

# Tecnología inteligente

A medida que las aplicaciones digitales invaden diversos aspectos de la vida cotidiana, el impacto en la economía nos ayudará a tener una vida mejor y más inteligente



## Hal Varian

**S**ON muy pocas las transacciones económicas que escapan a las computadoras en el mundo desarrollado, y la informática está penetrando también el mundo en desarrollo, impulsada por la rápida difusión de los teléfonos móviles. Pronto, todo el planeta estará conectado, y la mayoría de las operaciones económicas estarán informatizadas.

Los sistemas de datos diseñados originalmente para la contabilidad, el control de existencias y la facturación ahora tienen otros usos importantes que pueden mejorar el día a día y, al mismo tiempo, estimular la economía mundial.

### Rutas de transmisión

La informatización puede influir en la actividad económica a través de cinco canales importantes.

**Recopilación y análisis de datos:** Las computadoras pueden registrar muchos aspectos de una transacción que pueden ser recopilados y analizados para mejorar las transacciones futuras. Los automóviles, los teléfonos móviles y otros dispositivos complejos recopilan datos de ingeniería que pueden servir para identificar fallas y perfeccionar los productos. El resultado es productos mejores y costos más bajos.

**Personalización:** La informatización permite personalizar servicios que antes eran generalizados. Hoy, la expectativa es que los comercios virtuales que frecuentamos sepan qué otras compras hemos hecho, qué tipo de pago preferimos, adónde enviar los artículos y otros detalles. Esto permite optimizar las transacciones según las necesidades individuales.

**Experimentación y mejora constante:** Los sistemas en línea pueden experimentar con diferentes algoritmos en tiempo real, mejorando continuamente el rendimiento. Google, por ejemplo, realiza más de 10.000 experimentos al año con los numerosos servicios que brinda, como la clasificación y la presentación de los resultados de búsqueda. La infraestructura creada para esos experimentos también está a disposición de las empresas de publicidad clientes de Google, que pueden utilizarla para mejorar sus propios servicios.

**Innovación contractual:** Los contratos son críticos para las transacciones económicas, pero sin computadoras muchas veces sería difícil o costoso vigilar su cumplimiento. Esa verificación puede aliviar problemas relacionados con la información asimétrica, como el riesgo moral y la selección adversa, que pueden interferir con la eficiencia de las transacciones. Ya no hay riesgo de comprar un auto que termine resultando ser una chatarra si los sistemas de vigilancia vehicular pueden registrar el historial de uso y mantenimiento a un costo mínimo.

**Coordinación y comunicación:** Hoy, hasta las empresas más pequeñas con un personal mínimo tienen acceso a servicios de comunicación de los que hace 20 años disponían solo las multinacionales más grandes. Estas micromultinacionales pueden operar a escala mundial porque el costo de la informática y la comunicación se ha reducido drásticamente. Los dispositivos móviles permiten una coordinación internacional de la actividad económica que era sumamente difícil de realizar hace apenas una década. Por ejemplo, los autores pueden colaborar en

documentos simultáneamente aunque se encuentren a miles de kilómetros de distancia. Actualmente, las videoconferencias son básicamente gratuitas, y la traducción automatizada de documentos está mejorando drásticamente. A medida que la tecnología móvil se generalice, las organizaciones serán más flexibles y receptivas, y eso les permitirá mejorar la productividad.

Examinemos estos cinco canales más a fondo y veamos cómo las computadoras están cambiando nuestras vidas y nuestra economía.

### Recopilación y análisis de datos

Se habla mucho de los “megadatos” (véase “El gran poder de los megadatos” en esta edición de *F&D*), pero los “microdatos” pueden ser tan o más importantes. Hace 20 años, solo las empresas grandes podían comprar sistemas complejos de gestión de existencias. Pero hoy hasta las tiendas más pequeñas pueden seguir el rastro de las ventas y las existencias usando cajeros inteligentes, que básicamente no son más que computadoras personales con un cajón para el efectivo. Los pequeños comerciantes pueden llevar sus propios libros —y ver cómo rinde el negocio— con *software* personal o servicios en línea. De hecho, la recopilación de datos se ha vuelto prácticamente automática. Lo difícil es determinar cómo traducir esos datos brutos en información que pueda servir para mejorar el rendimiento.



**Lo difícil es determinar cómo traducir esos datos brutos en información que pueda servir para mejorar el rendimiento.**

Las grandes empresas tienen acceso a un volumen de datos sin precedente, pero muchas industrias no los usan porque no tienen experiencia en la gestión y el análisis de datos. La música y los vídeos se comercializan en línea desde hace más de una década, pero la industria del esparcimiento ha tardado en reconocer el valor de los datos recopilados por servidores que controlan su distribución (véase “Música por amor al arte” en esta edición de *F&D*). Empujada por la competencia de las empresas de la tecnología, está comenzando a tomar conciencia de la posibilidad de usar esos datos para mejorar sus productos.

La industria automotriz también está evolucionando con rapidez mediante la incorporación de sensores y potencia informática. Los automóviles sin conductor no están tardando en hacerse realidad. De hecho, ya estarían en marcha hoy si no fuera por lo erráticos que son los peatones y los conductores humanos. Una solución sería que circularan por carriles exclusivos. Los automóviles sin conductor pueden coordinarse y comunicarse entre sí de una manera que para los humanos

sería, lamentablemente, imposible. Los vehículos autónomos no se cansan, no se emborrachan y no se distraen; por eso pueden salvar millones de vidas en los años venideros.

### Personalización

Hace 20 años, para las computadoras era todo un reto reconocer imágenes con seres humanos. Actualmente, los sistemas de almacenamiento gratis pueden encontrar imágenes con animales, montañas, castillos, flores y cientos de otras cosas en cuestión de segundos. Los avances de la tecnología de reconocimiento facial e indexación automatizada permiten encontrar y organizar fotografías con facilidad y rapidez.

Análogamente, los sistemas de reconocimiento de voz han avanzado mucho en los últimos años. La comunicación vocal con dispositivos electrónicos es posible hoy, y mañana será lo más común. La traducción verbal en tiempo real es una realidad en el laboratorio y será cosa de todos los días en el futuro próximo. La eliminación de la barrera del lenguaje estimulará el comercio y, naturalmente, el turismo.

### Mejora constante

Los datos observacionales pueden sacar a la luz patrones y correlaciones interesantes. Pero para descubrir relaciones causales no hay nada como la experimentación, y eso es lo que lleva a empresas digitales como Google a experimentar y mejorar sus sistemas constantemente. Cuando las transacciones están informatizadas, es fácil dividir a los usuarios en grupos de tratamiento y de control, poner en marcha el tratamiento y analizar el resultado en tiempo real.

Para las empresas ya es cuestión de rutina emplear este tipo de experimentación a los efectos de su publicidad, pero estas técnicas también sirven en muchos otros contextos. Por ejemplo, un laboratorio del Instituto Tecnológico de Massachusetts ha podido organizar experimentos controlados de intervenciones en economías en desarrollo para aliviar la pobreza, promover la salud y mejorar los niveles de vida. Se pueden hacer experimentos controlados aleatorizados para determinar cuáles son los mejores incentivos para fomentar el ahorro, educar a los niños, dirigir pequeños emprendimientos agrícolas y muchas otras políticas.

### Innovación contractual

El modelo tradicional de la publicidad era “si me paga por mostrar su anuncio, quizás atraiga clientes a su tienda”. En el mundo digital de hoy, es “muestro su anuncio y me paga únicamente si los atraigo a su sitio web”. La informatización de las transacciones publicitarias les permite a los comerciantes pagar únicamente por los resultados que realmente les importan.

¿Qué ocurre cuando tomamos un taxi en una ciudad que no conocemos? ¿Nos va a tocar un conductor honrado que nos va a llevar por la ruta más corta y no nos va a cobrar de más? Y el conductor bien puede preguntarse si el pasajero es honrado y le va a pagar. Esta es una interacción irrepetida con información limitada para ambas partes y la posibilidad de engaño. Pensemos ahora en tecnologías como Lyft o Uber: ambas partes pueden ver el historial de la otra, hacerse una idea de cuánto saldrá el trayecto y acceder a planos y rutas planificadas de antemano. La transacción es más transparente para ambas y eso la hace más

eficiente y eficaz. Para el pasajero, los viajes son más baratos y cómodos; para el conductor, el horario es más flexible.

Los teléfonos inteligentes hicieron estragos en la industria de taxis con estas transacciones, y si estas prestaciones no son ya universales, no tardarán mucho en serlo. Para mucha gente,



## Cuando el planeta entero esté conectado, podemos esperar un aumento espectacular de la prosperidad humana.

el conflicto entre los servicios de los particulares y los taxis representa un choque entre innovadores y reguladores. Sin embargo, desde una perspectiva más amplia, lo que importa es qué tecnología se impone. La tecnología empleada por empresas como Uber ofrece a las claras una experiencia mejor para pasajeros y conductores, así que lo más probable es que las empresas de taxi tradicionales la adopten.

El mero hecho de poder captar el historial de transacciones mejora los contratos (véase “Las dos caras del cambio” en esta edición de *F&D*). Es notable que uno pueda ir a un banco de una ciudad a la que acaba de mudarse, donde nadie lo conoce, y pueda tramitar una hipoteca por millones de dólares gracias a las calificadoras de riesgo, que reducen drásticamente el riesgo para ambas partes y permiten obtener préstamos que de lo contrario serían imposibles de obtener.

### Comunicación y coordinación

Hace poco tuve que hacer unos arreglos en casa. Los obreros usaron el móvil para fotografiar lo que había que reemplazar, comunicarse con la ferretería, encontrarla siguiendo el trayecto más corto, iluminar rincones oscuros con la linterna, encargar el almuero y comunicarse conmigo. Todo esto, que antes llevaba tiempo, les resultó rápido y fácil. Perdieron menos tiempo esperando instrucciones, información o piezas de repuesto. El resultado fue costos de transacción más bajos y mayor eficiencia.

Hoy, solo los ricos pueden permitirse tener un asistente ejecutivo. Pero en el futuro todos tendremos acceso a servicios de asistentes digitales que podrán analizar enormes volúmenes de datos y comunicarse con otros asistentes para coordinar reuniones, mantener archivos, encontrar datos, planificar viajes y todas las otras cosas que exige el día a día (véase “Robots, crecimiento y desigualdad” en esta edición de *F&D*). Todas las grandes empresas tecnológicas están haciendo enormes inversiones en esta tecnología, y la presión de la competencia seguramente producirá rápidos avances.

### Una cosa sumada a la otra

Los actuales teléfonos móviles son mucho más potentes y menos costosos que los de la época del Apolo 11, la expedición tripulada a la luna del año 1969. Sus componentes hoy son, en cierto modo, un producto básico: las pantallas, los procesadores, los sensores, los chips de navegación y memoria, ya no cuestan casi nada. Uno puede comprar un teléfono inteligente de calidad razonable por

USD 50, y los precios siguen en baja. Aun en las regiones muy pobres son artículos cada vez más comunes.

Gracias a la disponibilidad de estos componentes baratos, los innovadores han podido combinarlos y recombinarlos para crear dispositivos nuevos, como monitores de ejercicios físicos, cascos de realidad virtual y sistemas de vigilancia vehicular. Raspberry Pi es una computadora de USD 35 diseñada en la Universidad de Cambridge que emplea piezas de teléfono móvil con una placa de circuitos del tamaño de un mazo de naipes, y es mucho más potente que una computadora Unix de escritorio de hace apenas 15 años.

Las mismas fuerzas detrás de la estandarización, la modularización y la caída de los precios están impulsando el avance del software. Los equipos creados con piezas de teléfonos móviles a menudo usan software de código abierto en el sistema operativo. A la vez, las placas madre de la era de la computadora personal hoy son componentes de gigantescos centros de datos que también funcionan con software de código abierto. Los dispositivos móviles pueden transferir tareas relativamente complejas, como el reconocimiento de imagen y voz y la traducción automatizada, a los centros de datos según la necesidad del momento. La disponibilidad de equipos baratos, software gratuito y acceso económico a servicios de datos ha facilitado enormemente la creación de millones de aplicaciones para telefonía móvil a un costo nominal.

### La incógnita de la productividad

Esta es una visión optimista del impacto que tendrá la tecnología en la economía mundial. Ahora bien, ¿cómo quedará reflejado este progreso tecnológico en las estadísticas económicas convencionales? Ese es un panorama que no está tan claro. Tomemos el ejemplo del PIB, que suele definirse como el valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos en un país determinado durante cierto período. El problema está en el “valor de mercado”: si un bien no se compra ni se vende, no suele figurar en el PIB.

Esto tiene muchas implicaciones. La producción doméstica, el contenido financiado con avisos, los costos de transacción, las variaciones de calidad, los servicios gratuitos y el software de código abierto son cosas que el PIB no reconoce porque el progreso tecnológico en estos ámbitos no figura directamente en él. Tomemos el caso del contenido financiado con avisos, muy utilizado en Estados Unidos para respaldar el suministro de servicios digitales. En las cuentas económicas nacionales del país, la publicidad es un gasto de comercialización —o sea, un producto intermedio—, así que no forma parte del PIB. Un proveedor de contenido que reemplaza las visitas a la carta por un modelo financiado con publicidad reduce el PIB.

Un ejemplo del profundo cambio que la tecnología causa en la productividad es la fotografía. En el año 2000, se tomaron alrededor de 80.000 millones de fotos en el mundo entero; esta es una buena estimación porque en aquel entonces solo tres empresas producían películas fotográficas. En 2015, aparentemente se tomaron 1,5 billones de fotos; es decir, unas 20 veces más. Al mismo tiempo que el volumen subió por las nubes, el costo de cada película cayó a alrededor de 50 centavos, y el del revelado, básicamente a cero.

En otras palabras, en el curso de 15 años, el precio bajó a cero y la producción se multiplicó por 20. Se trata sin duda de un enorme

aumento de la productividad. Lamentablemente, el grueso de ese aumento no aparece reflejado en el PIB porque las cifras medidas dependen de las ventas de película, cámaras y servicios de revelado, que representan una pequeña parte de la fotografía hoy en día.

De hecho, cuando se incorporaron cámaras digitales a los teléfonos inteligentes, el PIB disminuyó, la venta de cámaras bajó y los precios de los teléfonos inteligentes siguieron cayendo. En circunstancias ideales, se utilizarían ajustes de calidad para medir las prestaciones adicionales de los teléfonos móviles, pero encontrar la mejor manera de hacerlo y luego incorporar estos cambios a las cuentas de ingreso nacional es todo un reto.

Aun si pudiéramos medir con precisión el número de fotos que se toman ahora, la mayor parte es de producción doméstica y se distribuye a familiares y amigos sin costo; ni se las compra ni se las vende ni figuran en el PIB. No obstante, tienen un valor inmenso para quienes las toman.

Lo mismo ocurrió con los sistemas de posicionamiento global (conocidos comúnmente con la sigla inglesa GPS). A fines de la década de 1990, la industria del transporte pesado adoptó costosos sistemas de GPS y de vigilancia vehicular, que produjeron aumentos significativos de la productividad. En los 10 últimos años, los consumidores adoptaron el GPS para uso propio. El precio de los sistemas ha bajado a cero, ya que ahora están incorporados a los teléfonos inteligentes, y cientos de millones de personas los usan a diario. Pero tal como ocurrió con las cámaras, lo más probable es que la integración del GPS y los teléfonos inteligentes haya reducido el PIB, ya que las ventas de sistemas GPS autónomos han disminuido.

Como en el caso de las cámaras, este problema de medición podría solucionarse incorporando un ajuste de calidad a los teléfonos inteligentes. Pero no es fácil determinar cómo hacerlo y los organismos estadísticos buscan un sistema que resista el paso del tiempo. Aun si se eliminara ese problema, el hecho es que la mayoría de las fotos ni se comprarían ni se venderían, y por ende no figurarían en el PIB. Las estadísticas convencionales no miden los avances tecnológicos en ese ámbito.

### ¿Se hará realidad la promesa de la tecnología?

Cuando el planeta entero esté conectado, todo el mundo tendrá en principio acceso a prácticamente todo el conocimiento humano. Las barreras al pleno acceso no serán tecnológicas, sino jurídicas y económicas. Suponiendo que estas cuestiones puedan solucionarse, cabe esperar una mejora drástica de la prosperidad humana.

Ahora bien, ¿se hará realidad esta esperanza más bien utópica? Creo que la tecnología es en general una fuerza benéfica, pero con una contracara (véase “El lado oscuro de la tecnología” en esta edición de *F&D*). El avance de la tecnología de la coordinación puede ayudar a empresas productivas, pero también a organizaciones terroristas. El costo de las comunicaciones puede bajar a cero, pero eso no eliminará las desavenencias, a veces violentas. Pero si a la larga la tecnología mejora globalmente el bienestar humano, es posible que la gente se preocupe más por fomentar la prosperidad general que la suya propia. ■

*Hal Varian es Economista Jefe de Google.*