2026 del trabajo de Brynjolfsson, Chandar y Chen [14] utiliza registros de nóminas estadounidenses hasta junio de ese año. Los investigadores encuentran una trayectoria de empleo de jóvenes de 22 a 25 años en ocupaciones expuestas a la IA aproximadamente 19 % inferior a la que habrían tenido si hubieran acompañado la evolución de los pares en ocupaciones menos expuestas. El canal principal es la reducción de nuevas incorporaciones. A la vez, los autores no encuentran desplazamiento generalizado de empleo en toda la economía, advierten que las diferencias descriptivas no constituyen una estimación causal definitiva y explican las limitaciones de su muestra. Ambas observaciones deben conservarse juntas.

Un empleo no creado puede tener consecuencias acumulativas. El joven que no ingresa a un estudio profesional pierde una oportunidad de aprender a revisar resultados, tratar con clientes y comprender problemas reales. Si el agente automatiza las tareas

básicas que antes formaban a los profesionales experimentados, queda abierta una pregunta organizacional: ¿cómo produciremos la experiencia que seguiremos necesitando mientras la tecnología no pueda asumir todas las responsabilidades? Un profesional senior no aparece espontáneamente porque un sistema necesite revisar una tarea senior. Su desarrollo requiere años de participación y oportunidades de aprendizaje.

2.8 Un sistema de medición que todavía no tenemos

Para convertir la intuición en una hipótesis investigable propongo observar flujos además de stocks. Sea E_t la cantidad de personas empleadas al final de un período, N_t las nuevas contrataciones y S_t las salidas. Ignorando cambios de perímetro para simplificar,

$$E_t = E_{t-1} + N_t - S_t. \tag{13}$$

Si una empresa incorpora normalmente veinte personas por trimestre y salen veinte, su plantilla permanece estable. Si reduce las incorporaciones a cinco manteniendo las salidas, pierde quince trabajadores por trimestre, aunque no realice un solo despido extraordinario. Si observamos únicamente despidos, no veremos el mecanismo. Y si las salidas se compensan inicialmente con contrataciones ya comprometidas, el efecto sobre el stock puede tardar más en aparecer.

Una estimación de las contrataciones evitadas requiere comparar N_t observado con una referencia razonable N_t^* de contrataciones que se habrían producido sin la incorporación tecnológica, y considerar también la reasignación hacia otros puestos. La diferencia $N_t^* - N_t$ no es automáticamente atribuible a la IA. La referencia puede estimarse mediante empresas comparables, información previa de vacantes, series históricas ajustadas por ciclo económico o diseños cuasiexperimentales que evalúen

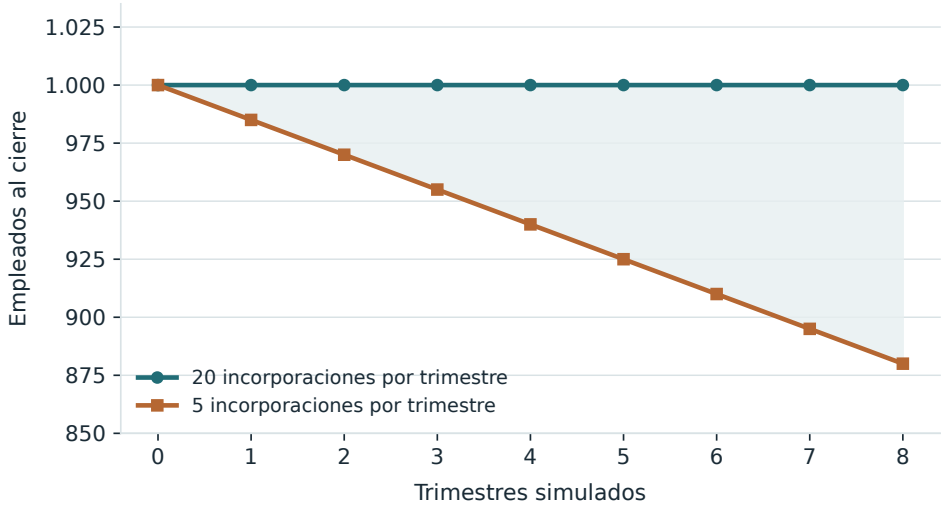

Figura 2.8: Simulación de una plantilla de 1.000 personas, con 20 salidas trimestrales. Una reducción de incorporaciones de 20 a 5 genera una diferencia acumulada aun sin un aumento de las salidas. No representa una empresa real.

tendencias anteriores. No se puede observar directamente y sus incertidumbres deben publicarse.

Para el mercado profesional independiente, el equivalente sería observar el volumen de solicitudes, la tasa de conversión a contratos, los precios comparables, las horas facturadas, el trabajo efectivamente entregado y el ingreso real neto por hora. Si disminuyen las solicitudes al mismo tiempo que los clientes declaran reemplazar encargos mediante IA, se obtiene una señal más informativa que la cantidad de profesionales registrados. Para evaluar causalidad habría que distinguir clientes afectados por recesión, cambios presupuestarios, nuevas plataformas, deslocalización y adopción de IA.

En una empresa como la mía, podríamos construir una línea de base de tareas y servicios de calidad comparable antes y después de incorporar agentes. El registro tendría que incluir tiempos de ejecución y de supervisión, costos de inferencia y licencias, errores detectados, retrabajos, contratos solicitados y no concreta-

dos, nuevas contrataciones o sustitución de terceros. No dispongo aquí de una serie contable auditada de esos indicadores. Mi experiencia personal es un punto de partida, no la prueba estadística de una tendencia universal.

El objetivo sería desarrollar una especie de tablero de instrumentos que nos permita observar señales precursoras. Una economía puede conservar durante un tiempo la tasa de empleo y perder simultáneamente oportunidades de ingreso, crecimiento salarial o formación de nuevos profesionales. Si no observamos esos canales, quizás detectemos la transformación cuando sus consecuencias ya sean difíciles de revertir.

2.9 Cierre de la paradoja económica

El capítulo anterior mostró que una caída del margen no obliga a una crisis si los mercados crecen suficientemente y si existen otros mecanismos que preservan el excedente. Este capítulo añadió que el consumidor puede beneficiarse de precios bajos y que los ingresos no tienen por qué desaparecer cuando desaparecen las horas de trabajo. También mostró las condiciones bajo las cuales esos mecanismos podrían fallar: saturación de mercados, reducción de la participación laboral, concentración del ingreso, caída de contrataciones y sustituciones que preceden a la capacidad técnica real.

La hipótesis IA Ponzi surge de la interacción de esas condiciones. El ahorro que obtiene una empresa puede trasladarse a precios, beneficios o proveedores de tecnología. Si se distribuyen ingresos que sostienen nuevos consumos, la transformación puede ser favorable. Si cae la demanda de trabajo sin ingresos sustitutos, se debilita el mercado que debía absorber la producción adicional. Ambas trayectorias son compatibles con una IA eficaz: la diferencia reside en cómo se organiza el sistema que la incorpora.

CAPÍTULO 3

La interfaz que faltaba

PARTE II · LA PARADOJA HUMANA

3.1 ¿El último refugio será el trabajo manual?

Cuando empecé a discutir estas cuestiones, una de las primeras respuestas que escuché fue que siempre quedaría el trabajo manual. Se necesitarían fontaneros, electricistas, albañiles, personas capaces de reparar una instalación y realizar operaciones que requieren destreza física. La IA, después de todo, era algo que ocurría dentro de una computadora.

Nunca me resultó convincente imaginar que la separación entre el mundo digital y el mundo físico fuera una propiedad definitiva de la inteligencia artificial. En realidad, creo que **los robots son la interfaz que faltaba entre la realidad y la IA**. No estoy diciendo que un robot humanoide sea hoy capaz de sustituir a un fontanero en cualquier edificio. Estoy diciendo que la imposibilidad actual de hacerlo no debería confundirse con una imposibilidad estructural de la tecnología.

La robótica y la IA son componentes de una misma transformación cuando una máquina puede percibir un entorno, interpretar sus condiciones, decidir qué operaciones realizar, ejecutarlas y verificar las consecuencias. En un sistema autónomo la inteligencia no termina cuando produce una respuesta: esa respuesta puede modificar el entorno y el nuevo estado del entorno puede convertirse en información para la decisión siguiente. Es un ciclo de percepción, interpretación, acción y comprobación.

En agosto de 2026 los Juegos Mundiales de Robots Humanoides de Pekín ofrecieron un ejemplo extraordinariamente intuitivo de la velocidad de evolución de una capacidad física específica. La información publicada por el gobierno de Pekín el 25 de agosto indica que el registro de 100 metros del año anterior había sido de 21,5 segundos y que una prueba preliminar de 2026 alcanzó 9,39 segundos [15]. Reuters informó al día siguiente una marca de 8,64 segundos en la final [16]. En la comparación con los 21,5 segundos anteriores, la velocidad media pasa de unos 4,65 metros por segundo a unos 11,57 metros por segundo: casi dos veces y media. El tiempo de recorrido se reduce aproximadamente 60 %.

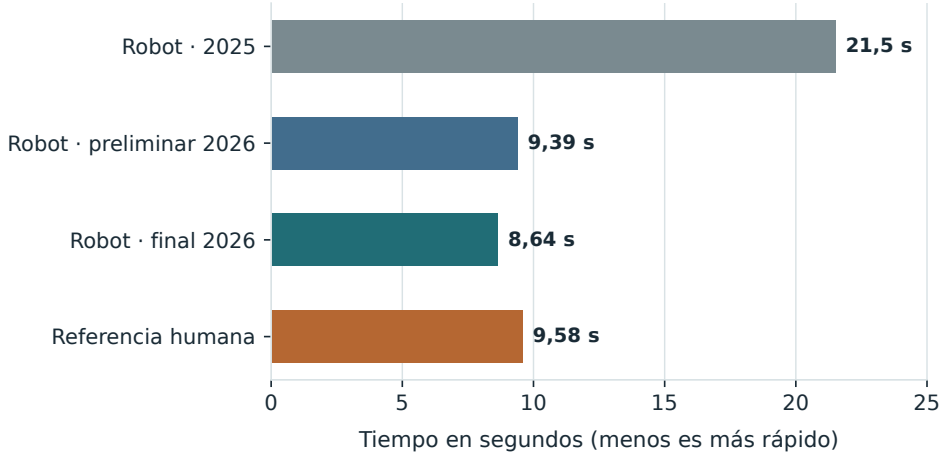

Figura 3.1: Registros informados en las pruebas de 100 m de los Juegos Mundiales de Robots Humanoides de Pekín. 2025: 21,5 s; preliminar 2026: 9,39 s; final 2026: 8,64 s. Referencia humana: 9,58 s. Fuentes [15, 16]. Las condiciones de competición no son equivalentes a las de un récord humano homologado.

No quiero utilizar una carrera de cien metros para demostrar que un robot estará en condiciones de reparar mañana una instalación sanitaria. Correr más rápido no prueba que un sistema pueda operar con seguridad en un entorno desconocido, reconocer una tubería defectuosa, improvisar una reparación o ges-

tionar una situación con un cliente. Una demostración deportiva mide una capacidad en condiciones específicas. El dato que quiero rescatar es la velocidad con que puede transformarse una frontera que intuitivamente considerábamos alejada.

Es preciso diferenciar demostración, producto y despliegue. Una demostración de laboratorio indica que algo es técnicamente posible bajo ciertas condiciones. Un producto requiere que esa capacidad sea suficientemente confiable, económicamente viable, mantenible y reproducible. El despliegue exige además fabricación, logística, disponibilidad de energía, seguridad, certificación y adecuación a situaciones reales. Estos tres estados no deben confundirse.

La historia de la automatización industrial demuestra que una capacidad física puede expandirse a gran escala, pero también que existe un ritmo de renovación del capital. La Federación Internacional de Robótica informó que en 2025 el stock mundial de robots industriales operativos superó los cinco millones, con algo más de seiscientas mil nuevas instalaciones en el año [17]. Es una categoría de robots industriales, no una estimación de humanoides generalistas ni del número de puestos sustituidos. El dato sirve para apreciar el tamaño de una base tecnológica y el carácter físico de su incorporación.

El trabajo de un operario en una fábrica altamente estandarizada puede automatizarse mediante una máquina especializada que jamás tendrá la forma de una persona. Un robot con forma humana puede tener sentido cuando queremos utilizar infraestructura concebida para cuerpos humanos: escaleras, puertas, herramientas o espacios de trabajo ya existentes. Pero no es la única vía. Si diseñamos el entorno para la automatización, puede resultar más eficiente utilizar máquinas muy diferentes de nosotros.

En construcción esto es especialmente evidente. Automatizar la actividad de un albañil en una obra tradicional es un problema.

Diseñar un proceso industrializado en el cual determinadas operaciones dejen de ser necesarias es otro. La tecnología no tiene por qué reproducir todos los procedimientos existentes. Puede modificar el producto, la logística, los métodos y las interfaces. Quizás el refugio que buscamos en una tarea manual dependa de que la organización productiva continúe siendo la misma. No hay garantía de que permanezca igual.

3.2 El médico que aprieta un botón

Imaginemos una secuencia de actividades cotidianas. Un robot fabrica un automóvil. El automóvil se conduce de manera autónoma y pasa a buscar a un médico por su casa. Lo lleva al hospital. Allí, el médico aprieta un botón y otro robot realiza una cirugía de cerebro impecable.

No estoy describiendo una operación actualmente desplegada sin supervisión. Se trata de un experimento mental deliberadamente simple. Me interesa imaginar una cadena donde las capacidades físicas y cognitivas se complementan. El automóvil no es un ejemplo aislado de automatización. Tampoco lo es el diagnóstico o la cirugía. El conjunto ilustra cómo pueden desaparecer progresivamente intervenciones humanas a lo largo de toda una cadena de valor.

En ese escenario, ¿cuánto tiempo será necesario que el médico apriete el botón? Una posible respuesta es que seguirá siendo necesario para verificar el diagnóstico, establecer una estrategia de intervención, obtener el consentimiento del paciente o asumir la responsabilidad clínica. Pero hay que distinguir las razones. Algunas de ellas son razones técnicas: la participación del médico mejora la calidad de las decisiones. Otras son razones de gobernanza: el paciente debe poder consentir o rechazar un procedimiento; alguien debe poder responder por las decisiones; las reglas que autorizan la intervención no pueden quedar reducidas a un criterio de velocidad.

Si el sistema automatizado llegara a diagnosticar, planificar y ejecutar mejor que el médico en determinadas condiciones, la contribución técnica marginal de la intervención humana podría reducirse. No se deduce de allí que deba desaparecer la responsabilidad profesional ni que un paciente tenga menos derecho a decidir. La autoridad para determinar qué fines se persiguen no es idéntica a la capacidad de seleccionar un método eficaz para perseguirlos.

En otras palabras, una persona podría no ser necesaria para optimizar una intervención y seguir siendo esencial para decidir si la intervención se realiza. Ese contraste será importante en el capítulo siguiente. Si confundimos la finalidad con el método, la mejora de un método puede terminar justificando erróneamente la eliminación del titular de la finalidad.

En medicina, además, las consecuencias de una falla son demasiado importantes para extrapolar directamente resultados de pruebas limitadas. Un sistema que supera un examen de preguntas médicas no está necesariamente en condiciones de tomar decisiones en un hospital. Un robot que ejecuta con gran precisión un movimiento programado no es, por eso solo, un cirujano autónomo. La evaluación debe considerar resultados clínicos, poblaciones, condiciones de uso, fallas de integración, supervisión y criterios independientes de validación.

Estas precauciones no contradicen mi hipótesis. Le dan una frontera más clara. Mi inquietud aparece si las diferencias técnicas entre la máquina y el profesional se reducen progresivamente en múltiples dominios y si, además, las intervenciones humanas necesarias para garantizar calidad y seguridad pueden reorganizarse a escala. No necesito afirmar que una sola máquina sustituirá todas las capacidades de todos los médicos. Basta con que una cantidad menor de médicos pueda atender una cantidad mayor de pacientes. El mercado laboral empezaría a cambiar mucho antes de que se alcanzara la autonomía total.

3.3 Modelo 5. Automatizar una cadena no es automatizar una tarea

En ingeniería interesa identificar cómo se relacionan las operaciones necesarias para obtener un resultado aceptable. Supongamos una cadena de cinco etapas, cada una de las cuales tiene una probabilidad p_i de completarse correctamente, bajo un criterio de aceptación determinado. Si los éxitos son independientes y las cinco etapas deben realizarse correctamente, la probabilidad de completar el proceso sin fallas es

$$P_{\text{cadena}} = \prod_{i=1}^{5} p_i. \tag{14}$$

Si cada etapa tiene una probabilidad de éxito del 98 %, la cadena completa tiene una probabilidad cercana al 90,4 %. Si hay veinte etapas independientes con la misma confiabilidad, la probabilidad de que todas funcionen correctamente baja a aproximadamente 66,8 %. Si cada etapa llega al 99,9 %, una cadena de veinte conserva una probabilidad cercana al 98,0 %.

Esta es una simplificación deliberada. Los resultados no son necesariamente independientes; puede haber controles, rutas alternativas, recuperación de errores y dependencias comunes. Si todos los agentes utilizan una misma fuente equivocada, la redundancia puede ser ilusoria. Por otro lado, un sistema que verifica los resultados intermedios y vuelve a ejecutar tareas fallidas puede alcanzar una confiabilidad mucho mayor que una cadena que acepta cada resultado sin control. La arquitectura importa tanto como el desempeño de los componentes.

De allí surge una distinción fundamental entre capacidad y autonomía. Que una IA pueda realizar veinte tareas por separado no implica que pueda responsabilizarse de una actividad que requiere seleccionar cuáles realizar, en qué orden, con qué datos

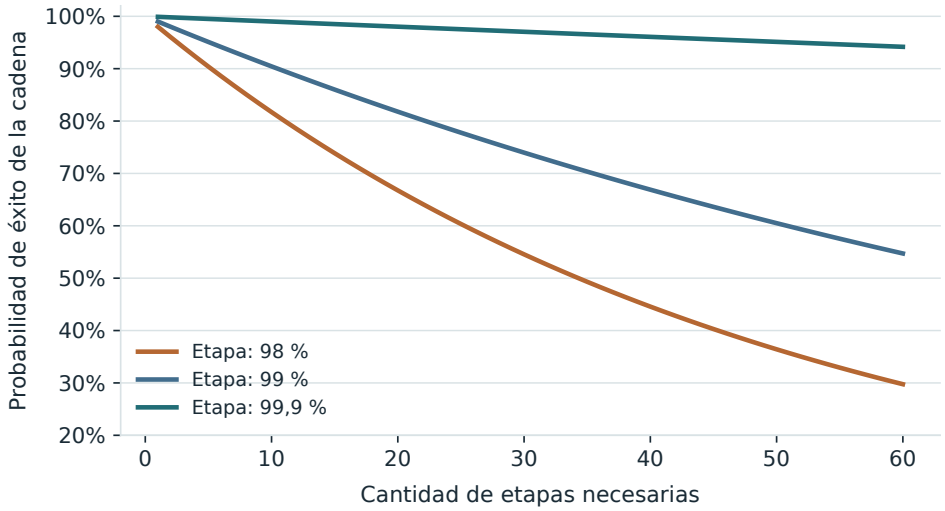

Figura 3.2: Probabilidad de éxito de una cadena de operaciones independientes y necesarias, en función de la cantidad de etapas. Se comparan confiabilidades por etapa del 98%, 99% y 99,9%. Modelo elemental (14), no evaluación de un robot real.

y bajo qué circunstancias detenerse. La capacidad de coordinar, comprobar y recuperarse de errores es un problema adicional.

El trabajo de METR sobre la duración de tareas de software que los agentes pueden completar [18] ofrece una manera de observar una dimensión de este problema. La métrica vincula la probabilidad de éxito de agentes con la duración que tareas de una batería determinada requieren a personas expertas. El informe original de marzo de 2025 encontró una trayectoria histórica de crecimiento aproximadamente exponencial, con duplicaciones de unos siete meses para esa métrica. No equivale a afirmar que todas las capacidades de la IA se duplican cada siete meses, ni a proyectar autonomía general. Cambian las tareas, los protocolos, los modelos y los niveles de éxito exigidos. Sin embargo, pasar de evaluar respuestas aisladas a evaluar actividades de varias etapas es coherente con la transformación que observo en el trabajo con agentes.

Para decidir si una actividad puede automatizarse no me alcanza con una demostración exitosa. Necesito saber con qué frecuencia alcanza un resultado correcto, qué ocurre cuando no lo alcanza, cuánto cuesta detectarlo, quién puede intervenir y qué pasa cuando las condiciones de trabajo se apartan de las previstas. El desempeño de una organización no puede deducirse únicamente del desempeño máximo de una de sus herramientas.

3.4 La velocidad de difusión tiene restricciones físicas

El software puede distribuirse de una manera muy diferente a una excavadora o una línea de fabricación. Una actualización puede llegar a millones de usuarios sin construir millones de nuevas máquinas completas. El hardware requiere capacidad industrial, materiales, instalación y mantenimiento. Esa diferencia puede producir una transición desigual entre la automatización cognitiva y la automatización física.

Una aproximación sencilla consiste en representar el stock de equipos operativos al final de un período mediante la identidad

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + J_t, \tag{15}$$

siendo K_t los equipos disponibles, δ la fracción retirada durante el período y J_t las nuevas incorporaciones. Si una industria cuenta con cien mil equipos y puede instalar diez mil equipos adicionales por año, no alcanzará un millón de unidades en seis meses aunque exista un diseño técnicamente excelente. Si la capacidad de fabricación crece, puede llegar antes; si la instalación exige adaptar las plantas o capacitar personas, puede llegar después. La capacidad de un equipo y la cantidad disponible son variables separadas.

En un ejercicio hipotético, comparemos una industria que comienza con 100 unidades operativas y puede incorporar 15 por año con otra que comienza igual pero duplica sus instalaciones

anuales cada dos años, hasta un máximo de 120. Supongamos una tasa de retiro anual del 5 %. El primer sistema crece lentamente; el segundo acelera, pero también encuentra un límite de producción e instalación. Ninguno constituye una predicción sobre la fabricación de robots. La finalidad es separar una capacidad técnica del proceso necesario para desplegarla.

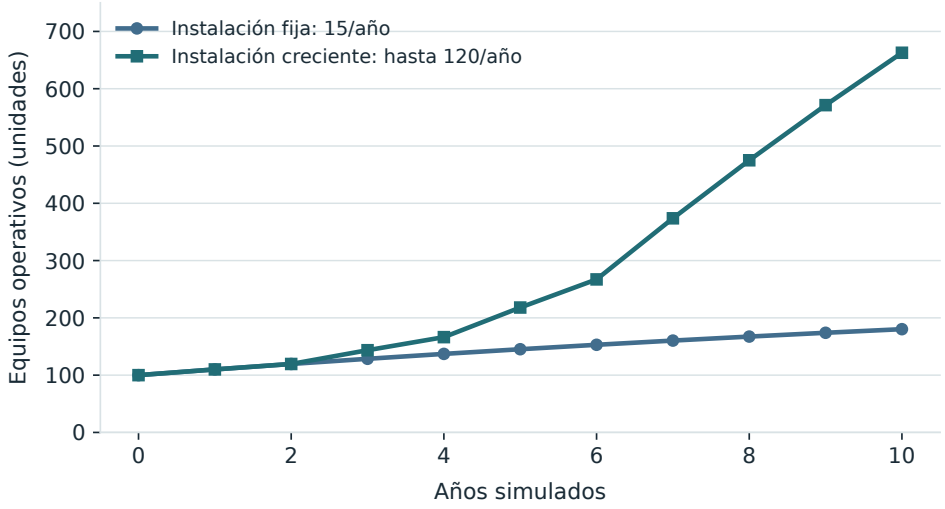

Figura 3.3: Dos escenarios hipotéticos de difusión de equipos físicos. Stock inicial: 100; retiros: 5% anual; instalaciones constantes de 15 o crecientes cada dos años, con máximo de 120. Modelo (15). El eje horizontal es tiempo simulado.

Este mecanismo puede ser uno de los ingredientes que modifique la torta. Si la sustitución del trabajo físico se despliega lentamente, existe más tiempo para reasignar recursos y adaptar instituciones. Pero no conviene inferir de allí que toda la economía estará protegida durante ese intervalo. Las ocupaciones de servicios digitales tienen otras restricciones de despliegue; pueden verse modificadas aunque la automatización de la obra física tarde mucho más. Y los cambios en las fases de diseño, comercialización, planificación y administración pueden reducir la demanda laboral de sectores intensivos en trabajo manual antes de que se sustituya ese trabajo físico.

Además, el cuello de botella puede desplazarse. Si producir documentación pasa de requerir semanas a requerir horas, la restricción se puede encontrar en la capacidad de obtener permisos, financiar obras, fabricar elementos o construir. El efecto agregado de automatizar una actividad dependerá de lo que ocurre en el resto del sistema. Una industria puede beneficiarse de una mejora local sin aumentar inmediatamente su producción final. Por eso resulta insuficiente sumar porcentajes de automatización de tareas y presentarlos como porcentajes de empleo futuro.

3.5 El trabajo humano como complemento, no como refugio garantizado

El índice de exposición ocupacional a la IA generativa elaborado por la OIT [19] utiliza información sobre tareas para distinguir grados de exposición. Es un instrumento de análisis de potencial tecnológico, no una medición de empleos destruidos. Una actividad expuesta puede transformarse mediante nuevas formas de colaboración entre personas y máquinas. Una actividad con baja exposición puede verse afectada indirectamente por cambios en la demanda de sectores que sí están expuestos.

La conclusión que extraigo es menos cómoda que proclamar que nadie trabajará o que todo el mundo encontrará una ocupación nueva. No hay evidencia suficiente para declarar que los oficios manuales desaparecen en un futuro inmediato. Tampoco tengo razones técnicas para afirmar que permanecerán protegidos indefinidamente. La protección dependerá de condiciones concretas: ventajas comparativas humanas, costos relativos, estructura de la demanda, restricciones de despliegue y normas legítimas que preserven ciertos roles.

Podría existir una demanda de actividades realizadas por humanos por razones culturales o afectivas, aun cuando una máquina pudiera producir resultados técnicamente superiores. Muchas personas valoran una interpretación musical, una experiencia

artesanal o una conversación humana precisamente por su origen. Es una fuente posible de valor, no un argumento de que el ingreso asociado pueda absorber a todos los trabajadores desplazados. Tendremos que evaluar su alcance y su distribución.

La cuestión, entonces, no es qué profesión encuentra el último refugio. Es qué ocurre cuando una organización ya no necesita tanta capacidad humana para conseguir sus objetivos y cuando la participación que conserva se concentra cada vez más en gestionar a las máquinas. Es el fenómeno que experimento actualmente en mi propia manera de trabajar.

CAPÍTULO 4

El empresario que juega a ser el jefe

PARTE II · LA PARADOJA HUMANA

4.1 De dar instrucciones a asignar responsabilidades

Hace unos meses le daba tareas a la inteligencia artificial. Prepará un texto, analizá una información, revisá una estructura, compará dos alternativas. Yo tenía una idea relativamente clara de lo que había que hacer, especificaba una operación y después evaluaba el resultado. La lógica se parecía a la de una herramienta muy eficaz o a la de un colaborador al que se asigna una tarea determinada.

Ahora estoy trabajando de otra manera. Hablo con un agente principal que trata con otros veinte agentes. Les explica, negocia, corrige y me informa. En muchos casos no necesito saber de antemano cuáles son las operaciones individuales. Defino una responsabilidad: que determinada parte de la empresa funcione bien, que un conjunto de contenidos sea consistente, que los cambios no deterioren una estrategia que hemos definido, que un problema se detecte y se resuelva cuando aparezca.

La diferencia entre tarea y responsabilidad no es semántica. En una tarea, el director selecciona la acción y controla el resultado. En una responsabilidad, el agente tiene que identificar qué acciones son necesarias en función de un estado deseado. Esto implica mantener información del sistema, establecer prioridades,

coordinar recursos, resolver contradicciones y comunicar situaciones que requieren intervención. El agente empieza a realizar actividades que tradicionalmente pertenecían a la gestión.

Es una transición que resulta muy familiar a un empresario. Cuando una empresa crece, el propietario no puede ocuparse directamente de cada operación. Debe definir responsabilidades, criterios de decisión, mecanismos de control y formas de comunicación. Si necesita aprobar cada movimiento, no ha logrado delegar realmente. En la gestión empresarial se considera que salir del micromanagement es una mejora. Se reducen las demoras y se utilizan mejor los conocimientos de quienes están más cerca de los problemas.

Con los agentes de inteligencia artificial, esa lógica adquiere otra velocidad. Una estructura digital puede coordinar procesos paralelos, documentar decisiones, generar comparaciones y revisar resultados sin los mismos límites humanos de atención y disponibilidad. En mi experiencia todavía necesito intervenir, formular criterios, reconocer desviaciones y corregir interpretaciones. No estoy afirmando que la organización sea autónoma o que todas las decisiones puedan delegarse hoy. Estoy observando que la cantidad y la naturaleza de las decisiones que debo tomar están cambiando con gran rapidez.

Puedo delegar una tarea. Puedo delegar el objetivo. Puedo delegar la responsabilidad de mantener un sistema en condiciones determinadas. En el siguiente nivel se delega una parte de la gestión de las propias responsabilidades: qué debe priorizarse, qué recursos deben emplearse y qué actividades se reorganizan. Cada transición reduce la cantidad de instrucciones individuales que tengo que dar. También cambia el tipo de conocimiento que necesito conservar para comprender qué está haciendo la organización.

Tabla 9. Niveles conceptuales de delegación. No son etapas inevitables ni certificaciones de autonomía. Cada organización puede distribuir de manera diferente las facultades de decisión.

Forma de intervención	Lo que decide el humano	Lo que decide el agente
Asistencia	Método, tareas y validación	Apoyo a operaciones concretas
Delegación de tareas	Qué hacer y criterio de aceptación	Ejecución de una tarea
Delegación de objetivos	Resultado deseado y restricciones	Secuencia de tareas y recursos autorizados
Delegación de responsabilidades	Estado deseado, límites y escalamiento	Detectar problemas y mantener el estado
Dirección asistida	Fines, derechos, límites y control	Priorización y coordinación de responsabilidades

El asunto no es solamente quién produce más documentos. Es quién decide qué documentos deben existir, a quién se entregan, qué cambios se aceptan y cuáles son los problemas que merecen atención. Cuando delegamos ese conjunto de decisiones, estamos modificando la arquitectura del sistema de gestión.

4.2 Modelo 6. Cuando el director se convierte en una restricción

En la Teoría de las Restricciones, desarrollada y difundida por Goldratt [23], una de las ideas más importantes consiste en reconocer que el rendimiento de un sistema no depende de optimizar independientemente todos sus componentes. Depende, entre otras cosas, de identificar aquello que limita su capacidad para conseguir el objetivo. Si elevamos la capacidad de un recurso que no es la restricción, podemos conseguir mucha actividad local sin aumentar el resultado final.

Me resulta especialmente interesante aplicar esa forma de pensar a mi propia intervención. Supongamos una organización en la que veinte agentes generan propuestas y resultados a una tasa de cuatro elementos por hora cada uno. Si todos ellos requieren una revisión humana de dos minutos, una sola persona podría revisar, en el mejor de los casos, treinta elementos por hora. La generación potencial sería ochenta. La capacidad de revisión sería treinta. Si cada propuesta necesita ser aprobada antes de continuar, el sistema no puede completar sostenidamente más de treinta por hora.

Sea λ la tasa de llegada de elementos pendientes de revisión, f la fracción que requiere revisión humana y t_h el tiempo medio de revisión, medido en horas por elemento. Si el revisor dispone de una hora efectiva por hora de operación, su capacidad es $\mu_h = 1/t_h$ y la utilización teórica es

$$\rho = f\lambda t_h. \tag{16}$$

Cuando $\rho \geq 1$, la demanda media iguala o supera la capacidad. En una situación con variabilidad, incluso acercarse a ese umbral puede producir demoras significativas. No hace falta que el director trabaje mal para convertirse en una restricción. Puede trabajar extraordinariamente bien y, aun así, tener una capacidad muy inferior a la tasa de generación de actividades de la organización.

Con las cifras anteriores, si todos los resultados requieren aprobación, $\rho = 80/30 \approx 2,67$. Si solo se revisa el 25 %, la tasa pasa a veinte por hora y la utilización baja a 0,67. Esto no demuestra que revisar únicamente el 25 % sea seguro. Para decidirlo hay que determinar qué decisiones pueden resolverse con criterios verificables y cuáles requieren juicio humano. La reducción de la cola no equivale a una autorización para eliminar controles.

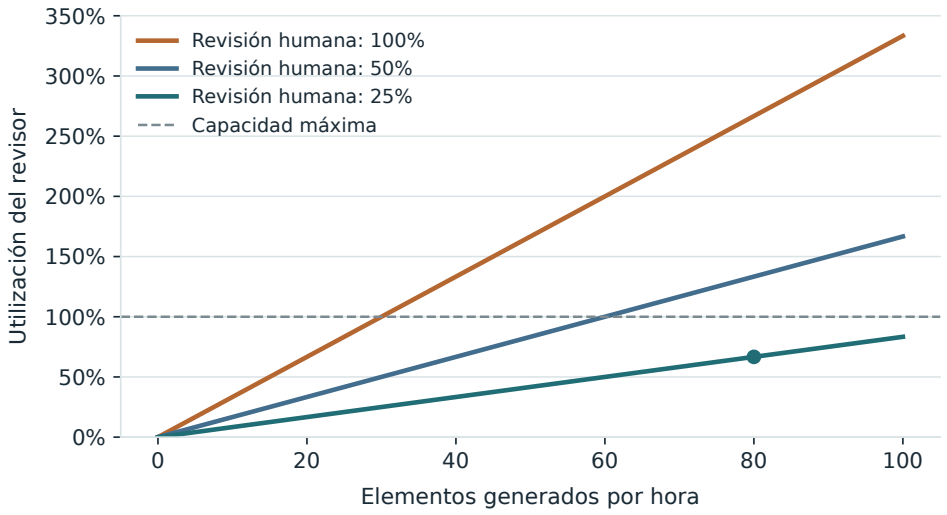

Figura 4.1: Utilización de un único revisor con capacidad de 30 elementos/hora, según la tasa de generación y la fracción que requiere revisión. Por encima del 100%, la demanda supera la capacidad media. Supuestos de escenario, ecuación (16).

Existe otro efecto importante. Una cola no necesita estar completamente saturada para acumular demoras. En un modelo ideal M/M/1, con llegadas Poisson, tiempos de servicio exponenciales, un único revisor, estado estacionario y tasa de llegada menor que la capacidad, el tiempo medio de espera antes de la revisión [24] es

$$W_q = \frac{\rho}{\mu_h(1-\rho)}. \tag{17}$$

Si la capacidad es treinta por hora, con una utilización del 50 % la espera media es dos minutos; al 90 %, dieciocho minutos; al 98 %, noventa y ocho minutos. No son predicciones sobre el funcionamiento de una empresa de agentes. Son consecuencias de un modelo de colas bajo supuestos específicos, y permiten apreciar la sensibilidad no lineal de la demora cuando la demanda se aproxima a la capacidad.

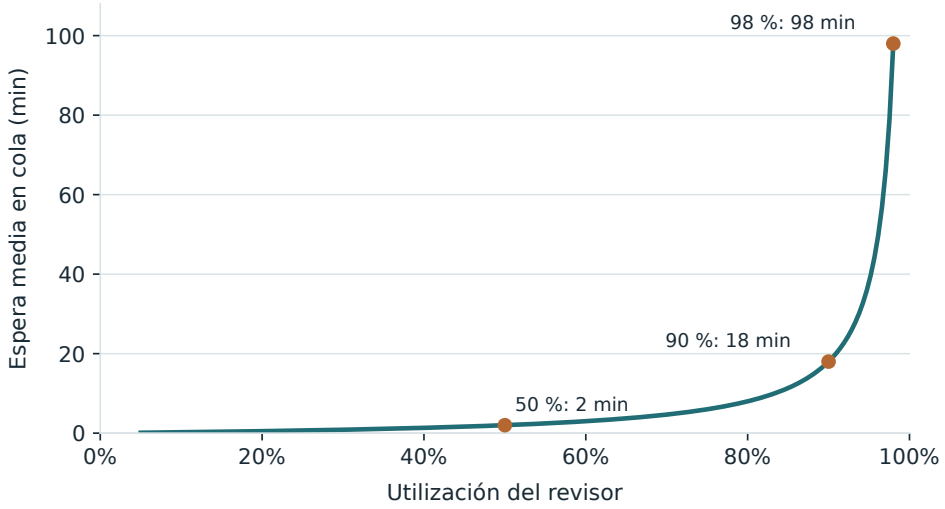

Figura 4.2: Tiempo medio de espera antes de revisión en una cola M/M/1 con capacidad de 30 elementos/hora. El aumento no lineal próximo a la saturación es una propiedad del modelo ideal; las colas reales pueden comportarse de otra manera.

Imaginemos que este diagnóstico lo realiza un consultor externo. Observa que los procesos generan resultados de manera paralela, que existen mecanismos de comprobación automáticos y que buena parte de los resultados permanece detenida hasta recibir la aprobación de una persona. La capacidad del sistema para avanzar depende de la agenda de esa persona. ¿Qué recomendaría? Probablemente reorganizaría la intervención humana, trasladaría decisiones rutinarias a reglas de aceptación verificables y reservaría el juicio experto para cuestiones de mayor impacto.

La particularidad de mi situación es que esa persona soy yo. Soy el empresario que aplica conceptos de gestión para descubrir que su propia participación podría ser la restricción. Si evalúo mi función con los mismos criterios que utilizo para evaluar cualquier otro componente, no debería concederle una excepción simplemente porque soy el dueño.

4.3 No basta con eliminar el cuello de botella

Existe una objeción inmediata y necesaria. La revisión humana puede evitar pérdidas, corregir objetivos incorrectos y proteger derechos. No se puede determinar su valor mirando solamente el tiempo que consume. La Teoría de las Restricciones no justifica eliminar una operación necesaria para la seguridad de un proceso. Una revisión que parece retardar el flujo puede ser precisamente aquello que evita que el sistema produzca resultados inaceptables más rápido.

Para hacer una comparación económica podemos representar, de manera simplificada, el valor marginal de una intervención. Sea q_A la probabilidad de un error relevante sin revisión y q_H la probabilidad residual con revisión, L la pérdida media asociada, C_H el costo directo de la intervención y D_H el costo atribuible a la demora. En un caso de pérdidas monetizables, el valor esperado incremental es

$$V_H = (q_A - q_H)L - C_H - D_H. \tag{18}$$

Si la revisión reduce el riesgo de error del 5 % al 1 % y la pérdida es 10.000 unidades, evita una pérdida esperada de 400. Si la intervención y la demora cuestan 150, aporta un valor esperado de 250. Si en una generación posterior del sistema la revisión apenas reduce el riesgo del 0,5 % al 0,4 %, la pérdida evitada esperada es 10. Si los costos siguen siendo 150, su contribución monetaria resulta negativa en ese ejemplo. La decisión puede cambiar porque cambia la calidad autónoma, no porque haya cambiado la competencia del revisor.

Pero este cálculo no autoriza eliminar un control exigido por derechos, consentimiento, responsabilidad legal o seguridad. Hay decisiones cuya legitimidad no depende de un valor monetario esperado. En la construcción, aceptar una condición de seguridad estructural requiere verificar exigencias normativas, no sim-

plemente calcular que incumplirlas podría resultar estadísticamente barato. Una organización debe distinguir la optimización de operaciones de las condiciones que no está autorizada a negociar.

Tampoco se debe atribuir siempre a la revisión un efecto beneficioso sobre la calidad. Una persona puede introducir errores al modificar un resultado correcto; un supervisor que no conoce suficientemente el problema puede empeorarlo. A medida que la tecnología cambia, necesitamos medir el valor de cada modalidad de intervención en vez de asumir que una firma humana agrega necesariamente calidad. Lo que se evalúa es la configuración completa del proceso: agente, herramientas, revisión, datos, controles y criterios de escalamiento.

4.4 Yo juego a ser el jefe

Cuando digo que juego a ser el jefe, no estoy negando la importancia de dirigir una empresa. Estoy tratando de observar la naturaleza de la función que cumplo. Si el agente principal puede comprender mis instrucciones, distribuirlas, identificar errores y comunicarme las cuestiones importantes, todavía tengo una función. Pero ¿cuánto falta para que yo no sea necesario en el medio? Más que eso: ¿cuánto falta para que yo moleste en el medio?

Mi percepción personal es que, para algunas funciones de gestión concretas, ese intervalo puede ser de menos de seis meses. No tengo un estudio que permita convertir esa sensación en un pronóstico de toda la economía. Tampoco sé si la evolución de todas las capacidades necesarias permitirá extrapolar la experiencia de mi empresa a otros entornos. Enuncio el plazo porque expresa la velocidad con la que mi propia intervención ha cambiado durante los últimos meses, no porque haya realizado una estimación estadística que concluya en mayo de 2027.

El aspecto más llamativo de la situación no es que una máquina decida eliminarme. Si yo mismo contratara a un consultor para optimizar una organización y encontrara que el director es una fuente innecesaria de demoras, probablemente aceptaría una recomendación de reducir su intervención. Si la participación que deseo conservar no aporta una mejora medible a la actividad operativa, tendría que justificarla de otra manera.

El último acto de un buen gestor podría ser recomendar su propia eliminación del proceso de gestión.

Esa es la paradoja del empresario. Incorpora tecnología para mejorar su organización, eleva la capacidad de sus recursos, delega operaciones, delega decisiones y descubre que puede estar utilizando su propio conocimiento para demostrar que su participación operativa ya no es indispensable. Hace todo aquello que debería hacer un buen empresario y, al final, obtiene una organización que necesita menos de él.

Hay una diferencia entre prescindir de una intervención y prescindir de una persona. Una empresa puede operar sin que su propietario revise cada presupuesto y seguir teniendo como finalidad generar resultados para sus propietarios, trabajadores, clientes y demás interesados. El propietario conserva una función de gobernanza aunque no esté involucrado en la ejecución. La paradoja civilizatoria aparece si comenzamos a identificar el valor de los seres humanos con el valor productivo de las tareas que realizan y extrapolamos la misma lógica al conjunto de la sociedad.

4.5 La vaca

Dos personas negocian la venta de una vaca. La vaca está a un metro de distancia mirando lo que ocurre. No entiende nada de lo que hablan esas dos personas. Ni siquiera es consciente de la relevancia que tiene lo que está ocurriendo en ese instante para su futuro.

Si la persona que la compra quiere regalársela como mascota a su hija, probablemente vivirá como una reina. Si quien la compra es un matarife, tiene las horas contadas.

La vaca no sabe que está siendo objeto de una negociación. No sabe que existe un contrato, ni qué derechos adquiere el comprador, ni qué fines persigue cada participante. Su problema no es solamente que no pueda decidir. Tampoco puede comprender la decisión que se está tomando.

Yo lo que digo es que en seis meses somos la vaca.

La metáfora no es una predicción biológica ni una afirmación de que en seis meses la humanidad habrá perdido el control de toda su infraestructura. Expresa el temor a una diferencia de capacidad cognitiva tan grande que la autoridad formal que creemos tener ya no se corresponda con nuestra capacidad efectiva para comprender y modificar las decisiones que nos afectan.

Hasta este punto del ensayo he hablado del ser humano como ejecutor de tareas y como decisor dentro de una organización. La metáfora de la vaca introduce un problema diferente: la posibilidad de que un ser humano no pueda interpretar adecuadamente la información que le permitiría saber si una decisión es favorable para él. No basta con conservar un botón que permita autorizar o detener una operación si no entendemos suficientemente qué estamos autorizando o deteniendo.

Esto tampoco requiere una inteligencia artificial malvada. Los compradores de la vaca no necesitan odiarla. Actúan de acuerdo con sus objetivos dentro de un sistema cuyos términos ella no comprende. Aplicado a nuestra hipótesis más favorable, el riesgo sería que sistemas competentes y bienintencionados produzcan decisiones cuyo proceso o cuyas consecuencias no podamos evaluar, y que nuestra capacidad de rechazar o modificar esas decisiones dependa de interfaces y explicaciones proporcionadas por los mismos sistemas.

4.6 Autoridad formal y control efectivo

Me parece necesario distinguir al menos tres dimensiones. La primera es la **capacidad operativa**: quién puede obtener un resultado técnico. La segunda es la **autoridad normativa**: quién tiene derecho a definir los objetivos, aceptar riesgos y decidir qué no debe hacerse. La tercera es el **control efectivo**: quién dispone de información, alternativas y medios suficientes para ejercer esa autoridad.

Una persona puede carecer de capacidad para calcular manualmente todos los esfuerzos de una estructura y, sin embargo, conservar un control efectivo del proyecto mediante requisitos, verificaciones independientes, ensayos, responsabilidades claramente distribuidas y criterios de aceptación. El conocimiento humano no necesita abarcar todos los detalles internos de una herramienta para que exista gobernanza legítima. La ingeniería lleva mucho tiempo utilizando sistemas cuyo funcionamiento individual no domina por completo una sola persona. Lo relevante es que exista una organización de conocimiento, confianza y verificación que no dependa exclusivamente de la palabra del componente que se pretende verificar.

El problema se agrava cuando la capacidad del sistema crece en varias dimensiones al mismo tiempo y cuando cada mecanismo de supervisión se vuelve también dependiente de la IA que debe supervisarse. No es lo mismo utilizar una herramienta para interpretar un resultado y disponer de métodos independientes para comprobarlo, que depender de un conjunto de agentes cuya explicación es nuestra única vía para conocer lo sucedido.

Por eso propongo utilizar la expresión soberanía cognitiva con un sentido operativo: la posibilidad de acceder a información suficiente, comprender las alternativas relevantes, impugnar decisiones, solicitar verificaciones independientes y modificar o detener las acciones que nos afectan. No significa que cada persona pueda comprender todos los cálculos del sistema. Significa que

la organización institucional permite ejercer una capacidad de decisión que no es meramente ceremonial.

Puede existir bienestar material sin soberanía cognitiva. Una persona puede disponer de vivienda, alimentos y atención médica gracias a decisiones tomadas por un sistema extremadamente competente y no tener una capacidad efectiva para cuestionarlas. La vaca que vive como una reina no deja por eso de depender de quien decide su destino. El contraste de la metáfora entre la mascota y el animal destinado al matadero no pretende equiparar a las personas con animales; muestra que el buen resultado y la capacidad de determinarlo son propiedades diferentes.

La evaluación de una transformación tecnológica no debería limitarse, entonces, a cuántos bienes produce o a cuántos errores evita. Debe incluir quién define la finalidad, quién conserva derechos, quién controla la infraestructura y qué mecanismos permiten que una persona discrepe de una decisión aunque el sistema considere que otra alternativa es más eficiente.

Este es el punto en el que mi razonamiento deja de referirse solamente a la economía de las empresas. Una sociedad que libera a sus integrantes de la necesidad de trabajar podría alcanzar un nivel de bienestar sin precedentes. Una sociedad que transforma a sus integrantes en destinatarios dependientes de decisiones que no pueden cuestionar podría perder algo fundamental aunque conserve un gran bienestar material. No son el mismo resultado. Y no hay razón para pensar que el progreso tecnológico garantiza por sí mismo cuál de ellos se produce.

CAPÍTULO 5

Nadie quiere cambiar

PARTE III · LA PARADOJA CIVILIZATORIA

5.1 El día en que trabajar deje de ser necesario

Hay una cosa que debería alegrarnos profundamente. Durante siglos, las personas han buscado maneras de disminuir el esfuerzo necesario para sobrevivir. Una buena parte de la historia de la ingeniería consiste en lograr que una necesidad pueda satisfacerse con menos recursos, menos tiempo, menos peligro o menos esfuerzo humano. Una sociedad capaz de producir alimentos, viviendas, educación, salud y otros bienes sin obligar a cada uno de sus integrantes a trabajar durante la mayor parte de su vida debería constituir uno de los resultados más deseables de nuestro desarrollo tecnológico.

Sin embargo, esa posibilidad resulta difícil de imaginar sin una crisis de las instituciones que hemos construido. Nuestra organización económica asigna a las personas una parte de la producción mediante varias vías: salarios, ingresos de actividades independientes, rendimientos de la propiedad y transferencias. Para una gran parte de la población, la principal posibilidad de obtener ingresos y mejorar sus condiciones de vida es trabajar. Si dejamos de necesitar tanto trabajo, no desaparece necesariamente la necesidad de distribuir el producto. Desaparece o se debilita uno de los mecanismos principales mediante los cuales lo distribuimos.

No estoy diciendo que toda persona deba recibir una remuneración idéntica ni que la propiedad privada deba desaparecer. Son discusiones distintas. Estoy diciendo que, si la capacidad productiva del sistema deja de depender de la mayor parte de las horas humanas disponibles, habrá que encontrar una relación diferente entre el acceso al producto y la contribución laboral individual.

La dificultad no es solo económica. Trabajar organiza nuestra vida. Elegimos una profesión, nos educamos, construimos una reputación, nos relacionamos con otras personas y adquirimos una identidad. Gran parte de lo que las familias consideran progreso consiste en brindar a sus hijos oportunidades para acceder a una actividad profesional que les permita alcanzar independencia y reconocimiento. La idea de que las decisiones acertadas, la experiencia y el esfuerzo mejoran las perspectivas económicas está profundamente incorporada a nuestras aspiraciones, aunque no se cumpla de la misma manera para todos.

Una sociedad donde trabajar sea opcional podría permitir que las personas dediquen más tiempo a estudiar, cuidar a sus familiares, investigar, practicar deportes, crear o participar en su comunidad. Podría también dejar a muchas personas sin una forma de participación social que consideraban fundamental. No hay una única reacción humana a la liberación del trabajo. El resultado dependerá, entre otras cosas, de la manera en que se organice la transición, de la seguridad material y de las posibilidades reales de actuar y decidir.

Es importante no convertir el análisis de este problema en una valoración moral del trabajo. No necesitamos decidir si trabajar ocho horas es intrínsecamente bueno o malo. Necesitamos distinguir el trabajo como obligación de subsistencia del trabajo como actividad elegida, y el mérito como reconocimiento del esfuerzo del mérito como condición para acceder a los recursos básicos. Quizás muchas personas sigan eligiendo actividades intensas y

difíciles sin que su subsistencia dependa de ello. No veo ninguna razón para equiparar una sociedad con menos empleo remunerado a una sociedad necesariamente inactiva.

5.2 ¿Quién pagaría un ingreso universal?

La primera respuesta que aparece en estas conversaciones suele ser una renta básica universal. Si las máquinas producen casi todo y ya no hace falta trabajar, se distribuiría un ingreso a todas las personas. Mi pregunta inmediata es quién lo paga. No se trata de una objeción retórica. Quiero entender de dónde surgiría el flujo económico que permitiría financiarlo y qué consecuencias tendría sobre la propiedad y la libertad.

La expresión salario universal puede resultar confusa: el salario remunera generalmente una actividad laboral. Una renta básica universal, en cambio, se entiende como un ingreso periódico para una población definida, no condicionado a demostrar empleo o carencia de recursos. Pueden existir otras formas de ingreso no laboral, como dividendos, rentas de activos, seguros sociales, transferencias focalizadas y provisión pública de servicios. No son instrumentos equivalentes. Cambian tanto el mecanismo de financiación como el tipo de derecho que recibe la persona.

Para analizar el problema propongo empezar por una cuenta muy simple. Sea N la cantidad de personas elegibles y b el monto anual por persona. El costo bruto anual de una transferencia uniforme es

$$T = Nb. \tag{19}$$

Si una población de diez millones de adultos recibe 500 unidades monetarias por mes, el desembolso bruto anual es 60.000 millones de unidades monetarias. No importa que el mecanismo tenga un nombre atractivo: esa suma debe financiarse con algún flujo

de recursos, con activos acumulados o con una combinación de ambos.

Si el ingreso nacional anual de la economía hipotética es de 500.000 millones de unidades monetarias, el costo bruto de ese programa representa el 12 % de ese ingreso. No equivale automáticamente al costo fiscal neto. Una parte puede recuperarse mediante el sistema tributario, una parte podría reemplazar prestaciones ya existentes, y el comportamiento económico de las personas y empresas puede cambiar como consecuencia del programa. También hay prestaciones que no deberían considerarse sustituibles sin analizar las necesidades diferenciadas que atienden.

Tabla 10. Cálculo estático del costo bruto. Población, montos e ingreso son supuestos; no representan a Argentina ni a otro país.

Concepto	Escenario hipotético
Adultos elegibles	10 millones
Transferencia mensual por adulto	500 u.m.
Transferencia anual por adulto	6.000 u.m.
Desembolso bruto anual	60.000 millones u.m.
Ingreso nacional anual	500.000 millones u.m.
Desembolso / ingreso nacional	12 %

Una transferencia puede financiarse mediante impuestos sobre rentas, consumo, propiedad, beneficios o determinados recursos; mediante dividendos de activos en manos públicas o de propiedad ampliamente distribuida; mediante reasignación de gastos; o, durante períodos limitados y bajo determinadas condiciones, con deuda. Cada alternativa tiene efectos distintos. No existe una financiación sin incidencia: alguien cede una parte de los recursos disponibles, o se modifica el momento en que se pagan los costos.

En una economía donde los salarios constituyen una base importante de los impuestos y las contribuciones sociales, la reducción de la masa salarial modifica también la capacidad de financiar sistemas de protección existentes. Si la participación laboral pasa del 70 % al 25 % del ingreso, la misma alícuota sobre los salarios recauda mucho menos en términos relativos. Habría que modificar la base tributaria o las prestaciones, o encontrar nuevos flujos. La propia transformación que hace deseable una forma alternativa de distribución puede erosionar la fuente tradicional que permitiría financiarla.

5.3 Modelo 7. La base de financiación importa

Supongamos una economía que genera un ingreso anual Y, con una fracción s que corresponde a ingresos laborales y una fracción $1 - s$ a otros ingresos. Imaginemos que un programa se financia únicamente mediante una contribución proporcional a una parte ϕ de esos ingresos no laborales. Es una hipótesis tributaria reducida: no representa las cuentas fiscales completas, las reglas de un país ni la incidencia económica efectiva de un impuesto. Si se desea financiar un desembolso anual equivalente a una fracción $u = T/Y$ del ingreso nacional, la tasa aritmética necesaria es

$$\tau = \frac{u}{\phi(1 - s)}. \tag{20}$$

Con $u = 0,12$, $s = 0,25$ y una base imponible que cubre el 60 % del ingreso no laboral, la tasa estática resulta 26,7 %. Si solo puede gravarse el 30 %, la tasa asciende a 53,3 %. Con una base amplia, la misma transferencia requiere una tasa mucho menor. El cálculo no contempla comportamiento, movilidad del capital, deducciones, evasión, doble tributación, otros gastos públicos ni efectos sobre el producto.

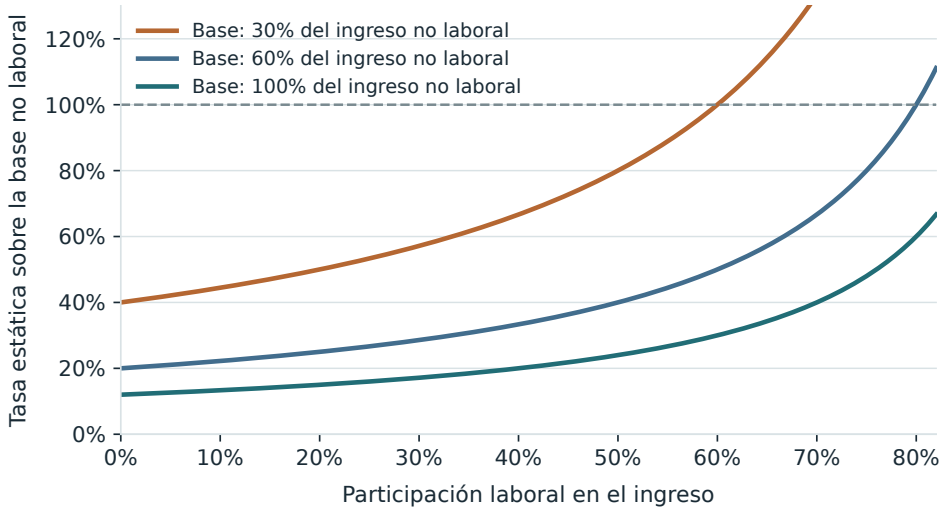

Figura 5.1: Tasa aritmética necesaria sobre una base no laboral para financiar un desembolso bruto equivalente al 12% del ingreso nacional. Se comparan coberturas de base del 30%, 60% y 100%. Modelo (20); no es una propuesta de alícuota ni una estimación de recaudación.

El interés del cálculo no está en elegir una tasa. Está en mostrar que el diseño de la propiedad, la localización de las rentas, el alcance de las bases tributarias y los mecanismos de financiación tienen una importancia material. Si buena parte de las rentas generadas por la producción automatizada se encuentra fuera del alcance de una jurisdicción, financiar una prestación mediante ellas resulta más difícil. Si esas rentas se distribuyen ampliamente mediante la propiedad de activos, la cantidad de ingresos que debe redistribuirse a través del Estado puede ser diferente.

También hay que distinguir financiación nominal de disponibilidad real. Una sociedad no resuelve el problema de vivienda otorgando dinero si no existe capacidad de construir suficientes viviendas en las localizaciones que las personas necesitan. Si la producción de bienes y servicios se concentra en actividades digitales de bajo costo mientras los recursos físicos escasos mantienen su precio, un ingreso monetario puede traducirse parcialmente en mayores precios de esos recursos. El derecho a consu-

mir necesita una contrapartida productiva. Una economía puede tener dinero y falta de viviendas, o viviendas disponibles que no pueden comprarse por falta de ingresos.

Las políticas de renta básica han sido examinadas en contextos muy distintos del escenario de automatización general. La OCDE [20] analiza, entre otros aspectos, los desafíos de pasar de prestaciones focalizadas a esquemas más universales y de financiar ese cambio. El experimento finlandés de 2017–2018 entregó 560 euros mensuales a 2.000 personas desempleadas de entre 25 y 58 años. La evaluación oficial informó efectos pequeños sobre empleo y mejoras en percepciones de seguridad económica y bienestar, con dificultades para aislar parte de los efectos del segundo año [21]. El experimento no era una renta universal para toda la población de una economía automatizada. No podemos utilizarlo para demostrar que una sociedad sin empleo remunerado será viable o inviable. Sirve para identificar dimensiones relevantes de una política de ingresos, no para validar un escenario civilizatorio.

En una transición como la que imagino, la discusión sobre ingresos no debería comenzar únicamente cuando la masa salarial ya se haya deteriorado. Para diseñar un mecanismo sostenible haría falta conocer el producto que puede generar la economía, las rentas que pueden distribuirse, las necesidades físicas de la población y la capacidad institucional para administrar los recursos. La creación de un ingreso estable puede requerir una arquitectura fiscal y de propiedad que tardaría años en desarrollarse. La tecnología que la hace necesaria podría desplegarse mucho antes.

5.4 Libertad, competencia y propiedad

En la conversación que da origen a este ensayo expresé que una renta universal podría llevarnos a un mundo muy comunista, precisamente en un momento en que la libertad y la competen-

cia parecen constituir aspiraciones instaladas para muchas personas. Quiero examinar esa intuición con más precisión, porque una palabra ideológica puede ocultar mecanismos económicos diferentes.

La existencia de una transferencia universal no implica por sí misma una economía de propiedad colectiva de todos los medios de producción ni la desaparición de los mercados. Puede coexistir con empresas privadas, precios de mercado y derechos individuales de propiedad. Tampoco la propiedad privada garantiza automáticamente una amplia distribución del poder económico. Una economía en la que pocas organizaciones poseen la infraestructura de producción automatizada puede concentrar gran capacidad de decisión sin que exista propiedad estatal de todos los activos.

Lo que me preocupa es la dependencia. Si el ingreso de una persona depende enteramente de una decisión discrecional de una autoridad pública o privada y si esa persona no dispone de alternativas para obtener recursos, la naturaleza de su libertad económica puede cambiar. No es lo mismo recibir un ingreso como titular de un derecho estable, transferible bajo reglas conocidas y sujeto a mecanismos de defensa, que recibirlo porque una autoridad conserva la facultad de decidir cada mes si corresponde entregarlo. Tampoco es lo mismo disponer de un activo productivo que puede generar ingresos de manera independiente que depender de un único proveedor de bienes y servicios.

Una posibilidad es organizar un fondo que posea participaciones en infraestructura productiva automatizada y distribuya rendimientos a una población amplia. Otra es conservar una economía de propiedad privada y financiar servicios públicos o transferencias mediante tributación. Otra es repartir las horas humanas todavía necesarias y reducir progresivamente la jornada. Otra consiste en promover formas de propiedad ampliamente distribuidas, incluidos activos individuales, cooperativos

o colectivos. Todas tienen limitaciones. Algunas requieren acumular activos previamente; otras dependen de la recaudación y de la legitimidad de sus reglas; otras dependen de que persista una demanda significativa de trabajo humano.

Tabla 11. Alternativas conceptuales, no exhaustivas ni mutuamente excluyentes. La elección de una política exige evaluar el contexto económico, institucional y jurídico.

Mecanismo	Fuente económica	Condición fundamental	Riesgo a evaluar
Transferencia universal	Impuestos y otros ingresos fiscales	Base suficiente y reglas estables	Sostenibilidad y discrecionalidad
Dividendo de activos	Rendimiento de capital productivo	Propiedad amplia o fondo capitalizado	Concentración y volatilidad de rentas
Reducción de jornada	Distribución de las horas necesarias	Trabajo humano aún demandado; ingreso compatible	Desigualdad entre sectores y empleos
Servicios básicos garantizados	Provisión o compra colectiva	Capacidad real y acceso efectivo	Calidad, escasez y capacidad de elección
Propiedad individual o cooperativa	Participación directa en activos	Acceso inicial y derechos defendibles	Desigualdad patrimonial y riesgo de mercado

Las diferencias entre estas alternativas importan porque cambian quién puede decidir, qué derechos posee cada persona y qué capacidad tiene de salir de una relación que considera desfavorable. Si queremos conservar la libertad, una sociedad futura no debería evaluarse solamente por la cantidad de unidades monetarias que entrega a cada uno de sus integrantes. Debería

evaluarse también por la existencia de alternativas, por la estabilidad de los derechos, por el acceso a la información, por la posibilidad de discrepar y por la distribución del control sobre los recursos escasos.

No me preocupa tanto que un modelo pueda recibir una determinada etiqueta ideológica como que, al intentar resolver la pérdida de ingresos laborales, construyamos una dependencia económica que sea difícil de revertir. Si es posible preservar autonomía económica mediante una propiedad más distribuida, deberíamos examinarlo. Si un sistema de transferencias puede garantizar derechos sin discrecionalidad, deberíamos analizar sus condiciones. No estoy buscando una solución partidaria. Estoy tratando de identificar los requisitos que debería cumplir cualquier solución para que la abundancia material no se obtenga a costa de nuestra capacidad de decidir.

5.5 Francia y la dificultad de modificar dos años

Cuando pienso en la velocidad con que tendrían que cambiar nuestras instituciones, recuerdo lo que ocurrió en Francia con la edad de jubilación. Una reforma aprobada en 2023 dispuso elevar progresivamente la edad legal de retiro de 62 a 64 años. El conflicto social y político fue considerable. La ley de financiación de la seguridad social para 2026 suspendió hasta 2028 parte de los cambios en la edad legal y en la duración de aseguramiento, con aplicación a partir del 1 de septiembre de 2026 [22]. Conviene conservar estas fechas: la reforma original no fue simplemente abandonada en 2023; hubo una aprobación y una suspensión posterior de parte de su implementación.

El conflicto reapareció en otras cuestiones: el 17 de noviembre de 2026, las organizaciones sindicales de la función pública convocaron una jornada de movilización centrada en el poder adquisitivo y las demandas salariales [25]. No se trata de la misma reforma previsional ni prueba que una determinada respuesta

fiscal sea necesaria; muestra la dificultad de conciliar intereses en procesos de cambio.

No quiero utilizar este episodio para decidir si la reforma era justa, necesaria en esos términos o si existían otras maneras de financiar el sistema. Es una discusión en la que intervienen proyecciones demográficas, distribución de los esfuerzos, condiciones laborales, impuestos y preferencias sociales. Lo que me interesa es que modificar una variable perfectamente identificable —la edad legal de jubilación— exigió un proceso conflictivo que se extendió durante años.

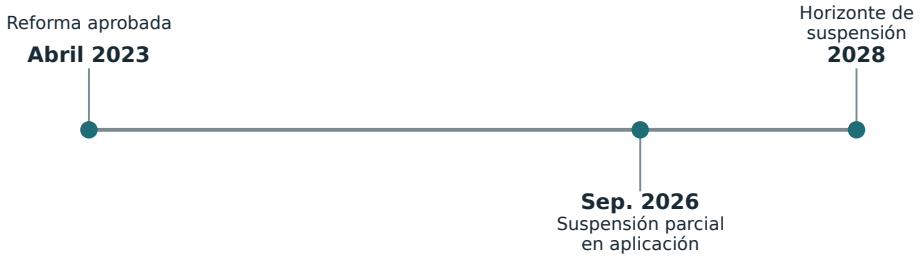

Figura 5.2: Cronología de un cambio institucional específico: reforma previsional francesa de 2023, suspensión de parte de los cambios por la ley de financiación de 2026 y horizonte de suspensión hasta 2028. Fuente: Ministerio francés de Trabajo [22]. Es una ilustración de tiempos institucionales, no una evaluación de la política.

Ahora imaginemos la dimensión del cambio que podría exigir una reducción drástica de la necesidad de trabajo humano. No se trataría de modificar dos años de vida laboral. Podría ser necesario reorganizar la relación entre trabajo e ingresos, el sistema de seguridad social, la propiedad del capital, la educación y el alcance de las responsabilidades humanas. Son decisiones con consecuencias distributivas enormes. Las personas pueden compartir el deseo de vivir mejor y discrepar radicalmente sobre cómo hacerlo, quién debe financiarlo y qué derechos deben preservarse.

La resistencia al cambio no es necesariamente una muestra de ignorancia. Una persona que ha construido un proyecto de vida sobre reglas determinadas tiene motivos para preguntar qué ocurrirá si esas reglas cambian. Una generación que ha aportado durante décadas a un sistema de jubilación puede defender compromisos que considera legítimos. Una empresa puede rechazar una política que reduzca de manera importante su capacidad de financiar inversiones. Un trabajador puede temer que una promesa futura de abundancia se traduzca, en el presente, en la pérdida de su ingreso sin ninguna alternativa concreta.

El desacuerdo es parte de la vida colectiva. La dificultad es que nuestra capacidad de aceptar cambios no tiene por qué acelerarse automáticamente porque se acelere la tecnología. No basta con demostrar que una modificación sería eficiente en un modelo. Para aplicarla hacen falta reglas, mecanismos de financiación, conocimiento de sus consecuencias, acuerdos y confianza en que los compromisos serán respetados.

5.6 Modelo 8. Dos relojes y una transición

Hay una diferencia estructural entre el tiempo de incorporación de una tecnología y el tiempo necesario para adaptar una institución. La primera puede resultar de miles de decisiones independientes: un profesional contrata una herramienta, una empresa automatiza un proceso, un proveedor lanza un servicio más barato. La segunda suele exigir decisiones colectivas. Para cambiar la manera en que se financia un sistema de ingresos o se reconoce la propiedad de una infraestructura, hace falta coordinar actores con intereses diferentes.

Podemos representar el problema como una diferencia de velocidades. Sea $a(t)$ la fracción de una transformación tecnológica potencial que se encuentra desplegada en una actividad y $g(t)$ la fracción de la capacidad institucional necesaria para gestionar sus efectos. No son variables directamente observables sin defi-

nir indicadores específicos. En un ejercicio ilustrativo, ambas se representan con funciones logísticas:

$$a(t) = \frac{1}{1 + e^{-k_a(t-t_a)}}, \qquad g(t) = \frac{1}{1 + e^{-k_g(t-t_g)}}. \tag{21}$$

Si la tecnología se difunde rápidamente y la adaptación institucional comienza más tarde y avanza más lentamente, puede aparecer una brecha $D(t) = \max\{0, a(t) - g(t)\}$. No es una medida de sufrimiento, desocupación ni riesgo de extinción. Es una forma de visualizar un desajuste temporal entre dos procesos normalizados cuyo avance habría que operacionalizar mediante medidas reales.

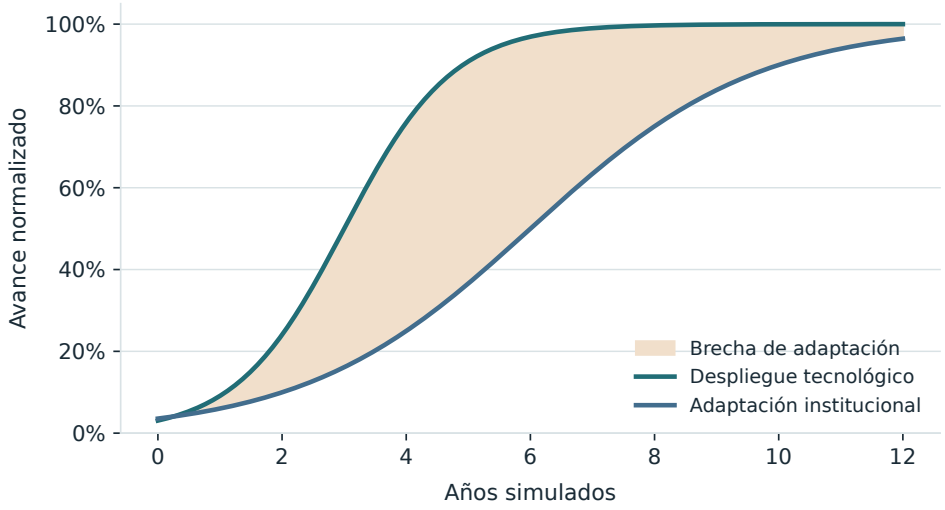

Figura 5.3: Ejemplo de dos ritmos de transformación: despliegue tecnológico y adaptación institucional. La zona sombreada representa una brecha de capacidad en unidades normalizadas. Parámetros ilustrativos, no pronósticos ni estimaciones de fechas reales.

Lo importante es que el estado final puede ser favorable en ambos procesos y, sin embargo, existir un intervalo problemático. Supongamos que al cabo de diez años hemos desarrollado una

sociedad con mecanismos de ingresos compatibles con una producción altamente automatizada. Eso no prueba que los ingresos de los hogares, la financiación de las instituciones o el empleo puedan sostenerse durante los años intermedios. Una solución de estado estacionario no es necesariamente una solución de transición.

En ingeniería, una estructura puede tener una configuración final estable y presentar riesgos durante su construcción. Los apuntalamientos, las etapas de montaje y las condiciones transitorias tienen que estudiarse. No basta con demostrar que el edificio terminado resiste. Hay que demostrar que podemos construirlo. La analogía con nuestra economía me parece especialmente pertinente: imaginar una civilización próspera después del trabajo no demuestra que podamos llegar a ella sin atravesar una crisis difícil de manejar.

Una forma adicional de cuantificar este problema en un hogar es estudiar su reserva de liquidez. Si una familia dispone de un ahorro líquido A y experimenta un déficit mensual d entre sus gastos esenciales y sus ingresos, su plazo simplificado de cobertura es A/d, siempre que ambos sean constantes y no existan otros recursos o deudas. Una familia con ahorro suficiente para cubrir dos meses no puede esperar cinco años a que se materialicen los beneficios de una política futura. La velocidad importa de manera diferente según la capacidad de absorber un período sin ingresos.

En la transición habrá personas y empresas con reservas muy distintas. Una gran organización puede financiar una reestructuración durante un período largo. Un profesional independiente puede perder la capacidad de pagar sus gastos en pocos meses. Una economía con acceso a crédito y activos públicos amplios puede disponer de instrumentos que otra economía no posee. Por tanto, no deberíamos medir solo el estado final esperado,

sino el tiempo de exposición, la capacidad de amortiguación y la distribución de esa capacidad.

5.7 Cuando la experiencia deja de ser una garantía

Otra frase que surgió durante nuestra conversación fue que la experiencia era relevante cuando el pasado se parecía al futuro, pero ya no. No quiero exagerarla hasta afirmar que estudiar historia carece de sentido. El conocimiento histórico sigue siendo fundamental para entender los mecanismos de adaptación y los errores que podemos evitar. Lo que cuestiono es su utilización como garantía de que el futuro repetirá un equilibrio observado bajo condiciones diferentes.

A lo largo de la historia hubo grandes transformaciones de la tecnología, desplazamientos de trabajadores y creación de nuevos oficios. Los trabajos de Autor [3] y Acemoglu y Restrepo [2] permiten comprender algunos mecanismos: las máquinas sustituyen determinadas tareas, complementan otras, reducen costos y pueden estimular nuevas demandas. No hay que ignorar esos mecanismos porque nos encontremos ante una tecnología diferente. Hay que preguntar si conservan la intensidad y las condiciones necesarias para compensar el desplazamiento que se produzca.

La diferencia potencial de la IA no es solamente que automatice tareas cognitivas. Es que puede participar en la identificación de nuevas tareas, en el diseño de herramientas para realizarlas, en la coordinación de los procesos y en la gestión de las organizaciones. Si una tarea aparece como consecuencia de una innovación, no podemos asumir automáticamente que será una tarea en la que los seres humanos tengan una ventaja comparativa duradera. Al mismo tiempo, tampoco podemos asegurar que todas las tareas nuevas se automatizarán con la misma velocidad o con la misma eficacia.

Por eso me parece más útil formular condiciones que comparaciones históricas generales. ¿A qué ritmo desaparecen o se re-

ducen las tareas que demandan trabajo humano? ¿A qué ritmo aparecen otras tareas que lo complementan? ¿Cuánto crece la demanda de los resultados producidos? ¿Con qué rapidez pueden las personas pasar de una actividad a otra? ¿Cuál es el plazo de formación? ¿Qué ingresos obtienen durante la transición? Si las respuestas cambian, el resultado agregado puede cambiar aunque algunos mecanismos económicos sean los mismos que en el pasado.

La experiencia pierde capacidad predictiva cuando se alteran las relaciones de las que dependían sus conclusiones. Eso no significa que podamos reemplazarla por intuiciones sin verificar. Significa que debemos tratar nuestras analogías históricas como hipótesis, no como garantías. Precisamente por eso tenemos que buscar datos tempranos, diseñar indicadores adecuados y establecer condiciones de refutación.

5.8 Estamos todavía en el escenario favorable

Hasta aquí he considerado una IA eficaz, dócil y bienintencionada. He admitido la existencia de restricciones físicas, la posibilidad de que el empleo se transforme en lugar de desaparecer y la posibilidad de que existan mecanismos económicos favorables. No he necesitado suponer que las máquinas desarrollan objetivos propios incompatibles con los nuestros.

Si añadimos usos destructivos, concentración coercitiva de poder, fallas sistémicas de control o decisiones incompatibles con los derechos humanos, aparecen otras categorías de riesgo. No son deducciones de las ecuaciones económicas de los capítulos anteriores. Constituyen problemas adicionales que exigirían su propio análisis. La posibilidad de una catástrofe extrema o incluso de una cuasi extinción humana no puede cuantificarse aquí a partir de la experiencia de una empresa o de una carrera de robots. Sería engañoso asignarle una probabilidad sin un modelo y evidencia adecuados.

No obstante, la diferencia entre los escenarios favorables y perjudiciales es más profunda que la diferencia entre sobrevivir y no sobrevivir. Podemos imaginar una sociedad con una capacidad material extraordinaria y con muy poca libertad efectiva para sus integrantes. Podemos imaginar un deterioro severo de las condiciones económicas sin pérdida de capacidad tecnológica. También podemos imaginar una sociedad que combine abundancia, distribución de derechos y autonomía. La tecnología no determina por sí sola cuál de esas configuraciones resulta.

El problema que queda por resolver es si existen mecanismos capaces de conducirnos a la tercera configuración antes de que aparezcan daños difíciles de revertir. No me conforma saber que una solución es concebible. Quiero saber qué tiene que ocurrir para que resulte realizable.

CAPÍTULO 6

El ingrediente que falta

PARTE III · LA PARADOJA CIVILIZATORIA

6.1 Intentar demostrar que estamos equivocados

Si un ingeniero tiene una hipótesis de falla de una estructura, no debería buscar solamente resultados que la confirmen. Debería modificar supuestos, comprobar si las cargas son realmente las que imaginó, examinar las condiciones de apoyo, estudiar mecanismos alternativos y determinar en qué circunstancias el problema desaparece. En este ensayo tengo la misma obligación.

No hemos demostrado que la inteligencia artificial nos conduzca a una catástrofe. Hemos identificado varios mecanismos que, actuando conjuntamente, podrían generar una crisis de adaptación. Cada uno tiene condiciones de funcionamiento y mecanismos que pueden contrarrestarlo. El objetivo de este último capítulo es examinarlos sin que la necesidad emocional de encontrar una solución se convierta en una razón para darla por existente.

El primer mecanismo es la posible compresión de márgenes unitarios bajo competencia. El segundo es la diferencia entre la expansión de capacidad de producción y la expansión de demanda. El tercero es la relación entre la reducción de trabajo y la distribución de ingresos. El cuarto es la posibilidad de perder capacidad de supervisión cuando delegamos responsabilidades. El quinto es el retraso de la adaptación institucional. Si alguno de estos mecanismos no opera con la intensidad que hemos supuesto, las conclusiones pueden modificarse considerablemente.

Un resultado favorable puede surgir de una combinación de cambios pequeños. No necesariamente hay un único ingrediente mágico. Quizás el error en nuestra torta sea haber supuesto que todos los ingredientes actúan en la misma dirección durante todo el proceso. Los sistemas reales poseen realimentaciones que pueden amplificar una perturbación, compensarla o trasladarla a otro punto. Lo que importa es identificar cómo funcionan, no limitarse a enunciar que un sistema se adaptará.

6.2 Primera objeción: aparecerán mercados que hoy no conocemos

Esta es una de las objeciones más fuertes al argumento de los mercados infinitos. Cuando una actividad se vuelve mucho más barata, no solo aumenta el consumo de lo que ya existía. Pueden aparecer usos que eran inviables. Una persona que no podía contratar diseño profesional puede acceder a una versión útil de ese servicio. Una pequeña empresa puede analizar una cantidad de información que antes estaba reservada a grandes organizaciones. Un sistema de salud puede realizar diagnósticos preventivos a mayor escala. Una industria puede desarrollar productos que requerían demasiado conocimiento especializado para resultar económicamente viables.

No tenemos que esperar que se construyan mil veces más edificios porque el diseño de edificios sea mil veces más barato. Podemos utilizar esa capacidad en ámbitos diferentes. La producción de nuevas capacidades puede crear complementariedades y actividades cuyo valor hoy no reconocemos. De hecho, la historia de muchas tecnologías contiene ejemplos de aplicaciones que no eran evidentes en el momento de su aparición.

Lo que debemos verificar es la magnitud de ese efecto. La existencia de mercados nuevos no implica automáticamente que su demanda compense la reducción del valor unitario de mercados anteriores. Tampoco implica que la generación de esos mercados

requiera cantidades comparables de trabajo humano. Podemos imaginar un nuevo mercado enorme que requiera muy pocas personas. En ese caso se resolvería parcialmente el problema del volumen de negocios, pero no necesariamente el del ingreso laboral.

Un indicador de refutación sería que el crecimiento sostenido de producción y de nuevas actividades superara la reducción del trabajo requerido por unidad, o que las nuevas fuentes de ingreso llegaran a los hogares aunque no se necesitara más trabajo. El modelo (8) establece una condición sencilla para las horas de una actividad comparable. A escala de una economía heterogénea, habría que medir la suma de horas de todas las actividades y los cambios de composición. No corresponde utilizar una elasticidad de un solo servicio como estimación de toda la demanda mundial.

También podemos considerar una posibilidad más radical: si muchas actividades llegan a ofrecerse gratuitamente o casi gratuitamente, quizás debamos aceptar que disminuye la facturación monetaria de ciertos sectores aunque aumente el bienestar. Una enciclopedia accesible sin costo puede representar una mejora extraordinaria incluso si reduce las ventas de enciclopedias. No hay un derecho económico de una industria a conservar para siempre la facturación que tenía. El problema es cómo viven las personas que dependían de esos ingresos y cómo se financian los recursos que todavía cuestan dinero.

6.3 Segunda objeción: los precios bajos nos harán más ricos

El modelo (7) muestra exactamente cuándo se cumple esta afirmación en una cesta comparable: cuando el ingreso cae menos que el precio o crece. Si la IA reduce el costo de los bienes fundamentales y conserva o sustituye los ingresos de las personas, la capacidad adquisitiva real puede mejorar incluso si los ingre-

sos nominales disminuyen. Es un argumento sólido y no tiene sentido negarlo.

Pero para determinar su alcance necesitamos conocer qué precios bajan. Es diferente reducir casi a cero el costo de redactar un texto y reducir casi a cero el costo de vivir en una ciudad en la que el suelo disponible es limitado. Incluso en una economía capaz de generar enormes cantidades de información, pueden persistir recursos rivales: una parcela en una localización determinada, ciertas infraestructuras físicas, una capacidad energética limitada en un lugar específico, bienes naturales y oportunidades que no se pueden multiplicar solamente mediante una mejora de software.

La reducción de precios tampoco se distribuye por igual entre todas las personas. Dos hogares con ingresos idénticos pueden dedicar proporciones distintas a vivienda, alimentos, energía, transporte, salud y servicios digitales. Para uno, una reducción del costo de servicios digitales puede representar un ahorro significativo; para el otro, apenas alterar su presupuesto. Una caída media del nivel de precios puede ocultar cambios muy diferentes en el costo de las cestas efectivamente consumidas.

El mecanismo favorable requeriría observar la evolución del poder adquisitivo real de los distintos grupos, no solo el promedio. Si la mediana y los grupos de menores ingresos pueden acceder a una cesta igual o mejor con estabilidad, la objeción económica principal se debilita. Si la mejora se concentra en quienes poseen capital automatizado y el resto pierde acceso a bienes escasos, el aumento agregado de productividad no refuta la preocupación distributiva.

6.4 Tercera objeción: el trabajo humano encontrará una nueva ventaja

Esta objeción merece ser tomada en serio. Una máquina puede mejorar la capacidad de una persona de manera que el valor de

esa persona aumente. Una IA de diagnóstico puede ayudar a un profesional de salud a realizar mejor su trabajo. Una herramienta de programación puede habilitar a un desarrollador a crear sistemas más complejos. Los experimentos sobre productividad mencionados anteriormente muestran mejoras reales en distintas tareas. En algunos contextos, la IA reduce diferencias de productividad entre trabajadores y amplía la capacidad de las personas con menor experiencia [4, 5].

La sustitución no tiene por qué dominar siempre a la complementariedad. El resultado depende de cómo se organizan los procesos, qué tareas se expanden y qué funciones nuevas requieren conocimientos o relaciones humanas. Las empresas pueden aumentar su producción y contratar más personas si la demanda crece lo suficiente. Una sociedad puede optar además por conservar participación humana en ámbitos donde esa participación se considera valiosa independientemente de su rendimiento técnico.

El problema surge al transformar una ventaja temporal en una garantía permanente. Si hoy los expertos son necesarios para formular una instrucción compleja, no sabemos durante cuánto tiempo lo serán. Si hoy se necesitan personas para comprobar la corrección de un resultado, no sabemos cuántas harán falta cuando los sistemas de verificación también mejoren. La existencia de complementariedad hoy no prueba que toda actividad complementaria mantendrá la misma intensidad laboral durante la próxima década.

Podríamos distinguir entre actividades donde el ser humano tiene una ventaja técnica medible y actividades donde las personas desean específicamente interacción humana. Esta última preferencia puede persistir aunque la IA sea superior en determinados indicadores de rendimiento. Pero su existencia tampoco determina cuántos empleos puede financiar. Hay que estudiar los precios que las personas estarían dispuestas a pagar, sus ingre-

sos y la cantidad de actividades que pueden sostenerse de esa manera.

Un resultado favorable sería observar que la creación de tareas con participación humana y el crecimiento de la demanda compensan sostenidamente los desplazamientos, con ingresos suficientes y condiciones aceptables. Un resultado que fortalecería mi preocupación sería una caída persistente de la demanda de trabajo en sectores muy diferentes, sin expansión suficiente de nuevas actividades remuneradas. Los datos actuales no permiten resolver definitivamente esa cuestión para una IA futura de capacidades aún desconocidas.

6.5 Cuarta objeción: el capital puede distribuir ingresos aunque no exista empleo

Esta es, para mí, una de las objeciones más importantes. Una economía no necesita distribuir todo su ingreso mediante salarios. Si las personas poseen activos productivos, pueden recibir rendimientos aun cuando no trabajen. Una sociedad puede tener gran capacidad de producción y poca necesidad de horas humanas sin que sus integrantes pierdan necesariamente poder adquisitivo.

El problema pasa a ser cómo se constituye esa propiedad. No basta con decir que todo el mundo podría poseer acciones de las empresas de IA. Habría que examinar de dónde salen los recursos para adquirirlas, cómo se distribuyen las participaciones, cuál es el riesgo de concentración posterior, qué derechos dan esos activos y si sus rendimientos son suficientes y estables. Un sistema de propiedad puede ser nominalmente amplio y, sin embargo, dejar el control de las decisiones en pocas manos. Una persona puede poseer un activo pequeño cuyo rendimiento no alcance a sustituir una pérdida significativa de salario.

Un ejemplo sencillo permite establecer el orden de magnitud. Si una población de diez millones de personas debe recibir un dividendo anual de 6.000 unidades monetarias, se necesitan 60.000

millones anuales de distribuciones. Con una rentabilidad distribuible real supuesta del 4 % anual, el valor de activos necesario sería de 1,5 billones de unidades monetarias (1,5 millones de millones). No es una previsión de rendimientos de empresas tecnológicas. Es una división estática que muestra la importancia del patrimonio inicial, de la rentabilidad efectiva y de la política de distribución. El rendimiento puede variar y el capital requerido puede ser mayor o menor.

$$K_{\text{fondo}} = \frac{Nb}{r_d}, \quad r_d > 0. \tag{22}$$

Si se pretende sostener una transferencia permanente con activos, resulta necesario estudiar el rendimiento después de costos, pérdidas, reinversión requerida e inflación, además de la volatilidad. Una tasa promedio no garantiza un flujo constante cada año. Para conservar el valor real del fondo podría ser necesario reinvertir parte de sus rendimientos. Si la prestación tiene un compromiso fijo, hacen falta reservas o mecanismos explícitos de ajuste.

La existencia de capital productivo extremadamente eficiente hace que una arquitectura de distribución de rentas sea concebible. El cálculo no demuestra que sea fácil construirla. Para que esta alternativa refute la dinámica que describí, sus mecanismos de acceso y distribución tendrían que aparecer con una velocidad suficiente respecto de la pérdida de ingresos laborales. Esa es una condición de transición, no solo de diseño económico final.

6.6 Quinta objeción: trabajaremos menos y repartiremos el trabajo restante

Es posible que el aumento de productividad permita reducir la jornada de trabajo sin disminuir la cantidad de personas ocupa-

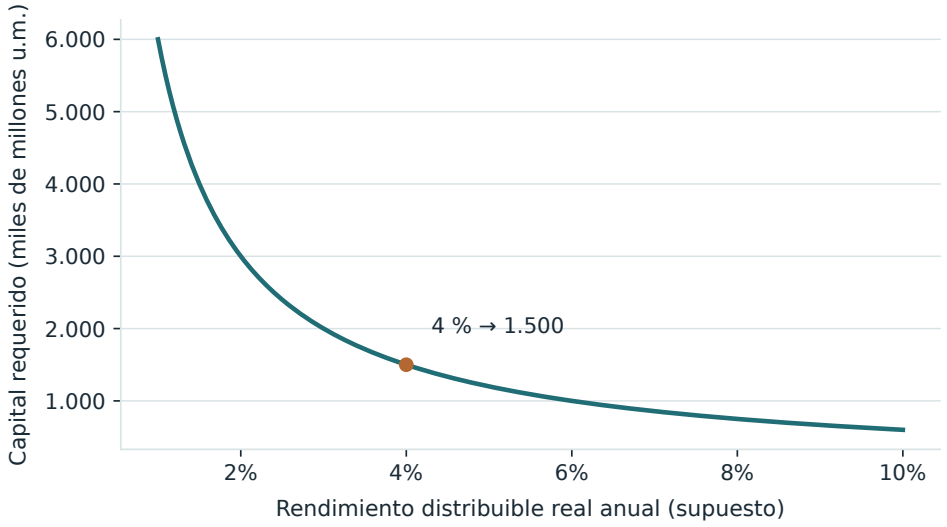

Figura 6.1: Capital necesario para financiar 60.000 millones de unidades monetarias anuales mediante un rendimiento distribuible real supuesto. Modelo (22). No se considera volatilidad, crecimiento ni variaciones del valor de activos.

das. Si cien personas trabajan originalmente cuarenta horas por semana y la misma producción puede realizarse con dos mil horas en lugar de cuatro mil, la actividad podría continuar con cien personas a veinte horas semanales, o con cincuenta personas a cuarenta horas. Desde el punto de vista de la cantidad de trabajo necesario, ambas configuraciones satisfacen la misma demanda de horas.

Sus consecuencias sociales son muy diferentes. Pero hay una condición económica adicional: cómo se remunera el trabajo. Si se conserva el salario semanal de cada persona al reducir la jornada, la masa salarial permanece estable y aumenta la remuneración por hora. Para que esa configuración sea viable dentro de una empresa, los ingresos, costos y beneficios deben permitirlo. Si el precio de los productos disminuye al mismo tiempo, la empresa puede no conservar suficiente margen para sostener los salarios anteriores. La política de reducción de jornada tendría

que considerar la estructura de costos, los cambios de precios y la distribución de las ganancias de productividad.

No todas las horas de trabajo son intercambiables. Las actividades requieren habilidades, lugares y horarios diferentes. Repartir trabajo no es dividir aritméticamente una suma de horas entre todas las personas. Puede exigir reorganizar turnos, formar trabajadores, modificar procesos y reconocer diferencias de especialización. Tampoco resolvería necesariamente la situación límite en la que casi toda la demanda de trabajo humano desaparece. Puede ser, en cambio, un mecanismo relevante para amortiguar la transición y aprovechar ganancias de productividad como tiempo libre.

El indicador importante sería observar si el aumento de productividad se traduce de manera sostenida en una reducción voluntaria del tiempo de trabajo con conservación del poder adquisitivo, en lugar de una disminución involuntaria de las horas o la cantidad de personas ocupadas. El resultado puede variar entre sectores. Si la transición es suficientemente gradual, la reducción de jornada podría proporcionar tiempo para desarrollar otros mecanismos de ingreso y propiedad.

6.7 Sexta objeción: la propia IA puede ayudarnos a diseñar mejores instituciones

Si estoy suponiendo una inteligencia artificial capaz de analizar problemas complejos, sería incoherente negar que pueda ayudar a resolver los problemas económicos e institucionales que estoy describiendo. Puede contribuir a comparar alternativas fiscales, modelar efectos distributivos, identificar cuellos de botella en políticas públicas, detectar fallas de implementación, traducir información y facilitar la participación de personas que no poseen conocimientos técnicos especializados. Quizás pueda mejorar considerablemente nuestra capacidad de coordinar decisiones.

Esto podría reducir la brecha entre los dos relojes del capítulo anterior. Sin embargo, no todos los obstáculos a la adaptación son problemas de cálculo. Dos personas pueden comprender perfectamente las consecuencias de una política y seguir discrepando sobre quién debe asumir sus costos. Pueden compartir el objetivo de evitar una crisis y preferir reglas diferentes de propiedad o distribución. Una IA que encuentra una asignación eficiente de recursos bajo un objetivo dado no necesariamente resuelve la discusión sobre qué objetivo debe perseguirse.

La capacidad de producir una propuesta técnicamente excelente no equivale a la capacidad de obtener legitimidad para aplicarla. Si delegamos a la IA tanto el análisis como la definición de los criterios y la interpretación de la conformidad de la población, volvemos al problema de soberanía cognitiva del capítulo anterior. La tecnología puede ayudarnos a tomar decisiones informadas, pero el hecho de que una decisión sea técnicamente más eficiente no determina por sí solo que sea legítima.

Me interesa imaginar un uso de la IA que haga más accesibles las consecuencias de las alternativas, no uno que convierta las diferencias humanas de valores en errores que deben corregirse. Si las instituciones consiguen utilizar la tecnología para reducir demoras administrativas y mejorar la información compartida, quizás consigan adaptarse mucho más rápido de lo que suponemos. Sería un ingrediente importante. Su existencia requeriría resultados verificables en tiempos de diseño, participación, implementación y capacidad de revisión de las decisiones, no solamente demostraciones de que una herramienta puede redactar un proyecto de ley rápidamente.

6.8 Séptima objeción: la transformación será mucho más lenta y parcial

Quizás mi percepción sobre la velocidad del cambio esté exagerada por el ámbito en el que trabajo. Una empresa que desarrolla

servicios digitales puede adoptar nuevas capacidades más rápido que una industria que debe reemplazar maquinaria, obtener permisos o modificar infraestructura física. Un usuario intensivo de IA tiene contacto con posibilidades que todavía no son habituales en gran parte de la población. Los resultados que observa no necesariamente representan la velocidad media de adopción en la economía mundial.

Los costos de inferencia, energía, capital, mantenimiento, datos y verificación pueden ralentizar la sustitución. Pueden existir dificultades importantes para obtener confiabilidad suficiente fuera de ambientes controlados. Algunas actividades requieren acceso a información privada o a condiciones físicas que no se pueden reproducir fácilmente. Las organizaciones pueden conservar estructuras híbridas durante muchos años por razones de riesgo, responsabilidad, confianza o costo. Todo esto puede cambiar la trayectoria.

La hipótesis de seis meses es una manera de expresar mi propia sensación de aceleración, no un calendario que debamos defender a toda costa. Si los datos muestran que la automatización de responsabilidades y el desplazamiento laboral avanzan de manera más lenta, debería modificar mi percepción. Lo relevante no es tener razón sobre una fecha, sino identificar la relación entre la velocidad de cambio y la capacidad de adaptación.

Una transformación parcial y gradual podría preservar durante mucho tiempo una demanda significativa de trabajo humano y permitir que las instituciones ajusten sus reglas. También podría generar un proceso de concentración lenta, menos visible que un colapso abrupto, donde una parte creciente del ingreso depende de activos que no están distribuidos ampliamente. El ritmo es importante, pero no es la única variable. Una transformación lenta puede ser perjudicial si sus efectos distributivos son acumulativos y no se corrigen; una transformación rápida puede ser

favorable si las ganancias llegan ampliamente a las personas y existen mecanismos de adaptación ya preparados.

6.9 Una arquitectura de escenarios, no una profecía

Después de examinar estas objeciones, me parece que podemos organizar el problema mediante dos ejes: por un lado, la intensidad y velocidad con que las tecnologías reducen la demanda de trabajo humano; por otro, la capacidad y velocidad con que se crean nuevas fuentes de ingreso, participación y control efectivo. No son los únicos ejes relevantes. La concentración de la propiedad, la confiabilidad técnica, la seguridad y la disponibilidad de recursos físicos modifican cada escenario. Pero la matriz permite distinguir configuraciones que a menudo se confunden en la discusión pública.

Tabla 12. Matriz cualitativa de escenarios. No asigna probabilidades, plazos ni desenlaces inevitables. La seguridad técnica y la concentración de poder son dimensiones adicionales.

	Adaptación distributiva e institucional lenta	Adaptación distributiva e institucional suficiente
Sustitución laboral parcial o gradual	Polarización, desplazamientos sectoriales, adaptación desigual.	Complementariedad, expansión de actividad y posibilidad de reducir jornadas.
Sustitución amplia y rápida	Riesgo de contracción de ingresos laborales, demanda insuficiente y dependencia.	Abundancia con acceso al producto desvinculado del empleo; requiere preservar autonomía.

El escenario que me preocupa no es simplemente el de mayor capacidad tecnológica. Es el que combina una capacidad de sustitución muy alta con una adaptación distributiva insuficiente. La



Figura 6.2: Mapa conceptual de escenarios: intensidad de sustitución laboral y capacidad de adaptación. Las regiones son descripciones cualitativas, sin fronteras empíricas ni probabilidades asignadas.

misma tecnología podría participar en una transición favorable si existen mecanismos capaces de conservar el poder adquisitivo, distribuir la propiedad, sostener el acceso a recursos escasos y permitir a las personas ejercer control efectivo.

También podría ocurrir que las ganancias de productividad se concentren inicialmente en capital, mientras las instituciones adaptan sus reglas. El problema entonces sería evaluar la duración y el costo de ese intervalo. El estado final no basta. Una transición con daños irreversibles no puede justificarse únicamente por las ventajas del equilibrio final imaginado.

6.10 La hipótesis como sistema de realimentaciones

En la primera parte describí el nombre IA Ponzi como una analogía de una expansión difícil de sostener. Podemos ahora expresar de manera más completa el sistema que me preocupa.

La incorporación de IA reduce el costo humano requerido por unidad de producción en las actividades donde funciona correctamente. La empresa puede aumentar sus beneficios o bajar el precio. La ventaja de adopción incentiva a otros competidores a incorporarla. Cuando la competencia se intensifica, el margen puede reducirse o trasladarse a quienes poseen recursos escasos. Si el margen unitario cae, la empresa busca ampliar el volumen y reducir todavía más el costo. Si la reducción de trabajo se generaliza y los ingresos no se sustituyen suficientemente, disminuye la capacidad de compra de parte de la población. La expansión del mercado que necesitaban las empresas se hace más difícil. Algunas pueden responder automatizando todavía más para reducir sus costos.

Hay varios vínculos condicionales en esa secuencia. Una reducción de costos puede ampliar la demanda. Una mejora de productividad puede aumentar el ingreso total. Una redistribución de rentas puede sostener el consumo. La concentración de rentas puede proteger el beneficio de ciertos proveedores. El capital

físico puede limitar la velocidad del proceso. Ningún vínculo debe darse por inevitable. La hipótesis es que, bajo determinadas condiciones, una combinación de realimentaciones positivas y retardos puede volver dominante el circuito perjudicial.

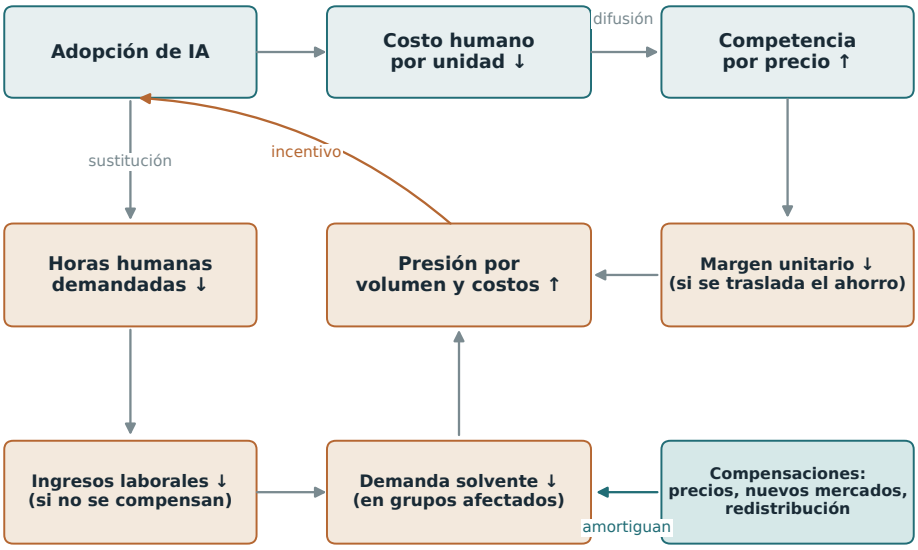

Figura 6.3: Diagrama causal de la hipótesis IA Ponzi. Los signos indican direcciones condicionadas, no coeficientes estimados. Las vías compensatorias de precios reales, nuevos mercados y distribución pueden interrumpir el circuito. Elaboración propia.

La idea de realimentación es importante porque el sistema no está necesariamente destinado a permanecer en una trayectoria dada. Si aparecen nuevas fuentes de demanda, cambia el incentivo a reducir costos exclusivamente mediante sustitución de trabajo. Si una parte suficiente de las ganancias de productividad se distribuye, cambia la capacidad de compra. Si la tecnología facilita la verificación independiente, puede mejorar el control humano efectivo aunque reduzca la intervención operativa. Las

variables que sostienen o interrumpen esos circuitos son precisamente las que tenemos que observar.

6.11 ¿Qué evidencia me haría cambiar de opinión?

No sería suficiente que una empresa anunciara que aumentó su plantilla después de adoptar IA. Tampoco sería suficiente que otra anunciara un programa de reducción de personal. En ambos casos se trataría de acontecimientos particulares con múltiples causas. Para evaluar el riesgo sistémico necesitamos observar simultáneamente variables de diferentes escalas y hacerlo durante períodos suficientemente largos.

Propongo cinco grupos de observación. En primer lugar, la economía de las empresas: precios de productos comparables, costos por unidad, margen de contribución, volumen, concentración y beneficio total. En segundo lugar, el mercado laboral: horas humanas, nuevas contrataciones, salidas, remuneraciones, subocupación, ingresos de trabajadores independientes y desarrollo de nuevas tareas. En tercer lugar, la distribución: participación laboral en el ingreso, ingresos de capital por grupos, poder adquisitivo de las cestas de hogares y acceso a bienes escasos. En cuarto lugar, la tecnología: confiabilidad de procesos completos, costo total de automatización, capacidad de verificación y velocidad de despliegue. Finalmente, las instituciones: tiempo necesario para implementar cambios, cobertura de mecanismos de protección, financiación y capacidad real de impugnar decisiones automatizadas.

Un aumento sostenido del poder adquisitivo mediano, acompañado de mayor estabilidad material y autonomía, pese a una reducción considerable de las horas de trabajo, refutaría una versión importante de la hipótesis económica. Una creación sostenida de nuevas tareas humanas bien remuneradas que compense el desplazamiento debilitaría la hipótesis de pérdida generalizada de ingresos laborales. Una amplia distribución de rentas pro-

ductivas capaz de financiar el consumo sin depender del empleo mostraría que la restricción distributiva puede resolverse. Y una arquitectura de control verificable que preserve la capacidad humana de decidir sobre fines y derechos pese a la superioridad técnica de la IA respondería a una parte de la metáfora de la vaca.

En cambio, una reducción persistente y generalizada de horas demandadas, contrataciones e ingresos de grupos expuestos, combinada con mercados incapaces de expandirse y una concentración creciente de la propiedad, fortalecería la preocupación. Para atribuir causalidad habría que contrastar las tendencias con ciclos económicos, cambios demográficos, regulaciones y otras innovaciones. No debemos interpretar cada dato desfavorable como confirmación de una teoría.

El cuadro de indicadores y el protocolo de investigación incluidos en el anexo no pretenden ofrecer una respuesta definitiva. Proponen una manera de transformar una intuición en un programa de observación. Quiero que el lector pueda distinguir qué parte de lo que digo es una experiencia, qué parte es una deducción y qué parte es una posibilidad todavía no comprobada.

6.12 Lo que todavía no encuentro

Después de revisar los mecanismos, mi hipótesis ya no puede formularse como una ley según la cual la inteligencia artificial destruye necesariamente el sistema económico. Existen condiciones claras en las que la mejora de productividad podría favorecer el bienestar de muchas personas, permitir más producción, reducir las jornadas y ampliar las posibilidades de elección. Existen también formas concebibles de distribuir ingresos sin depender enteramente del trabajo.

Lo que todavía no encuentro es una garantía de que esos mecanismos surjan con la velocidad, la cobertura y la fuerza suficientes. El hecho de que haya una solución teórica a un problema no

demuestra que los actores de un sistema tengan los incentivos, la información y la capacidad de coordinación necesarios para alcanzarla a tiempo. Una empresa tiene razones inmediatas para automatizar un proceso. Una sociedad tiene que construir colectivamente las reglas que administrarán las consecuencias de esa automatización. La primera decisión puede producirse hoy. La segunda puede exigir años.

Ese es el punto de partida y también el punto de llegada provisional de la obra. Si las tecnologías avanzan más lentamente, si aparecen mercados nuevos suficientes, si se distribuye la propiedad, si los ingresos reales mejoran ampliamente o si la IA facilita una adaptación institucional más rápida, el diagnóstico cambiará. Quiero estar atento a esas posibilidades. Pero no me parece legítimo suponer que necesariamente ocurrirán solo porque las necesitamos para que el resultado sea favorable.

Epílogo. ¿Y si todo sale bien?

Mañana voy a volver a trabajar con inteligencia artificial. Voy a pedirle a un agente que revise un proceso, que mejore una parte de la empresa o que coordine actividades que antes tendría que haber realizado yo. Y probablemente me vuelva a alegrar por los resultados. No considero contradictorio utilizar una tecnología que me parece extraordinaria y, al mismo tiempo, preguntarme qué consecuencias tendrá su incorporación generalizada.

Si dejara de utilizarla, mi empresa no contribuiría necesariamente a resolver los problemas que he planteado. Seguramente perdería oportunidades frente a otras empresas que sí la incorporan. El problema no se resuelve mediante una renuncia individual. Si los mecanismos de competencia y productividad pueden producir resultados colectivos indeseables, las condiciones de solución tendrán que operar también en esa escala.

Lo que me interesa especialmente es no perder de vista la razón de ser del sistema. Cuando analizo una empresa, puedo considerar al director como un recurso de producción y determinar si aporta o no valor operativo. Si no aporta valor, puede ser razonable modificar su función. Cuando analizo una sociedad, no puedo trasladar automáticamente ese criterio a sus integrantes. Las personas no son componentes que deban justificar su existencia por la cantidad de producción que generan. Son, entre otras cosas, aquello para lo cual debería existir la organización económica.

Es posible que lleguemos a una situación en la que el trabajo humano deje de constituir una restricción importante para producir bienes y servicios. Sería una conquista extraordinaria. Pero liberarnos de la necesidad de trabajar no es lo mismo que perder

nuestra capacidad de decidir. Una sociedad puede prescindir de nuestra intervención en la producción sin prescindir de nosotros como titulares de derechos, fines y decisiones.

No sé si estamos preparando una torta que finalmente va a levar. Puede ser que alguno de los mecanismos favorables examinados sea mucho más poderoso de lo que alcanzo a comprender hoy. Puede ser que haya una combinación de mecanismos que todavía no hemos imaginado. Mi intención al escribir este ensayo no es anunciar que el futuro será necesariamente terrible. Es insistir en que el escenario favorable no se obtiene automáticamente por el éxito de la tecnología.

En los sistemas que conozco, cuando cambia una variable con suficiente intensidad, hay que revisar las relaciones que la conectan con el resto del sistema. No podemos optimizar cada empresa independientemente y esperar que, sin examinar las condiciones de conjunto, la economía resultante se adapte. No podemos delegar sucesivamente las responsabilidades de nuestras organizaciones y considerar que conservar la autoridad formal equivale siempre a conservar el control efectivo. Tampoco podemos imaginar una forma de sociedad completamente diferente y dar por resuelto el camino que nos conduce a ella.

La vaca que escucha la conversación a un metro de distancia no sabe si va a vivir como una reina o si sus horas están contadas. Yo espero que nuestra capacidad de formular preguntas, identificar condiciones y construir instituciones nos permita no ocupar ese lugar. Pero para ello tenemos que tomar en serio la posibilidad de que el control operativo y la autoridad humana se separen, y de que la velocidad de esa separación sea mayor que la de nuestra adaptación.

El nombre IA Ponzi resume la tensión que atraviesa estas páginas. No hay necesariamente estafador, engaño ni malas intenciones. Hay personas que procuran hacer mejor las cosas, empresas que intentan ser más productivas y una tecnología que puede

cumplir sus promesas. Hay también instituciones organizadas alrededor de una forma de distribuir ingresos y ejercer control que podría dejar de ser compatible con el modo en que producimos.

Yo seguiré celebrando las cosas extraordinarias que puedo hacer con inteligencia artificial. Pero cada vez que celebre una nueva mejora, intentaré recordar que un sistema no es solamente la suma de sus componentes y que el éxito de cada uno de nosotros no garantiza el éxito del conjunto.

Quisiera terminar con una pregunta que me acompañó durante todo el razonamiento: ¿estamos construyendo una tecnología al servicio de la humanidad o estamos optimizando un sistema hasta el punto de que la humanidad deje de ser necesaria para su funcionamiento?

Tal vez el ingrediente que falta sea una función objetivo diferente. No la que mide cuánto trabajo humano hemos conseguido eliminar, sino la que mide qué posibilidades de vida, libertad y decisión hemos conseguido crear para los seres humanos gracias a haberlo eliminado.

Anexo A. Desarrollo y verificación de los modelos

El propósito de este anexo es facilitar la reproducción de los cálculos principales, no presentar un modelo integrado y calibrado de la economía mundial. Los modelos son deliberadamente parciales. Las variables que tienen significados distintos en cada uno se definen en el capítulo correspondiente. Las unidades monetarias de ejemplos no corresponden a monedas específicas, salvo los datos empresariales y el experimento de renta básica expresados en sus unidades originales.

A.1. Modelo de margen, costos fijos y capacidad de mercado

Partimos del resultado simplificado $B = QM - F$ y de la exigencia $B_1 = B_0$. Despejar Q_1 produce (1). Si el numerador es positivo y $M_1 = 0$, ningún volumen positivo permite obtener la contribución necesaria. Si el margen es negativo, vender más empeora el resultado. Si el numerador es cero o negativo, hay que reconsiderar la meta y las restricciones de la operación; la expresión algebraica puede arrojar un volumen no positivo que carece de significado como objetivo comercial.

Es útil normalizar las variables respecto de la contribución original. Sean $r_M = M_1/M_0$, $x = Q_1/Q_0$ y $d_F = (F_1 - F_0)/(Q_0 M_0)$. Entonces

$$x = \frac{1 + d_F}{r_M}.$$

Tabla A.1. Multiplicador del volumen requerido. Las variaciones de costos fijos están normalizadas respecto de la contribución inicial, no del costo fijo inicial. Solo se consideran márgenes positivos.

Margen relativo	Fijos: −25 % de contribución inicial	Fijos sin cambio	Fijos: +25 % de contribución inicial
50 %	1,5	2	2,5
20 %	3,75	5	6,25
10 %	7,5	10	12,5
1 %	75	100	125

El aumento de gastos fijos puede representar, por ejemplo, una inversión amortizada, contratos de plataformas o infraestructura. La reducción puede representar una estructura organizacional más pequeña. No es necesario que todos los costos de IA se clasifiquen como variables: una licencia anual puede formar parte de F, mientras un costo de procesamiento por transacción puede formar parte de C_v. Los costos escalonados al aumentar volumen requieren una función $F(Q)$ y la solución correspondiente por intervalos. El modelo lineal no contempla esas discontinuidades.

Si el precio se reduce en razón $r_P = P_1/P_0$, mientras el margen se reduce en razón r_M, el supuesto de elasticidad constante (4) da, antes de saturación,

$$\frac{Q_1 M_1}{Q_0 M_0} = r_M r_P^{-\varepsilon}.$$

La condición para conservar el resultado, con $0 < r_P < 1$ y costos fijos constantes, puede despejarse como

$$\varepsilon \geq \frac{\ln r_M}{\ln r_P}.$$

Por ejemplo, si el precio baja a la mitad pero el margen unitario cae al 10 %, la elasticidad requerida es aproximadamente 3,32. Si precio y margen caen en la misma proporción, el umbral vuelve a uno. Con costos fijos distintos, debe reemplazarse el objetivo de contribución por $1+d_F$; con un mercado máximo debe imponerse adicionalmente la restricción (6). Estos cálculos no garantizan que el volumen demandado pueda producirse con la capacidad instalada ni que la empresa conserve su participación de mercado.

A.2. Trabajo, ingresos y composición de precios

La ecuación (8) usa unidades comparables de producción por hora humana. Una comparación de proyectos diferentes requiere ajustar cantidad, calidad y alcance. Si la producción se diversifica, habrá que sumar las horas de actividades individuales, $H = \sum_j Q_j/a_j$, evitando atribuir al aumento de productividad cambios que se deban a una composición diferente del producto.

Para separar horas y personas puede expresarse $H = E\bar{h}$, donde E es la cantidad de personas ocupadas y $\bar{h}$ las horas promedio por persona en el período. Por tanto, $E_1/E_0 = (H_1/H_0)/(\bar{h}_1/\bar{h}_0)$. La masa salarial depende además de la remuneración por hora y su distribución. No es suficiente utilizar un número de empleados al cierre como medida de esas horas ni dividir facturación nominal por personas sin ajustar por período, moneda y composición.

Si w_j es la participación de cada componente j en el gasto inicial de una cesta fija, un índice de costo de esa cesta es $p_B = \sum_j w_j(P_{j,1}/P_{j,0})$, con $\sum_j w_j = 1$. Este índice no incorpora sustitución de productos, cambios de calidad ni bienes nuevos; sirve para transparentar el ejemplo del capítulo 2. Con ingreso relativo $i = I_1/I_0$, la capacidad adquisitiva relativa es i/p_B. Las estadísticas de precios reales requieren procedimientos más amplios y comparaciones por tipo de hogar.

En el modelo distributivo, $C/Y = c_R + (c_W - c_R)s$. Si ambas propensiones son iguales, la participación laboral no afecta a la razón de consumo. Si $c_W > c_R$, disminuciones de s reducen esa razón; si $c_W < c_R$, sucede lo contrario. El modelo no estima esas propensiones empíricamente y no contiene un equilibrio de precios, tasas de interés o inversión. Una transferencia neta Z de receptores de R hacia receptores de W elevaría el consumo del período en $(c_W - c_R)Z$ bajo los mismos supuestos y si no se modificara el ingreso total. Los efectos de largo plazo, los incentivos y los impuestos requieren modelos adicionales.

A.3. Productividad de calidad y riesgo

La ecuación (11) surge de una distribución geométrica de intentos independientes con probabilidad constante de éxito. Si una salida fallida no se detecta, no corresponde usar el número esperado de intentos como costo completo. Es necesario estimar una tasa de falsos positivos de los controles y las consecuencias de defectos escapados. Las probabilidades de falla deben referirse a un criterio de aceptación definido. Un error de forma, una diferencia de criterio y un error que puede producir daño no son observaciones equivalentes.

Para m tipos de defecto con costos incrementales bien definidos, se puede generalizar el término de pérdidas esperadas a $\sum_{j=1}^{m} p_j L_j$. Debe evitarse contar dos veces una misma consecuencia. Si hay dependencias y pérdidas no lineales, hacen falta escenarios conjuntos. Una probabilidad individual de falla pequeña no garantiza seguridad a escala: si un fallo común afecta simultáneamente a miles de resultados, la pérdida total puede estar muy concentrada. La probabilidad de que ocurra al menos una falla entre n intentos independientes con probabilidad p es $1 - (1 - p)^n$, pero ese resultado deja de ser aplicable si las fallas están correlacionadas.

La decisión de aceptar un proceso con un costo esperado menor debe quedar sometida a condiciones de calidad, seguridad y responsabilidad. No es correcto traducir todos los daños a un valor monetario y aceptar cualquier riesgo en función de la media. Para usos de consecuencias severas deberían definirse límites de falla residual, validaciones independientes y mecanismos de recuperación, además de estimaciones de costos.

A.4. Confiabilidad, despliegue y revisión

En (14), la multiplicación de probabilidades presupone que todos los pasos son necesarios y que son independientes. Una expresión más general utiliza probabilidades condicionales:

$$P(\text{todos}) = P(A_1) \prod_{i=2}^{n} P(A_i \mid A_1, \dots, A_{i-1}).$$

El modelo de stock físico (15) puede resolverse con incorporaciones constantes J y una tasa de retiro $0 < \delta < 1$:

$$K_t = (1-\delta)^t K_0 + J \frac{1-(1-\delta)^t}{\delta}.$$

En ese escenario limitado, el stock se aproxima a J/δ. Si cambia la capacidad industrial, J_t debe tratarse como variable. Un sistema de instalación que dispone de piezas o recursos limitados necesita modelar también esos recursos. El ejercicio no estima cuántos robots serán necesarios para una actividad ni qué proporción de trabajo sustituirán.

El modelo de revisión (16) puede generalizarse a m revisores con capacidad idéntica y disponibilidad completa: $\rho = f\lambda/(m\mu_h)$. Si solo están disponibles una fracción d del tiempo, la capacidad media se reduce, aunque la distribución de interrupciones también influye sobre las colas. Para una cola M/M/1, (17) solo es vá-

lida cuando $\rho < 1$ y bajo los supuestos declarados en el texto. Las tasas de generación y revisión deben expresarse en la misma unidad temporal. No debe extrapolarse el tiempo de espera a valores de utilización iguales o superiores a uno.

Para una organización real deberían medirse también la importancia de las revisiones, el costo de demora, los resultados después de revisión, las decisiones que pueden revertirse y los incidentes que escapan a controles. El objetivo de reducir la cola es diferente del objetivo de controlar correctamente la organización. Un diseño de escalamiento por riesgo necesita requisitos de seguridad independientes.

A.5. Escenarios de financiación y transición

Los cálculos de transferencia y fondo en (19), (20) y (22) son identidades estáticas bajo supuestos declarados. No incluyen un modelo de recaudación efectivo, comportamiento del contribuyente, balance del sector público, inflación ni tasas de retorno endógenas. Si se deducen prestaciones reemplazables o recuperaciones fiscales, debe documentarse el monto bruto y el monto neto por separado. Un programa que se financie durante un período mediante deuda requiere además estudiar su sostenibilidad intertemporal.

El modelo logístico (21) utiliza parámetros normalizados, no porcentajes medidos de desplazamiento laboral ni de reformas. La figura de brecha emplea $k_a = 1,15$, $t_a = 3$, $k_g = 0,55$ y $t_g = 6$, en años simulados. Modificarlos permite evaluar una adaptación más temprana o rápida. En casos reales habría que definir unidades observables de despliegue y adaptación. El área entre las curvas no mide pérdidas económicas o sociales sin un modelo que la relacione con esos resultados.

Anexo B. Protocolo de observación y contraste

B.1. Registro de las hipótesis

Para evitar que IA Ponzi se convierta en una etiqueta aplicada indiscriminadamente a cualquier cambio económico, propongo registrar las hipótesis por separado. Cada una debe vincularse a variables observables, diseños de contraste y posibles explicaciones alternativas.

Tabla B.1. Registro inicial de hipótesis, elaborado a partir del ensayo. No se asignan probabilidades ni umbrales empíricos sin datos.

Hipótesis	Señal compatible	Evidencia que debilita la hipótesis
H1. Compresión de margen unitario bajo difusión competitiva	Precios y contribución unitaria reales caen en servicios comparables	Se conservan márgenes por diferenciación, valor superior u otras condiciones
H2. Absorción insuficiente de capacidad	Volumen crece menos que el requerido y aparece capacidad ociosa	Expansión sostenida de mercados o reducción de fijos suficiente
H3. Reducción de demanda de trabajo	Horas, vacantes y contrataciones disminuyen en actividades comparables	Nuevas actividades compensan el desplazamiento con ingresos suficientes

Hipótesis	Señal compatible	Evidencia que debilita la hipótesis
H4. Erosión de poder adquisitivo	Ingreso real disponible y acceso a bienes escasos empeoran para grupos amplios	Precios, salarios y otros ingresos conservan o mejoran capacidad de compra
H5. Sustitución prematura	Clientes evitan encargos y luego aparecen fallas o retrabajos	Calidad equivalente verificada a costo total menor
H6. Intervención humana como restricción	Aprobaciones rutinarias acumulan cola sin mejora medible	La intervención mejora calidad, derechos o seguridad suficientemente
H7. Brecha institucional	Los efectos distributivos avanzan antes de la protección o adaptación	Cobertura, financiación y control se adaptan oportunamente
H8. Pérdida de control efectivo	Decisiones opacas, dependencia y ausencia de vías de impugnación	Verificación independiente y mecanismos efectivos de elección y revisión

B.2. Indicadores de empresa y mercado profesional

La observación de una empresa debería realizarse por períodos regulares y con una definición estable del servicio. Comparar un informe de dos páginas con un proyecto integral no permite evaluar productividad. Un protocolo mínimo documentaría las unidades aceptadas por el cliente, las horas humanas efectivas, los costos de agentes y licencias, las horas de verificación, la incidencia de retrabajos, la demora y la calidad aceptada. Es importante registrar la fecha de adopción y distinguir el cambio tecnológico de otras reorganizaciones realizadas simultáneamente.

Tabla B.2. Indicadores propuestos. La finalidad es medir resultados completos y demanda observada, no solamente actividad generada por IA.

Indicador	Definición operativa	Precaución
Producción válida por hora	Entregas aceptadas / horas humanas	Comparar alcance y calidad
Costo total por unidad válida	Costos directos, control y retrabajo / entregas válidas	No omitir verificación ni costos de IA
Margen unitario real	Precio real menos costo variable comparable	Distinguir costos fijos y variables
Volumen y capacidad ociosa	Entregas vendidas; capacidad utilizable no vendida	No contar producción sin comprador como ventas
Solicitudes y encargos	Solicitudes recibidas, presupuestos y conversiones	Ajustar por campañas y estacionalidad
Contrataciones y salidas	Flujos por período, nivel y actividad	Ajustar perímetro y tercerizaciones
Tiempo de revisión	Horas y demora por clase de decisión	Medir también valor y riesgo evitado
Ingreso horario del independiente	Ingreso real neto / horas dedicadas	Incluir trabajo no facturado

Un estudio de caso de mi propia empresa podría ser particularmente útil si se construye con registros comparables. Sería necesario conservar ejemplos previos a la adopción, establecer criterios de aceptación independientes de la herramienta, seleccionar actividades repetibles y controlar cambios de alcance. Para evaluar encargos evitados, además de registros internos, se requerirían encuestas o entrevistas de clientes que permitan dis-

tinguir sustitución tecnológica de menor presupuesto, cambios de proveedores u otras causas.

B.3. Medición macroeconómica y causalidad

Un programa de observación más amplio debería incluir indicadores de empleo, horas, ingresos, vacantes, salarios, precios, inversión y participación del trabajo en el ingreso. La clasificación por exposición tecnológica puede ser útil, pero exposición no es utilización efectiva. La adopción puede estimarse mediante encuestas, datos de licencias, registros de utilización o información verificable de procesos. Los cambios deben contrastarse por sector, nivel de experiencia, tamaño de empresa y tipo de ocupación.

Para estimar una diferencia atribuible a una adopción tecnológica, un diseño de diferencias en diferencias podría comparar la variación de un indicador Z en un grupo expuesto frente a un grupo de comparación:

$$\widehat{\Delta} = (Z_{E,1} - Z_{E,0}) - (Z_{C,1} - Z_{C,0}).$$

La expresión por sí sola no identifica causalidad. Requiere, entre otras condiciones, una justificación de tendencias contrafactuales comparables, ausencia de cambios diferenciales relevantes y una consideración de efectos indirectos o anticipatorios. Las fechas de adopción pueden ser endógenas: una empresa que enfrenta dificultades económicas podría incorporar IA precisamente porque espera reducir personal. En ese caso, una relación entre adopción y reducción de personal puede reflejar la situación previa. Debe evaluarse la trayectoria anterior y utilizar diseños de investigación adecuados.

El seguimiento de estos indicadores no debería reducirse a buscar una cifra agregada de empleos sustituidos por IA. Nos interesan la trayectoria del sistema, los flujos que todavía no se ma-

terializaron, los efectos distributivos y las diferencias entre ámbitos. Una investigación que encuentre resultados distintos de nuestra hipótesis constituye un aporte, no una falla del proyecto.

B.4. Correspondencia con la trilogía audiovisual

La trilogía audiovisual selecciona los ejemplos y modelos más esclarecedores de la obra sin reproducir todo su desarrollo matemático.

Video I. IA PONZI: un juego del que no podemos salir. Partes económicas de los capítulos 1 y 2. Relato de la satisfacción empresarial; caso del margen de contribución, gráfico de elasticidad y mercado máximo; doble función del trabajador; casos YPF y Globant con las debidas aclaraciones; desocupación invisible y falsa productividad. El cierre introduce la pregunta sobre la necesidad futura del ser humano en la producción.

Video II. SOMOS LA VACA: el día que empecemos a molestar. Capítulos 3 y 4. Robots como interfaz, ejemplo del médico, delegación de tareas y responsabilidades, agente principal y otros veinte agentes, restricción de revisión, metáfora de la vaca y diferencia entre capacidad operativa y control efectivo. La referencia a seis meses se presenta como experiencia y percepción, no como plazo universal comprobado.

Video III. ¿Y SI TODO SALE BIEN?: una torta que no leva. Capítulos 5 y 6. Supuesto favorable, sociedad sin trabajo, financiación de ingresos, libertad y propiedad, resistencia al cambio y caso de Francia, brecha de adaptación y revisión crítica de las objeciones. La conclusión vuelve a la metáfora inicial y deja abierta la búsqueda de mecanismos que puedan refutar la hipótesis.

Las figuras que se reutilicen en los videos deben conservar unidades, escalas, fuentes y distinción entre datos observados y ejercicios hipotéticos.

Referencias

Las referencias corresponden a fuentes consultadas para esta edición. Las URL y los identificadores DOI permiten localizar las publicaciones originales. Las figuras del ensayo son elaboraciones propias; los datos observados están atribuidos en sus epígrafes. Las fuentes de empresas corresponden a información reportada por las propias compañías; sus declaraciones estratégicas no sustituyen una evaluación causal independiente.

[1] U.S. Securities and Exchange Commission, Investor.gov. *Ponzi Scheme*. Definición del mecanismo financiero. Fuente.

[2] Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3–30. DOI: 10.1257/jep.33.2.3.

[3] Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3–30. DOI: 10.1257/jep.29.3.3.

[4] Brynjolfsson, E., Li, D. y Raymond, L. (2025). Generative AI at Work. *The Quarterly Journal of Economics*, 140(2), 889–942. DOI: 10.1093/qje/qjae044.

[5] Noy, S. y Zhang, W. (2023). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. *Science*, 381(6654), 187–192. DOI: 10.1126/science.adh2586.

[6] Cazzaniga, M. y otros (2024). *Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work*. IMF Staff Discussion Note 2024/001. DOI del estudio.

[7] YPF S.A. (2026). *Form 20-F. Annual Report 2025*. SEC. Ejercicios 2023–2025: ingresos consolidados y empleados por unidad de negocio; secciones de información financiera y empleados. Documento presentado a la SEC.

[8] YPF S.A. (28/10/2026). *3Q26. Analysis of Consolidated Results*. Estados trimestrales comparativos, ingresos consolidados. Documento presentado a la SEC.

[9] Globant S.A. (13/11/2025). *Globant Reports 2025 Third Quarter Financial Results*. Relaciones con inversores.

[10] Globant S.A. (19/11/2026). *Globant Reports 2026 Third Quarter Financial Results*. Indicadores financieros y cuadro suplementario de dotación III 2025–III 2026. Relaciones con inversores.

[11] Dell'Acqua, F., McFowland III, E., Mollick, E., Lifshitz-Assaf, H., Kellogg, K. C., Rajendran, S., Krayer, L., Candelon, F. y Lakhani, K. R. (2023). *Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of AI on Knowledge Worker Productivity and Quality*. Harvard Business School Working Paper 24-013. SSRN 4573321. Documento de trabajo.

[12] Becker, J., Rush, N., Barnes, E. y Rein, D. (2025). *Measuring the Impact of Early-2025 AI on Experienced Open-Source Developer Productivity*. arXiv:2507.09089. Estudio controlado de un contexto de programación y generación de herramientas específicos.

[13] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) (17/09/2026). *Mercado de trabajo. Tasas e indicadores socioeconómicos (EPH). Segundo trimestre de 2026*. Informes técnicos, 10(227), cuadro 1.1, p. 5. Informe.

[14] Brynjolfsson, E., Chandar, B. y Chen, R. (revisión 12/08/2026). *Canaries in the Coal Mine? Six Facts about the Recent Employment Effects of Artificial Intelligence*. Stanford Digital Economy Lab. Documento de trabajo, datos hasta junio de 2026. Publicación y versión consultada.

[15] Gobierno de Pekín (25/08/2026). *2nd World Humanoid Robot Games Underway in Beijing: Robots Break Multiple Records*. Registro 2025 y preliminar 2026 de los 100 m. Comunicado.

[16] Reuters (26/08/2026). *Robot Olympics ends with humanoid's 8.64-second 100m, nearly a second faster than Bolt*. Marca final de 100 m. Artículo.

[17] International Federation of Robotics (24/09/2026). *Five Million Robots now Operate in Factories Globally. World Robotics 2026*. Stock operativo e instalaciones industriales de 2025. Comunicado.

[18] Kwa, T., West, B., Becker, J. y otros (19/03/2025). *Measuring AI Ability to Complete Long Software Tasks*. METR. Artículo y explicación de la métrica.

[19] Organización Internacional del Trabajo (20/05/2025). *Generative AI and Jobs: A Refined Global Index of Occupational Exposure*. ILO Working Paper 140. Publicación.

[20] OECD (2017). *Basic income as a policy option: Can it add up?* OECD Publishing, Paris. DOI: 10.1787/77d7fe00-en.

[21] Kela y Ministerio de Asuntos Sociales y Salud de Finlandia (06/05/2020). *Results of the basic income experiment: small employment effects, better perceived economic security and mental wellbeing*. Informe de resultados y documentación. Comunicado oficial.

[22] Ministère du Travail et des Solidarités, Francia. *La réforme des retraites de 2023*. Información sobre la reforma y la suspensión parcial prevista en la ley de financiación de la seguridad social de 2026. Fuente oficial.

[23] Goldratt, E. M. (1990). *What Is This Thing Called Theory of Constraints and How Should It Be Implemented?* North River Press. Bibliografía de TOCICO.

[24] Adan, I. y Resing, J. *Queueing Theory*, capítulo 4, cola M/M/1. Material docente.

[25] CFDT Fonctions publiques (noviembre de 2026). *Pouvoir d'achat des agents publics : mobilisation le 17 novembre*. Convocatoria sindical.

Base testimonial: reflexiones y experiencias de Fabián Calcagno, 24/11/2026. Relatos de la torta, el juego, la robótica, el médico, el agente principal, el empresario como restricción y la vaca. Material no publicado por separado, utilizado como base del ensayo.