

Robots humanoides: Detrás de escena de las series chinas

Corren los cien metros más rápido que Usain Bolt, pero siguen sin saber doblar una camiseta. Y, en su mayoría, las contratan universidades y centros de investigación, no empresas.

ANDREA

FERRARIO

27 DE AGOSTO



Desde hace meses, nos vemos inundados de imágenes de proezas robóticas chinas, como las de la gala de Nochevieja, donde los robots realizaron acrobacias de precisión milimétrica junto a bailarines humanos, o las recientes imágenes de las "Olimpiadas" robóticas, durante las cuales uno de ellos batió el récord humano de Usain Bolt en los 100 metros. Sin embargo, existen otras imágenes que no nos llegan con tanta frecuencia y que debemos buscar en las profundidades de las redes sociales. Por ejemplo, las de dos robots corriendo en una pista de atletismo que no logran tomar una curva y chocan contra una valla, o las de un robot que durante dos minutos y medio intenta sin éxito doblar una camisa hasta que un técnico real pierde la paciencia e interviene, doblándola en su sitio.

La contradicción se explica fácilmente: el sector de la robótica humanoide, tanto chino como de otros países, ha experimentado un progreso enorme en los últimos años, sobre todo en cuanto a articulación y movilidad, pero aún enfrenta limitaciones igualmente enormes en su capacidad de acción autónoma y, en general, en inteligencia. Tanto es así que simplemente levantar una jarra para servir agua en un vaso se ha convertido prácticamente en una misión imposible para el robot humanoide. Por otro lado, las carreras y los ballets ultrarrápidos solo funcionan porque el robot está meticulosamente preprogramado o incluso controlado a distancia. Esto lo confirma Wendy Chang, analista sénior del centro de estudios alemán MERICS, quien explicó en el podcast Pekingology del CSIS que gran parte de lo que vemos está preprogramado o controlado a distancia por un técnico in situ. Muchas de estas actuaciones son esencialmente mecánicas, lo cual es un logro notable en sí mismo, pero es otra historia. China ha invertido y seguirá invirtiendo cantidades significativas de capital en el sector, que, al igual que las destinadas a la IA, representan auténticas apuestas por un futuro aún incierto. El riesgo, por lo tanto, es el de que estalle una burbuja a escala épica,

tanto en China como en Estados Unidos y otros lugares. En este artículo, simplemente exploraré lo que sucede tras bambalinas en el espectáculo humanoide que presenciamos casi a diario.

Cabe destacar de inmediato que la serie se basa en una realidad industrial muy real. En los últimos cinco años, China ha instalado más robots industriales en sus fábricas que ningún otro país, y para 2024, los fabricantes nacionales habían superado a los extranjeros, convirtiéndose en los principales proveedores del mercado interno. Por lo tanto, la robótica china ya está consolidada, aunque no sea la que se muestra en la serie.

Unitree es la empresa líder de robots humanoides en China. Con sede en Hangzhou, centro neurálgico de la industria tecnológica del país, se dio a conocer al público chino en la gala de Nochevieja de la televisión estatal, el programa más visto del país, donde una fila de sus humanoides interpretó una danza folclórica del norte de Europa junto a bailarines reales. Desde entonces, se ha consolidado en el imaginario nacional como la compañía de los robots bailarines, aunque su capacidad para realizar tareas complejas en fábricas o almacenes aún no está demostrada. En las últimas semanas, Unitree se convirtió en el primer fabricante de robots humanoides en cotizar en China continental, recaudando aproximadamente 900 millones de dólares en el mercado tecnológico de la Bolsa de Shanghái, con una demanda de inversores minoristas miles de veces superior a las acciones disponibles. En su primer día de cotización, el valor de la empresa se multiplicó por más de cinco, para luego perder casi la mitad en pocas sesiones. Jennifer Hughes, columnista financiera del Financial Times, calculó que, inmediatamente después de su lanzamiento, Unitree valía más de diez veces las ventas de Tesla. Advirtió contra el entusiasmo desmedido, señalando que los humanoides aún son demasiado caros para ser rentables en un entorno industrial y que solo pueden operar de forma autónoma durante un par de horas entre cargas. Si bien la cautela está justificada, Unitree es un gigante respetable, habiendo sido el mayor proveedor mundial de humanoides en términos de unidades enviadas en 2025. Sin embargo, el panorama cambia significativamente si consideramos qué hacen estos humanoides una vez que salen de la fábrica.

Unitree, i numeri della quotazione

L'azienda dei robot che danzano arriva in borsa a Shanghai

900 mln \$

Raccolti sul listino tecnologico della borsa di Shanghai

x 5

Il valore dell'azienda nel primo giorno di scambi

- 50%

Quasi metà del valore bruciata nel giro di poche sedute

10 volte Tesla

Il rapporto tra valore di borsa e vendite subito dopo il debutto

Prima produttrice di umanoidi quotata in Cina continentale.

Nel 2025 maggiore fornitore mondiale per unità spedite.

La domanda dei piccoli investitori ha superato di migliaia di volte i titoli disponibili. Gli umanoidi restano però troppo costosi per risultare redditizi in fabbrica e lavorano un paio d'ore per ricarica.

© Andrea Ferrario

El mercado que aún no existe

La salida a bolsa de Unitree coincidió con la inauguración de la Conferencia Mundial de Robótica en Pekín, la principal feria anual de robótica china, y según Marina Zhang, profesora de la Universidad Tecnológica de Sídney, esta decisión tiene un claro significado político. Pekín también utiliza el mercado de valores como instrumento de política industrial, canalizando capital hacia sectores que considera estratégicos y transmitiendo el mensaje de que ha llegado el momento de que la robótica humanoide pase de los laboratorios a la producción en masa. El impacto de este mecanismo se confirma con un análisis de las fluctuaciones de la acción. Shen Meng, director del banco de inversión Chanson & Co., explicó al periódico singapurense Lianhe Zaobao que los factores que impulsaron el precio al alza son los mismos que posteriormente provocaron su desplome. ChangXin Memory Technologies, fabricante de chips de memoria, se convirtió en la acción más cara de la bolsa tras su salida a bolsa en julio pasado, lo que atrajo a una oleada de pequeños inversores a las nuevas emisiones. Unitree siguió el mismo camino, y el mercado la percibió de forma similar: como otra acción objetivo de la política industrial de Pekín. Cuando la especulación disparó su precio el primer día, muchos inversores retiraron sus ganancias de inmediato: algunos para liberar liquidez antes de las inminentes salidas a bolsa de Yangtze Memory Technologies y Enflame Technology, otros porque habían empezado a darse cuenta de que la valoración se había alejado de los fundamentos de una empresa cuyos humanoides aún no habían salido de la fase de proyecto piloto. Unitree tampoco es un caso aislado. Al menos una docena de

empresas de robótica ya han comenzado el proceso de cotización en Hong Kong o en el mercado continental.

El modelo que todos tienen en mente es el del coche eléctrico, otro sector que durante años ha dilapidado fondos públicos y privados, provocado numerosas quiebras y generado una saturación de empresas antes de que surgieran líderes como BYD. En el caso de los robots humanoides, la fiebre parece aún mayor. Xinhua informó de que, en los primeros seis meses del año, se fundaron en China más de 100.000 empresas relacionadas de alguna manera con el sector, y los fabricantes chinos representan ahora la gran mayoría de las unidades que se envían a nivel mundial: alrededor del 90%, según algunas estimaciones chinas y occidentales.

Chang señala que basta con buscar proveedores de un único componente, como motores o cajas de engranajes de precisión, para encontrar decenas de empresas que fabrican la misma pieza, con cada gobierno local ocupado en crear su propio líder regional con la esperanza de convertirse en el centro nacional de robótica. Es la dinámica clásica de involución que el país ya ha experimentado en otros lugares, con ineficiencias inherentes desde las primeras etapas.

Quienquiera que salga victorioso probablemente heredará lo mejor de la industria china, pero el capital que consumirán las empresas destinadas al fracaso será enorme. Esta contienda también tiene una dimensión geopolítica. Estados Unidos acaba de prohibir la importación de nuevos modelos chinos de robots humanoides y cuadrúpedos por motivos de seguridad nacional, cerrando así uno de los mercados con mayor potencial para los futuros productos de Unitree. Por lo tanto, Pekín tiene un gran interés en generar rápidamente una demanda interna capaz de sustentar a sus fabricantes.

Y aquí es donde empiezan los problemas, porque si nos fijamos en los compradores reales de robots Unitree, en lugar de en los vídeos promocionales, la imagen parece mucho menos futurista. El folleto informativo de la empresa para su salida a bolsa indica que, en los tres primeros trimestres de 2025, el 73,6 % de los ingresos generados por los robots humanoides procedían de pedidos de universidades e institutos de investigación. Solo alrededor del 9 % procedía de sectores con demanda real, como la fabricación industrial, y de ese 9 %, más de la mitad se destinó a demostraciones. A nivel mundial, la situación es la misma. Gavin Kenneally, director ejecutivo del fabricante estadounidense Ghost Robotics, afirmó que menos de una décima parte de los humanoides vendidos se utilizan en actividades comerciales reales.

Un caso particularmente instructivo es el de State Grid, el gigante estatal que gestiona la red eléctrica de China. La empresa debe inspeccionar y mantener miles de kilómetros de infraestructura en condiciones a menudo peligrosas y, por lo tanto, tiene razones muy concretas para reemplazar a los humanos con máquinas. En los últimos meses, anunció lo

que se presentó como el mayor pedido de robots jamás visto en la industria: casi 7.000 millones de yuanes, algo menos de mil millones de dólares, por aproximadamente 8.500 unidades. Sin embargo, un análisis más detallado revela que 8.000 de ellas son perros robot y brazos mecánicos, máquinas que llevan años en el mercado, capaces de realizar una sola tarea con eficacia y sin pretender ser capaces de nada más; el polo opuesto del humanoide multitarea. Solo existen 500 humanoides. En otras palabras, cuando un cliente industrial invierte dinero real, no necesariamente compra la máquina más espectacular; compra una que ya sabe cómo realizar el trabajo para el que la necesita. Por ahora, solo están comprando el humanoide para probarlo.



Esta es una distinción importante porque una parte significativa del mercado chino actual de humanoides todavía se concentra dentro del mismo ecosistema que los produce. Chang señala que el 90% de las unidades enviadas a nivel mundial terminan principalmente en China, adquiridas por empresas y agencias gubernamentales chinas con fines de demostración o educativos, mientras que las innovaciones de vanguardia siguen proviniendo en gran medida de empresas estadounidenses, en máquinas mucho más caras por unidad. Los gobiernos locales chinos financian centros de capacitación y laboratorios, las universidades compran robots con fondos de investigación, las máquinas generan datos que luego se utilizan para mejorar los modelos, y el progreso logrado ayuda a los fabricantes a obtener nuevo capital. Sin embargo, sería un error descartar apresuradamente todo esto

como una farsa. Incluso las estaciones de carga para autos eléctricos se construyeron cuando todavía había relativamente pocos autos en las carreteras, y sin esa infraestructura, el auge posterior habría sido mucho más difícil. La comparación, sin embargo, tiene una limitación obvia. Una estación de carga es un objeto tecnológicamente simple. La industria ya sabía cómo construirlas y producirlas en masa, y solo quedaba decidir cuántas se necesitaban y dónde ubicarlas. Un humanoide capaz de ser útil en una fábrica es una máquina que nadie en el mundo ha producido todavía. Por lo tanto, los laboratorios y centros de capacitación financiados por los gobiernos locales están asumiendo los costos de una investigación cuyos resultados aún se desconocen.

El problema es enseñarle al mundo a los robots.

El problema radica en que un robot capaz de correr o realizar una coreografía se encuentra en una situación infinitamente más sencilla que uno encargado de recoger una mesa. En el primer caso, el movimiento puede prepararse con antelación y repetirse en condiciones controladas. En el segundo, debe reconocer objetos que nunca se colocan exactamente en el mismo lugar, comprender cómo agarrarlos, aplicar la fuerza justa, reaccionar si algo se resbala y modificar su comportamiento en una fracción de segundo. Es en esos últimos centímetros, en el lapso entre alcanzar una taza y lograr agarrarla sin romperla ni derramarla, donde la inteligencia integrada en los robots sigue mostrando sus limitaciones.

Llegamos al que quizás sea el aspecto más problemático de todos: los datos. En tan solo unos años, los grandes modelos de lenguaje han podido procesar una enorme cantidad de textos, imágenes y vídeos producidos por miles de millones de personas y acumulados gratuitamente en internet durante décadas. Sin embargo, para enseñar a un robot a manipular el mundo físico, no basta con mostrarle YouTube. Es necesario registrar simultáneamente la posición de la mano en el espacio, la fuerza que ejerce, lo que capta la cámara, lo que perciben los sensores táctiles y cómo cambia toda esta información durante el movimiento. Recopilar estos datos es difícil y costoso. Algunas de las empresas más prestigiosas de Silicon Valley, así como otras en China, han instalado enormes espacios donde operadores humanos pasan sus días controlando a distancia robots que recogen objetos o abren puertas, generando así el material con el que entrenar a los modelos.

Las dificultades se ven agravadas por el hecho de que, para los humanoides, no existe un equivalente al texto, es decir, un formato prácticamente universal que pueda ser utilizado por cualquier máquina. Huang Yuanhao, fundador de la empresa china Orbbec, que produce sensores tridimensionales, señala que los datos recopilados por un robot pueden resultar prácticamente inútiles para otro si se modifican las cámaras, los sensores, las articulaciones o

las manos. Es como si cada modelo lingüístico necesitara aprender un idioma diferente. De ahí la lucha por crear estándares compartidos y, sobre todo, los llamados "modelos del mundo", que se han convertido en una de las palabras clave de la robótica en 2026. La idea es entrenar la inteligencia artificial no solo con texto, sino también con videojuegos y acciones grabadas, para que aprenda a representar el espacio y, sobre todo, algo que es obvio para nosotros pero no para una máquina: si realizo una acción, ¿cuáles son sus consecuencias?

Es precisamente en este ámbito donde surge una dependencia poco comentada en China. Chang señala que la industria china de humanoides sigue dependiendo en gran medida de Nvidia, y no solo para los procesadores. Los modelos de visión, lenguaje y acción, que traducen lo que el robot ve y lo que se le dice en movimientos, también provienen en gran parte de Nvidia y otras empresas occidentales. Lo mismo ocurre con los entornos de simulación en los que se entrenan las máquinas y con los modelos del mundo en torno al cual se desarrolla el juego. Las empresas chinas, naturalmente, están desarrollando los suyos propios, pero por ahora se limitan a seguir el camino trazado por otros. El detalle más interesante es que los procesadores utilizados en robótica no son los de gama ultra alta afectados por los controles de exportación estadounidenses. Son componentes de gama media, para los que actualmente no se debaten restricciones, y Nvidia está trabajando para hacerse indispensable en este sector, como ya lo es en la IA generativa. Mientras Washington cierra las puertas a los humanoides chinos, estos últimos siguen dependiendo en gran medida de la tecnología estadounidense.

Perché i robot non imparano come i chatbot

Il collo di bottiglia dei dati nella robotica incorporata

Modelli linguistici

Testi, immagini e video già disponibili gratuitamente su internet da decenni

Prodotti da miliardi di persone senza costi di raccolta

Un formato universale, la lingua, condiviso da tutte le macchine

Robot umanoidi

Posizione della mano, forza esercitata, immagini, sensori tattili, tutto insieme

Operatori umani teleguidano i robot per giornate intere in capannoni dedicati

Senza un formato comune, cambiando telecamere o mani i dati diventano inutili

La dipendenza di cui in Cina si parla poco

Processori di fascia media, modelli vision-language-action, ambienti di simulazione e modelli del mondo arrivano in larga parte da Nvidia e da altre aziende occidentali.

I componenti impiegati nella robotica non rientrano nei controlli americani sulle esportazioni. Washington chiude le porte agli umanoidi cinesi mentre gli stessi umanoidi pensano con tecnologia statunitense.

Una cantidad vertiginosa de capital se está invirtiendo en este proyecto. La startup neoyorquina General Intuition está entrenando su modelo con millones de horas de juego de videojuegos y está recaudando fondos que podrían valorarla en más de 6 mil millones de dólares. Uno de sus inversores compara la fase actual con la de GPT-2, cuando la inteligencia aún era rudimentaria, pero potencialmente cercana a un salto cuántico. Más interesante desde un punto de vista práctico es el trabajo de Generalist AI, fundada por exingenieros de Google DeepMind y Boston Dynamics, cuyo modelo GEN-1.5 a veces puede aprender una nueva tarea manual observando una sola demostración humana y mejora rápidamente con solo unos minutos de entrenamiento adicional. Algunos ya hablan de un "momento GPT-3" en robótica, pero se justifica la cautela. Yu Xiang, investigador de la Universidad de Texas en Dallas, observa que el lenguaje humano ha proporcionado a los modelos textuales una base común que simplemente no existe en el mundo físico. Un humanoide de cinco dedos, un brazo industrial y una pinza mecánica pueden observar la misma acción, pero deben realizarla con cuerpos completamente diferentes. El verdadero avance se producirá cuando lo que una máquina aprende pueda transferirse fácilmente a otra, y ese momento aún parece lejano.

Entre una demostración y una fábrica

Incluso si logramos construir un cerebro suficientemente inteligente, aún necesitamos construir millones de cuerpos humanos con un funcionamiento idéntico. Ejecutivos de la industria china entrevistados por la publicación tecnológica china 36Kr enfatizan un punto que los videos de demostración tienden a ignorar. Un robot que realiza una tarea correctamente el 99% de las veces es impresionante en el laboratorio, pero casi inutilizable en una línea de producción, porque significa un error cada cien operaciones. En una fábrica, se necesita acercarse al 99,99%, y hacerlo durante horas, días y meses sin que cada unidad se comporte de manera ligeramente diferente a la siguiente. Además, existe una falta de estándares industriales compartidos, y las cadenas de suministro aún no han alcanzado la estabilidad necesaria para producir grandes lotes perfectamente idénticos. Nada de esto significa una falta de capacidad industrial. Chang observa que la verdadera fortaleza de China reside en su papel como integrador, es decir, su capacidad para ensamblar un humanoide completo a un costo mucho menor que sus competidores occidentales, gracias a una cadena de suministro industrial casi completa y su liderazgo mundial en baterías, la misma tecnología que hizo posible la industria del automóvil eléctrico. Donde China se queda atrás, si es que hay algo, es en el segmento de alta gama de la robótica industrial tradicional, el de los brazos robóticos de gran tamaño y ultraprecisión, todavía dominado por cuatro gigantes europeos y japoneses. Es precisamente en este ámbito donde Pekín impulsa la

fabricación nacional de componentes de precisión. A todo esto se suma el criterio económico, que en última instancia resulta decisivo. Una empresa que invierte en automatización generalmente espera recuperar su inversión en dos o tres años. Si el robot es caro y solo puede funcionar durante unas pocas horas antes de necesitar recargarse, el operario sigue siendo más rentable, especialmente cuando la máquina requiere asistencia técnica constante.

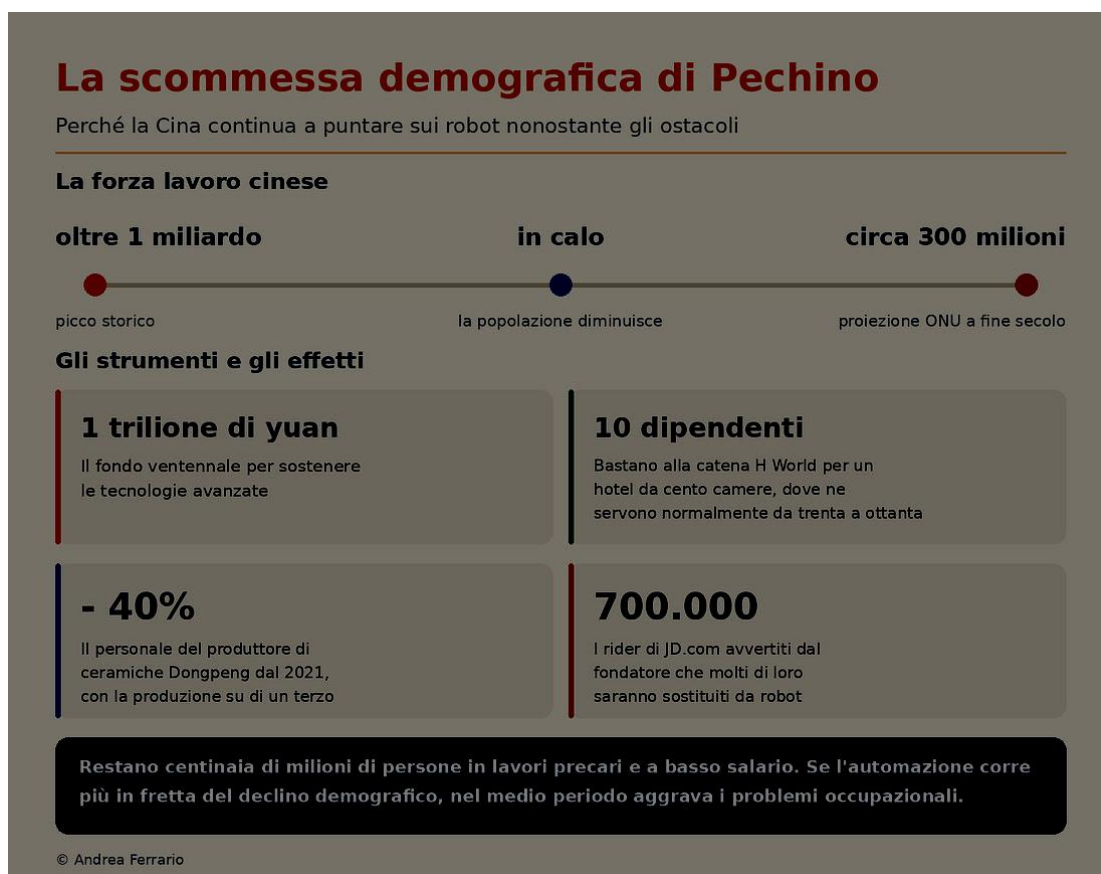
Por estas razones, la trayectoria casi unánimemente señalada por los profesionales del sector es muy diferente de la imagen fantasiosa de un mayordomo robótico deambulando por una casa. Los primeros usos de los humanoides deberían ser para tareas peligrosas y extenuantes, para las que ya resulta difícil encontrar trabajadores dispuestos. Le seguirían las tareas industriales que requieren mayor precisión. Las tareas domésticas serían las últimas, por las razones ya mencionadas. Es mucho más sencillo que una máquina trabaje en un almacén, donde la altura de las estanterías y su recorrido pueden estandarizarse. Los Juegos Mundiales de Robots Humanoides en Pekín, el evento deportivo que se inauguró pocos días después de la conferencia, demostraron eficazmente esta brecha, y se batió el récord humano de 100 metros, un logro espectacular. Sin embargo, las tareas más interesantes fueron las mucho menos espectaculares, como conectar un cable o localizar un objeto. Estos ejercicios requieren control de la fuerza y la capacidad de reaccionar ante lo inesperado, y nos permiten medir cuánto camino nos queda por recorrer antes de llegar a un robot completamente funcional.

El grado de autonomía también merece atención. En los Juegos Olímpicos de Pekín, más del 40 % de las pruebas requirieron que las máquinas operaran sin control remoto, un verdadero avance. Sin embargo, no se puede ignorar que, al mismo tiempo, junto a los humanoides, está surgiendo una nueva categoría de trabajadores que los asisten, los entrenan, intervienen cuando se atascan y recopilan datos sobre sus errores. En los proyectos piloto, el principal obstáculo suele ser la necesidad de encontrar técnicos capaces de operarlos. La misma tecnología que se promociona en las presentaciones como sustituto del trabajo humano sigue requiriendo una cantidad considerable de mano de obra humana, aunque no se la vea. Ya hemos visto casos similares en la historia de la automatización. En el caso de los humanoides, el contraste es aún más llamativo, porque todo el atractivo del producto reside en la promesa de una máquina generalista capaz de hacerlo todo, o casi todo, por sí sola.

La apuesta detrás de la carrera por los robots

A pesar de todos estos obstáculos, Pekín sigue apostando por la robótica, principalmente por la demografía. La población de China ha comenzado a disminuir, y la fuerza laboral, que en

su apogeo superó los mil millones de personas, podría reducirse a unos 300 millones a finales de siglo, según proyecciones de las Naciones Unidas. Para una economía construida durante décadas sobre la base de una gran cantidad de trabajadores, este es un cambio trascendental. Por lo tanto, el gobierno ve la automatización como un medio para mantener la producción cuando la mano de obra es mucho menor y ha establecido un fondo de un billón de yuanes a veinte años para apoyar tecnologías avanzadas, impulsando simultáneamente a los gobiernos locales y a las empresas estatales a introducir robots en fábricas y servicios. En algunos sectores, el proceso ya está muy avanzado sin necesidad de humanoides. La cadena hotelera H World, por ejemplo, puede gestionar hoteles de 100 habitaciones con unos diez empleados gracias a terminales automatizadas y robots de reparto, mientras que instalaciones similares suelen requerir entre treinta y ochenta. El fabricante de cerámica Dongpeng ha reducido su plantilla en un 40 % desde 2021, al tiempo que ha aumentado la producción en casi un tercio durante el mismo período.



Pero existe otra contradicción latente. China invierte en robots por temor a la escasez de mano de obra, pero aún cuenta con cientos de millones de personas empleadas en trabajos precarios y mal remunerados. Si la automatización acelerara el declive demográfico, podría agravar los problemas de empleo en lugar de solucionarlos a medio plazo. Richard Liu, fundador del gigante del comercio electrónico JD.com, ya ha comunicado a sus aproximadamente 700.000 repartidores que llegará el día en que muchos de ellos serán

reemplazados por robots. Ese día no está tan cerca como sugieren las demostraciones promocionales, pero la dirección política es clara. Además, existe un coste menos visible, que Chang resume en términos más generales. Una política industrial de esta magnitud absorbe recursos que se desvían de la posible construcción de una red de seguridad social para apoyar el consumo interno, y también tiende a generar un exceso de capacidad que luego se traslada a los mercados extranjeros, como ya ha ocurrido en otros sectores. En la práctica, la apuesta tecnológica no es gratuita, ni siquiera para quienes tienen éxito. Minxin Pei, profesora del Claremont McKenna College, cree que el partido está dispuesto a aceptar cierto grado de tensiones sociales, que quizás ingenuamente cree que siempre podrá controlar, para no perder terreno en la competencia tecnológica con Estados Unidos.

Nos encontramos en medio de un experimento masivo financiado simultáneamente por el Estado, la bolsa, las universidades y las empresas. Aún está por verse qué tecnologías sobrevivirán y qué compañías encontrarán clientes dispuestos a pagar en ausencia de subsidios o por razones distintas a la mera investigación. Hua Rong, gerente de marketing del fabricante Zeroth, resumió bien el problema al observar que la verdadera carrera comienza después de que el robot se ha vendido. Es entonces cuando descubrimos si realmente resuelve un problema y, lo que es más importante, si el cliente regresa para comprar otro. La próxima vez que veamos un humanoide realizando acrobacias o corriendo más rápido que Usain Bolt, valdrá la pena considerar quién pagó por esa máquina y si, tras hacer los cálculos, encargó una segunda.