

Modernización de los datos con un propósito estratégico



Prefacio

“Modernizar los datos con un propósito estratégico” es un informe de Technology Review Insights del MIT patrocinado por Thoughtworks. Para elaborar este informe, MIT Technology Review Insights llevó a cabo una encuesta global a altos ejecutivos de todos los países e industrias. El informe también se basa en entrevistas en profundidad realizadas con expertos sobre la estrategia de datos y la modernización de datos.

Denis McCauley fue la autora del informe, Teresa Elsey fue la editora y Nicola Crepaldi fue la productora. La investigación es editorialmente independiente y las opiniones expresadas son las de MIT Technology Review Insights.

Nos gustaría agradecer a los siguientes ejecutivos por su tiempo y sus conocimientos:

Heath Bland, Gerente, Oficina de Datos de Upstream, ExxonMobil

James Morgan, Director de Datos, The Crown Estate

Conrad Pozsgai, Director General, Director de Información y Director de Operaciones, Payback

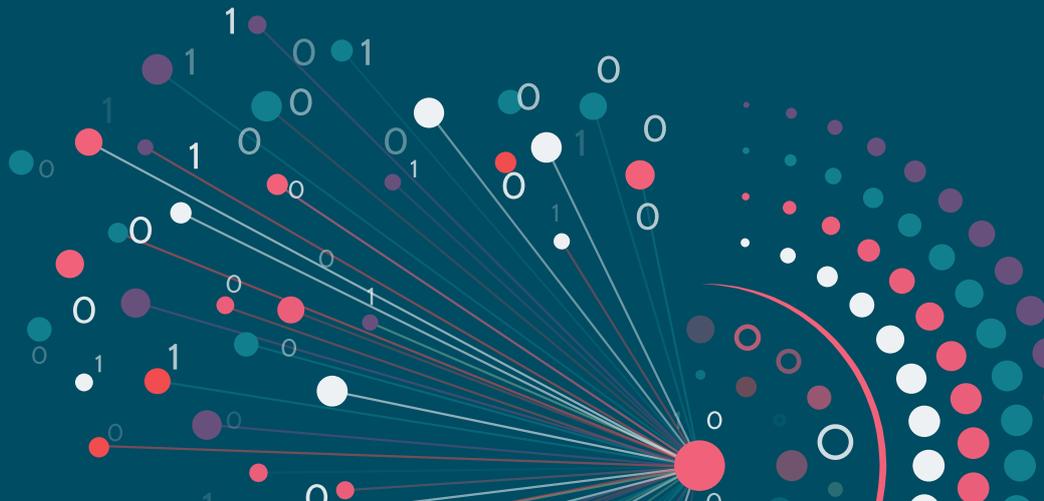
Danilo Sato, Director global de tecnología, datos e IA, Thoughtworks

John Spens, Director General, Datos e IA, Norteamérica, Thoughtworks

Acerca de la encuesta

La encuesta que forma la base de este informe fue realizada por MIT Technology Review Insights en enero y febrero de 2024. La muestra de la encuesta consta de 350 ejecutivos sénior de datos y tecnología.

Los encuestados trabajan en organizaciones con sede en EE. UU., Reino Unido, Alemania, Singapur y Australia. En la muestra se representan ocho sectores: servicios financieros, energía, atención sanitaria y ciencias biológicas, fabricación, sector público, editorial y medios de comunicación, comercio minorista y viajes y transporte. Todos los encuestados trabajan en organizaciones que ganan 500 millones de dólares o más en ingresos anuales, y casi la mitad (47 %) en organizaciones con ingresos de 10 000 millones de dólares o más.



Prólogo

Los datos se han convertido en un componente cada vez más crítico para el éxito empresarial. La capacidad de tomar decisiones oportunas e informadas, crear experiencias de cliente personalizadas e identificar nuevas oportunidades ha permitido el aumento de las principales empresas digitales de hoy en día. Y con la reciente explosión de interés en la IA, la demanda de datos solo ha aumentado.

No importa lo que una organización espere lograr, el éxito es imposible sin un acceso inmediato a datos de alta calidad. A pesar de los avances tecnológicos, extraer y transformar los datos empresariales en un activo utilizable sigue siendo un enorme desafío para la mayoría de las organizaciones.

Aunque los desafíos como la mejora de la calidad de los datos y la habilitación de una gobernanza eficaz han existido durante décadas, este informe demuestra que los líderes tecnológicos de hoy en día están explorando nuevas formas de abordar estos desafíos. Aunque las nuevas tecnologías por sí solas pueden no resolver el problema, las soluciones modernas de datos y análisis basadas en la nube permiten a las organizaciones tecnológicas adoptar prácticas modernas de ingeniería de datos, equipos orientados a productos y un enfoque más holístico para gestionar los datos. Los resultados del informe destacan por qué es crucial que los líderes de datos miren más allá de sus sistemas e incorporen procesos, prácticas y formas de pensar que puedan ayudar a sus organizaciones a resolver desafíos de datos persistentes de una manera repetible y escalable.

En toda la amplia experiencia de modernización de datos de Thoughtworks, hemos visto cómo aprovechar las prácticas de ingeniería modernas que una vez revolucionaron la ingeniería de software y las aplicaron a la disciplina de datos, utilizando los datos como producto, construyendo arquitecturas evolutivas, adoptando prácticas como CI/CD y DataOps, y evolucionando las estructuras de equipo y gobernanza, puede ayudar a las organizaciones a lograr un alto nivel de preparación de datos y mantenerlos a largo plazo.

Con todos esos elementos en su lugar, las organizaciones pueden garantizar que siempre puedan impulsar el valor de los datos a velocidad y escala, sin importar cómo evolucionen sus requisitos de gobernanza y demandas de datos.

A medida que la IA lleva la modernización de los datos a la cima de las agendas de más organizaciones, también será cada vez más importante garantizar que la estrategia de datos esté estrechamente alineada con la estrategia empresarial más amplia y que los líderes de datos puedan articular claramente cómo los datos y los análisis pueden ayudar a las unidades de negocio a alcanzar sus objetivos. Esto no solo garantizará la aceptación crítica, sino que también pondrá a la organización en la mejor posición para lograr sus objetivos y sentará una base sólida para la mejora continua, la evolución y la creación de valor.

Kalyanasis Banerjee

Director Global de Datos e IA, Thoughtworks

CONTENIDO

1. Resumen ejecutivo	5
2. Una visión de los datos	7
Desarrollo de una estrategia de datos	7
Alineación incompleta	8
3. Propósito de la modernización	10
Impedimentos para la modernización	11
Una variedad de beneficios para el negocio	13
Capacidades de datos inmaduras	14
4. Gobernando por la calidad	17
Mejorar la calidad y puntualidad de los datos	18
Estructura organizacional y el equipo de datos	19
5. Conclusión	21



01

Resumen ejecutivo

La modernización de datos está en la agenda corporativa. En nuestra encuesta a 350 ejecutivos sénior de datos y tecnología, más de la mitad afirma que su organización ha emprendido un proyecto de modernización en los últimos dos años o está implementando uno hoy. Otra cuarta parte tiene previsto hacerlo en los próximos dos años. Otros estudios también señalan constantemente el aumento de la inversión de las empresas en la modernización de sus patrimonios de datos.¹

No es casualidad que esta mayor atención a la mejora de las capacidades de los datos coincida con el interés en la IA, especialmente la IA generativa, que alcanza un tono frenético. De hecho, apoyar el desarrollo de modelos de IA es una de las principales razones por las que las organizaciones de nuestra investigación buscan modernizar sus capacidades de datos. Pero la IA no es la única razón, ni siquiera la principal.

Este informe pretende comprender los objetivos de las organizaciones para sus proyectos de modernización de datos y cómo están implementando dichas iniciativas. Para ello, se encuestó a ejecutivos sénior de datos y tecnología de todos los sectores. El estudio revela que muchos han realizado progresos sustanciales e inversiones en modernización de datos. Sin embargo, la alineación en la estrategia de datos y los objetivos de modernización parecen estar lejos de estar completos en muchas organizaciones, lo que deja una desconexión entre los equipos de datos y tecnología y el resto del negocio. Los ejecutivos de datos y tecnología y sus equipos aún pueden hacer más para comprender las necesidades de datos de sus colegas y buscar activamente su opinión sobre cómo satisfacerlas.

A continuación se muestran los hallazgos clave del estudio:

- **La IA no es la única razón por la que las empresas están modernizando el patrimonio de datos.** Una mejor toma de decisiones es el objetivo principal de la modernización de los datos, y casi la mitad (46%) de los ejecutivos cita esto entre sus tres principales impulsores. El apoyo a los modelos de IA (40%) y la descarbonización (38%) también son los principales impulsores de la modernización, al igual que la mejora del cumplimiento normativo (33%) y el aumento de la eficiencia operativa (32%).

- **La estrategia de datos suele estar aislada de la estrategia empresarial.** Casi todas las organizaciones encuestadas reconocen la importancia de adoptar un enfoque estratégico de los datos. Solo el 22% afirma que carece de una estrategia de datos totalmente desarrollada. Sin embargo, cuando se les pregunta si su estrategia de datos está completamente alineada con los objetivos empresariales clave, solo el 39% está de acuerdo. Los equipos de datos también pueden hacer más para incorporar otras unidades de negocio y funciones en los debates de estrategia: el 42% de los encuestados afirman que su estrategia de datos fue desarrollada exclusivamente por el equipo de datos o tecnología.

- **La estrategia de datos allana el camino hacia la modernización.** Probablemente no es casualidad que la mayoría de las organizaciones (71%) que se han embarcado en la modernización de los datos en los últimos dos años hayan implementado una estrategia de datos durante más tiempo. Los objetivos de modernización requieren la aceptación del negocio y las decisiones de implementación necesitan orientación estratégica, para que conduzcan a una complejidad o duplicación añadidas.

• **Los principales puntos débiles de los datos son la calidad y puntualidad de los datos.** Los ejecutivos señalan que los datos por debajo de los estándares (citados por el 41%) y la entrega inoportuna (33%) son las facetas de sus operaciones de datos que más necesitan mejora. Los datos incompletos o inexactos llevan a los usuarios empresariales a cuestionar la fiabilidad de los datos. Esto ayuda a explicar por qué la medida de modernización más común adoptada por las organizaciones de nuestros encuestados en los últimos dos años ha sido revisar y actualizar la gobernanza de los datos (citada por el 45%).

• **Los equipos interdisciplinarios y DataOps son factores clave para mejorar la calidad de los datos.** Las prácticas modernas de ingeniería de datos están arraigando en muchas empresas. Casi la mitad de las organizaciones (48%) están capacitando a los equipos de datos interdisciplinarios para hacer cumplir los estándares de calidad de los datos, y el 47% están priorizando la implementación de DataOps (citado por el 47%). Este tipo de prácticas, que se hacen eco de las metodologías ágiles y el pensamiento de producto que se han convertido en estándar en la ingeniería de software, solo están empezando a abrirse camino en el ámbito de los datos.

• **Las consideraciones de cumplimiento y seguridad a menudo dificultan la modernización.** Los problemas de cumplimiento y seguridad son importantes impedimentos para la modernización, cada uno citado por el 44% de los encuestados. Las personas que trabajan en organizaciones de energía, sector público, transporte y servicios financieros mencionan con especial frecuencia el cumplimiento normativo. Los altos costes son otro obstáculo citado a menudo (40%), especialmente entre las organizaciones más pequeñas de la encuesta.

Las prácticas modernas de ingeniería de datos están arraigando en muchas empresas. Este tipo de prácticas, que se hacen eco de las metodologías ágiles y el pensamiento de producto que se han convertido en estándar en la ingeniería de software, están demostrando su valor en el ámbito de los datos.



02 Una visión de los datos

La creciente adopción de IA por parte de las organizaciones en la última década ha aumentado la atención sobre el estado de sus datos. Después de todo, los modelos de IA producen poco valor sin datos suficientes y pueden resultar perjudiciales con datos de mala calidad.

La reciente aparición de modelos y aplicaciones generativos de IA ha ampliado aún más la comprensión de las organizaciones del enorme potencial de los datos, y particularmente el valor único que pueden encontrar en sus propios datos internos, no estructurados o descuidados de otro modo. También ha descubierto muchas de las dificultades de seguir adelante con estas oportunidades cuando sus bases de datos subyacentes son inmaduras.

Pero no debería haber requerido IA preparada para la empresa para convencer a la gerencia de que sus datos son un activo estratégico. Muchas operaciones empresariales críticas, desde la gestión de riesgos hasta la previsión de la demanda, confiaban en una sólida base de datos mucho antes de que la IA se convirtiera en una herramienta empresarial útil.

Desarrollo de una estrategia de datos

La importancia de los datos se comprende ampliamente en este punto y, por consiguiente, la mayoría de las organizaciones tienen una estrategia de datos totalmente desarrollada. Solo alrededor de una quinta parte de los ejecutivos de nuestra encuesta (22 %) dicen que su empresa no lo hace.

Sin embargo, este es un desarrollo reciente. Solo el 27% de los ejecutivos encuestados afirman que la estrategia de datos de su organización ha existido durante más de dos años (véase la Figura 1).

Las organizaciones más pequeñas de la encuesta (aquellas con ingresos anuales entre 500 millones y 9900 millones de dólares) tienen más probabilidades que las más grandes (con ingresos de 10 000 millones de dólares o más) de carecer de una estrategia de datos y mucho menos probabilidades de haber tenido una durante más de dos años. Estas son las primeras de varias divergencias en respuesta entre organizaciones de diferentes tamaños. En conjunto, sugieren que el tamaño de la organización y los recursos marcan la diferencia en ciertas facetas de la estrategia y la modernización. “Todas las organizaciones necesitan una estrategia

“La estrategia de datos debe abordar naturalmente las necesidades tecnológicas y de habilidades, pero estas deben estar vinculadas a los objetivos empresariales generales de la organización. De lo contrario, la estrategia no proporcionará el valor que la organización realmente necesita”

Danilo Sato, Director Global de Tecnología, Datos e IA, Thoughtworks

Figura 1: La mayoría de las organizaciones tienen una estrategia de datos, pero este es un desarrollo reciente

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se aplica a la estrategia de datos de su organización?

Todavía tenemos que desarrollar plenamente una estrategia de datos



Hace más de dos años que existe como estrategia plenamente desarrollada.



Fuente: Encuesta de perspectivas de MIT Technology Review, 2024

de datos”, dice James Morgan, director de datos de The Crown Estate en el Reino Unido. “Debes tener una visión. Y no tiene sentido tener una visión si no puedes averiguar cómo vas a llegar allí”. El equipo de Morgan ha desarrollado un plan de acción para su estrategia de datos: “Es poco probable que lo hagamos todo, ya que las prioridades y necesidades del negocio cambiarán, pero tiene que tener un plan para poner en práctica la estrategia”.

Sin un enfoque coherente para utilizar los datos para resolver problemas empresariales, los equipos de datos estarán siempre en modo reactivo, según John Spens, Director General de Datos e IA (Norteamérica), en Thoughtworks. La falta de una estrategia, especialmente en grandes organizaciones donde las unidades de negocio individuales tienen presupuestos considerables, puede conducir a la duplicación y complejidad innecesaria. “Así es como tantas empresas se han encontrado operando en múltiples nubes”, dice. “No a través de una estrategia meditada, sino a través de alguien que compra una solución que reside en la nube de un proveedor, mientras que otros compran soluciones de otros proveedores”.

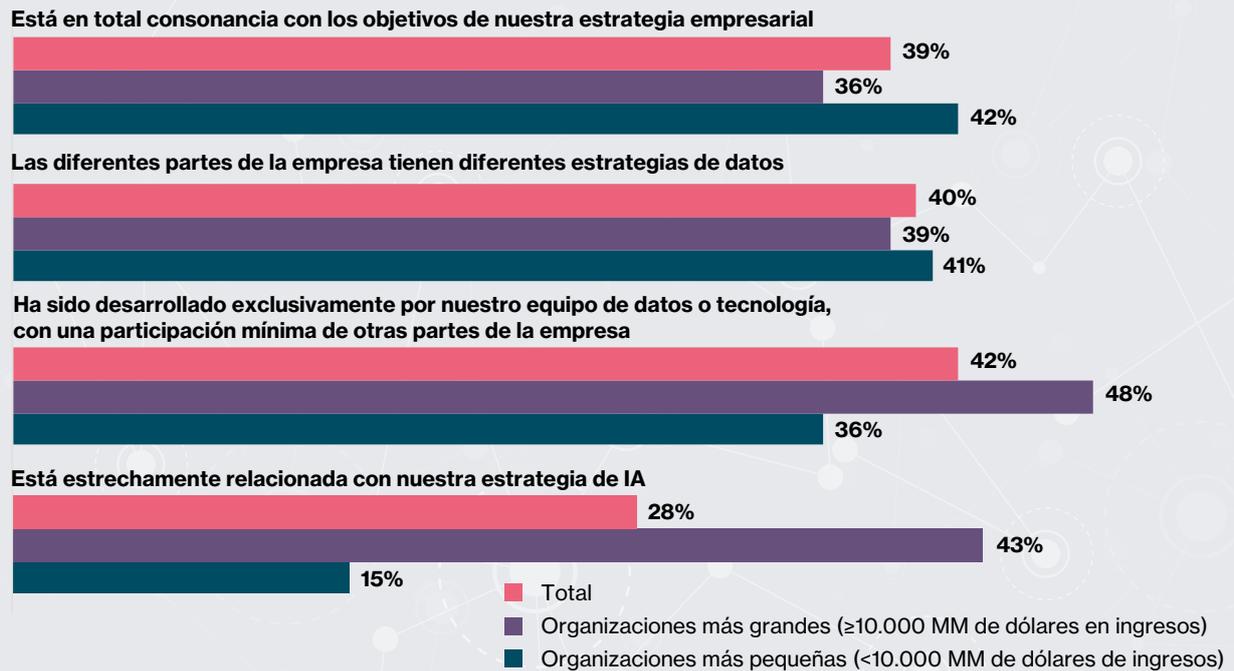
Alineación incompleta

La mayoría de las organizaciones encuestadas tienen una estrategia de datos, pero una cuota considerable no ha alineado completamente una en toda la empresa (consulte la Figura 2). En el 40% de las organizaciones de los encuestados, las diferentes unidades de negocio tienen sus propias estrategias de datos, aunque eso no significa necesariamente una falta de alineación. En el proveedor de energía ExxonMobil, por ejemplo, las estrategias de datos de línea de negocio se desarrollan a nivel corporativo, de capacidad de negocio y de línea/activo de negocio, según Heath Bland, Gerente de la oficina de Datos de Upstream de la empresa. Sin embargo, todos están coordinados por la oficina central de datos. “Este enfoque garantiza que las diferentes estrategias se complementen y se desarrollen entre sí, lo que creemos que es crucial para maximizar el valor de nuestros datos”, dice.

Una cuota considerable (39%) de los ejecutivos encuestados afirma que su estrategia de datos está totalmente alineada con sus objetivos de estrategia empresarial. Sin embargo, para la mayoría de los que no lo hacen, esa desalineación podría ser costosa. La alineación incompleta hace que las organizaciones no logren liberar valor de su estrategia de datos, según Danilo Sato, Director

Figura 2: La alineación de la estrategia de datos está incompleta

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se aplica a la estrategia de datos de su organización?



Fuente: Encuesta de perspectivas de MIT Technology Review, 2024

Global de Tecnología, Datos e IA, en Thoughtworks.

“La estrategia de datos debería abordar naturalmente las necesidades tecnológicas y de habilidades, pero estas deberían estar vinculadas a los objetivos empresariales generales de la organización”, dice. “De lo contrario, la estrategia no proporcionará el valor que la organización realmente necesita”.

Uno de los motivos de esta aparente falta de alineación es que la estrategia de datos a menudo la desarrolla exclusivamente el equipo de datos o TI, con una participación mínima de otras partes del negocio. El cuarenta y dos por ciento de los encuestados afirman que este es el caso en su organización.

El Director de Datos (CDO) o su equipo, o en algunos casos el Director de Información (CIO), es muy probable que dirija el desarrollo de la estrategia de datos de una organización, pero esto no debería suceder en un vacío. “Como CDO, puede sentarse en la misma mesa con todos los demás CXO, pero también es un proveedor de servicios para ellos”, dice Spens. “Su responsabilidad es comprender sus necesidades y ser capaz de garantizar que la estrategia que está desarrollando esté alineada con esas necesidades”.

Esta coordinación no es un esfuerzo único, afirma Conrad Pozsgai, Director General, Director de Informática y Director de Operaciones de Payback, un programa de fidelización y plataforma de marketing multisocio europeo. “Es un desafío constante coordinar y alinear la estrategia de datos con otras funciones comerciales”, dice. “Se necesita mucha comunicación y mucho refuerzo”.

A las organizaciones que están desarrollando capacidades de IA también descubrirán que vale la pena coordinar estrechamente sus datos y estrategias de IA. Algo más de una cuarta parte de los encuestados (28%) afirman que ambos están estrechamente conectados en su negocio, aunque las organizaciones más grandes (43%) están considerablemente por delante de las más pequeñas (15%) en este sentido.

Los expertos ven que esta integración es cada vez más común. “Tiene mucho sentido coordinarse estrechamente”, dice Sato. Ofrece el ejemplo de equipos que utilizan IA generativa basada en grandes modelos lingüísticos (LLM) de código abierto. “Si se han formado en datos externos, los equipos pueden querer perfeccionarlos integrando algunos de sus propios datos”, dice. “Todo el mundo está intentando averiguar cómo superponer sus conocimientos expertos para aprovechar el LLM para sus propios fines. Para ello, hay que pensar juntos en los datos y la IA”.

03 Propósito de la modernización

Una estrategia de datos coherente y alineada es especialmente vital, ya que las organizaciones se plantean modernizar sus capacidades de datos. La mayoría de las personas de nuestra encuesta han modernizado varios elementos de su patrimonio de datos en los últimos dos años (23%) o están en proceso de hacerlo (31%). Otro 23% planea modernizarse en los próximos dos años. La mayoría de las organizaciones que ya se han modernizado (71%) también han implementado una estrategia de datos durante más de dos años (véase la Figura 3).

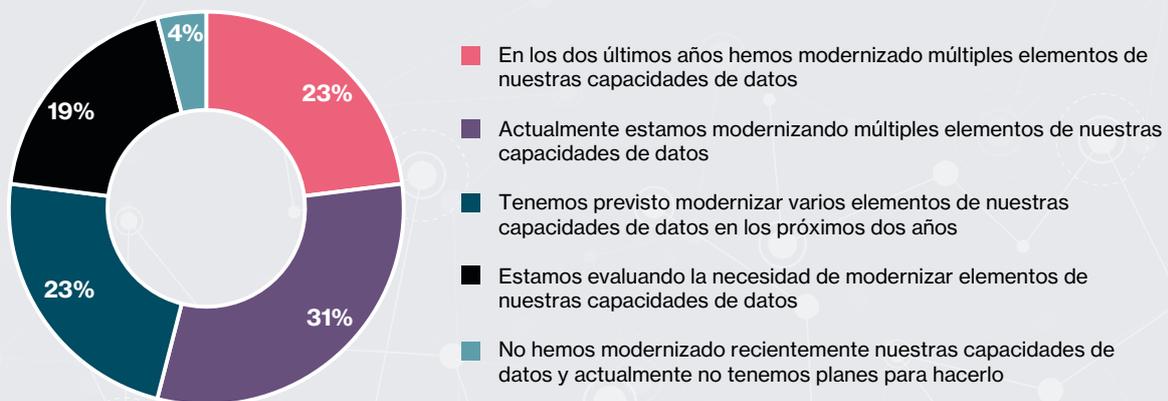
La modernización de los datos puede requerir una inversión considerable. Esto ayuda a explicar por qué las organizaciones más grandes de la encuesta, aquellas

con ingresos anuales de 10 000 millones de USD o más, tienen considerablemente más probabilidades de haber comenzado a modernizarse que las más pequeñas (ver Figura 4). Estas inversiones también requieren cierta visión y paciencia para recuperarse: Sato dice que, a pesar de las grandes inversiones relacionadas con los datos a lo largo de los años, muchas empresas han empezado a informar recientemente de tasas de éxito más altas en esas inversiones.

Sin embargo, la capacidad de demostrar rentabilidades tempranas, ya sea en términos financieros u otras métricas clave, es vital para mantener la aceptación de la modernización. Los planes de modernización diseñados para mostrar éxitos tempranos a menudo crean un impulso que ayuda con la ejecución completa de los

Figura 3: Estado de modernización de los datos: todos los encuestados

¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor el enfoque actual de su organización con respecto a sus capacidades de datos?



Fuente: Encuesta de perspectivas de MIT Technology Review, 2024

“Creemos en un enfoque de entrega incremental, en cortes finos, que demuestre las devoluciones tempranas. Aunque su escala es más pequeña, las primeras victorias demuestran confianza en la estrategia de modernización y consiguen una aceptación interna que ayuda a impulsar la hoja de ruta a largo plazo”.

Danilo Sato, Director Global de Tecnología, Datos e IA, Thoughtworks

planes. “Aunque las inversiones en la modernización de los datos suelen tener un horizonte de dos a cinco años para dar sus frutos, el enfoque que adopta una organización para llegar allí puede marcar una gran diferencia”, dice Sato. “En lugar de la infraestructura de carga frontal, la plataforma y los esfuerzos de ingestión de datos, y de impulsar la entrega de casos de uso después de que los datos estén disponibles, creemos en un enfoque de entrega incremental, en cortes finos, que demuestre las devoluciones tempranas. Aunque su escala es más pequeña, las primeras victorias demuestran confianza en la estrategia de modernización y consiguen una aceptación interna que ayuda a impulsar la hoja de ruta a largo plazo”.

Impedimentos para la modernización

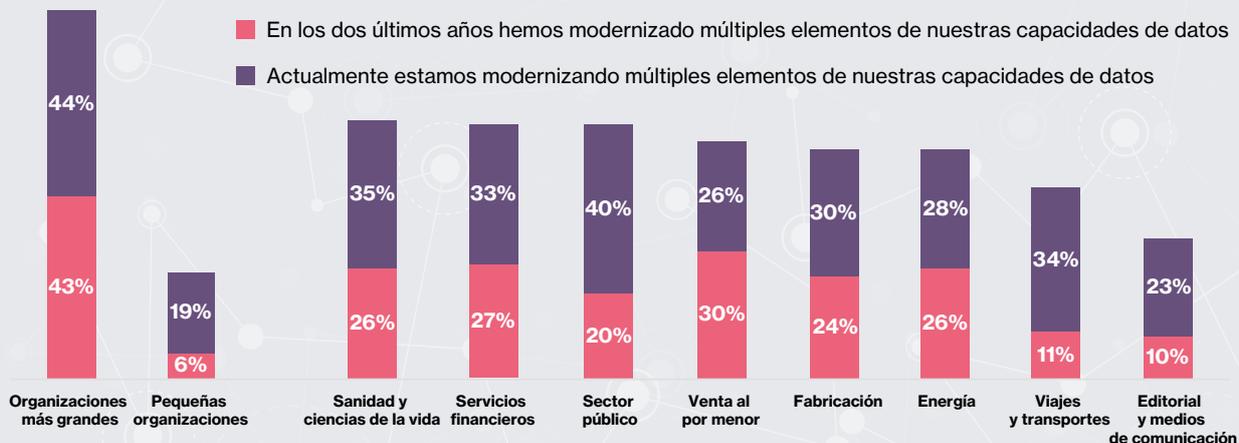
Las cifras de alto coste entre los principales impedimentos para la modernización de los datos: el 40

% de los encuestados cita esto como una barrera. No es de extrañar que parezca ser una mayor carga para las organizaciones más pequeñas de la encuesta (citado por el 46% de este grupo). Pero un tercio de las organizaciones más grandes informan que el costo también es un factor (ver Figura 5).

Sin embargo, los impedimentos mencionados con más frecuencia para la modernización son las consideraciones de cumplimiento normativo y las preocupaciones de seguridad (ambos citados por el 44% de los encuestados). En sectores muy regulados como los servicios financieros y la atención sanitaria, las consideraciones de cumplimiento pueden, por ejemplo, proscribir la unificación de ciertos repositorios de datos o limitar los datos que pueden almacenarse en nubes públicas. La regulación se acerca especialmente como un impedimento de modernización para los encuestados en las organizaciones de energía, sector público, transporte y servicios financieros.

Figura 4: Estado de modernización de datos: por tamaño de organización y sector

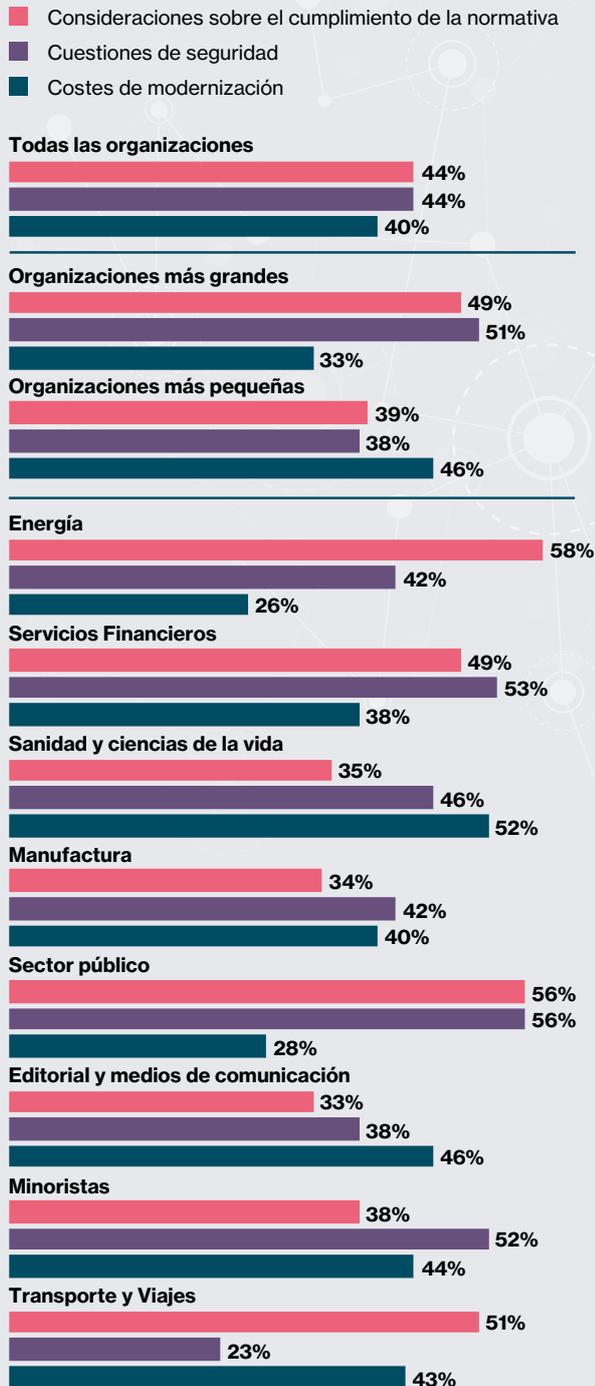
¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor el enfoque actual de su organización con respecto a sus capacidades de datos?



Fuente: Encuesta de perspectivas de MIT Technology Review, 2024

Figura 5: ¿Qué está frenando la modernización de los datos?

¿Cuáles de los siguientes son los principales impedimentos para la modernización de las capacidades de datos de su organización? (Las 3 respuestas principales).



Fuente: Encuesta de perspectivas de MIT Technology Review, 2024

Comprensión de los costes de la nube

La nube es un enfoque frecuente cuando se habla de los costes de la modernización de los datos. Los líderes empresariales pueden temer que los volúmenes en constante expansión de datos necesarios para la IA, junto con la facilidad de la escalabilidad de pago por uso en la nube, conduzcan a que los costes se descontrolen. La transparencia de los costes de la nube, en comparación con los de los reemplazos de la nube de infraestructura, también puede hacer que el precio de la nube sea particularmente evidente.

Los esfuerzos de modernización que conducen a un mayor uso de los datos pueden magnificar las ineficiencias existentes. “Los costes de la nube están creciendo para empresas de todos los tamaños”, dice Danilo Sato, Director Global de Tecnología, Datos e IA de Thoughtworks. “Por ejemplo, los esfuerzos por ampliar el acceso de los empleados a los datos, un facilitador clave de la democratización de datos, incentivan un mayor uso de la nube, lo que hace que el coste de las consultas de larga duración o el código de bajo rendimiento sea visible rápidamente. Adoptar un enfoque moderno para un buen diseño de datos y escribir código de alto rendimiento, por lo tanto, puede conducir a una rentabilidad que antes era invisible”.

Más allá de las buenas prácticas de ingeniería de datos, aprovechar las ventajas financieras de la nube puede requerir una forma más dedicada de analizar sus costes. FinOps, una empresa portuaria de “finanzas” y “DevOps”, se refiere a un conjunto emergente de prácticas que reúnen a expertos en finanzas y TI para gestionar los costes de datos, IA y nube. Un enfoque FinOps puede ayudar a una organización a sentirse segura de que sus costes en la nube se supervisan, son predecibles y están en línea con la estrategia general de la empresa, con el objetivo de maximizar el retorno de la organización sobre sus inversiones en la nube, no solo reducir los costes.

Las preocupaciones de seguridad también dificultan algunos esfuerzos de modernización. En la encuesta, los encuestados del sector público, así como aquellos que trabajan en los sectores financiero y minorista, enfatizan especialmente estos objetivos comunes para los ciberdelincuentes que buscan información personal y bancaria crítica.

Una variedad de beneficios para el negocio

¿Qué buscan lograr las organizaciones con la modernización de datos? La primera opción es mejorar la toma de decisiones en toda la empresa. Casi la mitad (46%) de los ejecutivos encuestados cita esto (véase la Figura 6).

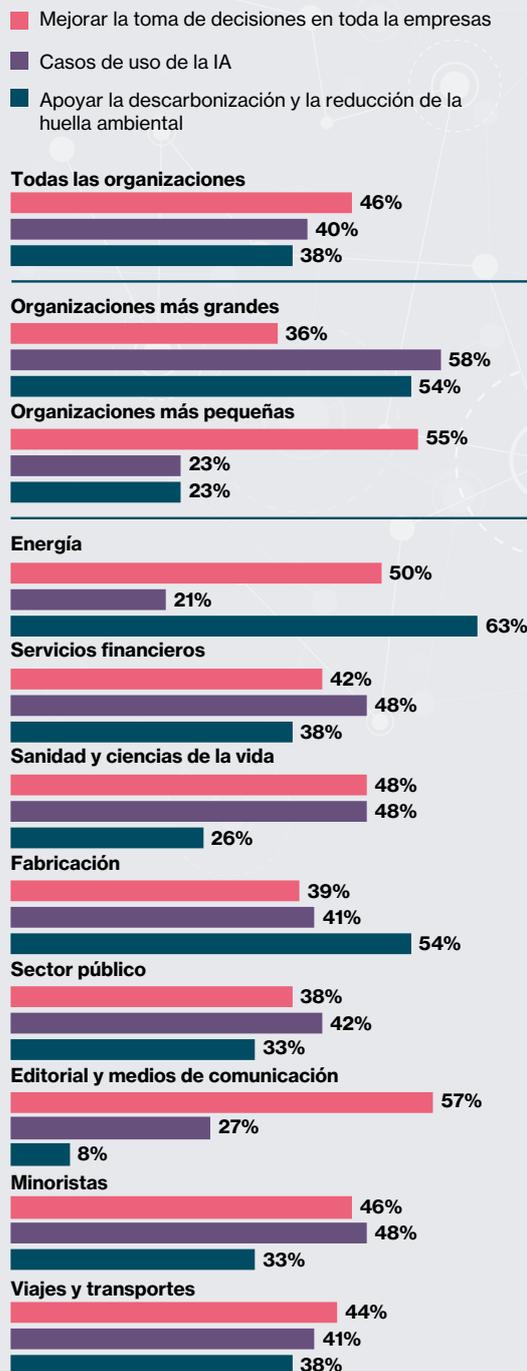
Este es un objetivo central del esfuerzo de modernización de The Crown Estate. “Tenemos que tomar las decisiones correctas sobre el uso óptimo de todos nuestros activos en beneficio de la nación, ya sean parcelas de tierra o propiedades en Londres”, dice Morgan. “Y no se trata solo de un resultado financiero óptimo. Debe ser un equilibrio entre los beneficios sociales, medioambientales y de creación de valor”.

“Tenemos que tomar las decisiones correctas sobre el uso óptimo de todos nuestros activos en beneficio de la nación. Y no es solo un resultado financiero óptimo. Debe ser un equilibrio entre los beneficios sociales, medioambientales y de creación de valor”.

James Morgan, Director de Datos de The Crown Estate

Figura 6: Los principales objetivos de la modernización de los datos

¿Cuáles son las principales motivaciones de su organización para modernizar sus capacidades de datos? (Las 3 respuestas principales).



Fuente: Encuesta de perspectivas de MIT Technology Review, 2024

“Estamos cambiando mucho con nuestra infraestructura y procesos de datos. Es parte de un esfuerzo más amplio para convertirnos en lo que yo llamo una organización de entrega de productos”.

Conrad Pozsgai, Director General, Director de Información y Director de Operaciones, Reembolso

El segundo objetivo de modernización más importante citado por los encuestados es apoyar el desarrollo de casos de uso de IA (40%). La nube puede ser una opción estratégica importante aquí, proporcionando acceso a hardware e infraestructura que permite la formación de modelos de IA sobre la base de pago por uso. “Soportar modelos de IA es sin duda un motor de modernización para nosotros”, dice Pozsgai. “Eso es parte de la razón por la que nos trasladamos a la nube, porque es demasiado caro ejecutar modelos en las instalaciones. También necesitamos la tecnología y otras capacidades de nuestro proveedor de nube”.

Esto varía significativamente según el tamaño de la organización: las organizaciones más grandes encuestadas tienen dos veces y media más probabilidades de decir que el apoyo a la IA es un objetivo de modernización de los datos que sus hermanos más pequeños (en el 58% y el 23%, respectivamente). Clasificado en tercer lugar como impulsor de modernización (en un 38%) está apoyando la descarbonización y otros esfuerzos para reducir la huella medioambiental de la empresa. Para aquellas organizaciones que ya han llevado a cabo la

Payback: Moverse más rápido con los datos

El éxito empresarial en Payback se basa en el diseño de programas de fidelización eficaces y campañas de marketing multicanal para sus clientes minoristas en Alemania y otros 10 países. La responsabilidad considerable recae en los equipos de tecnología y datos de la empresa, dirigidos por Conrad Pozsgai, para ofrecer nuevas funciones del programa y nuevas campañas a un ritmo cada vez mayor. “Nuestro principal objetivo como organización tecnológica es ser más rápidos en el mercado con nuevas características”, dice Pozsgai. “Y, por supuesto, si somos más rápidos, también reducimos el coste de desarrollarlos”.

Para ayudar a obtener la velocidad deseada, Payback ha lanzado una importante modernización de su patrimonio de datos, incluido un cambio a prácticas modernas de ingeniería de datos. “Estamos cambiando mucho con nuestra infraestructura y procesos de datos”, dice Pozsgai. “Es parte de un esfuerzo más amplio para convertirnos en lo que yo llamo una organización de entrega centrada en el producto”.

Además de adoptar una nueva arquitectura de datos modular, la modernización también implica un cambio estructural considerable. Pozsgai explica que la

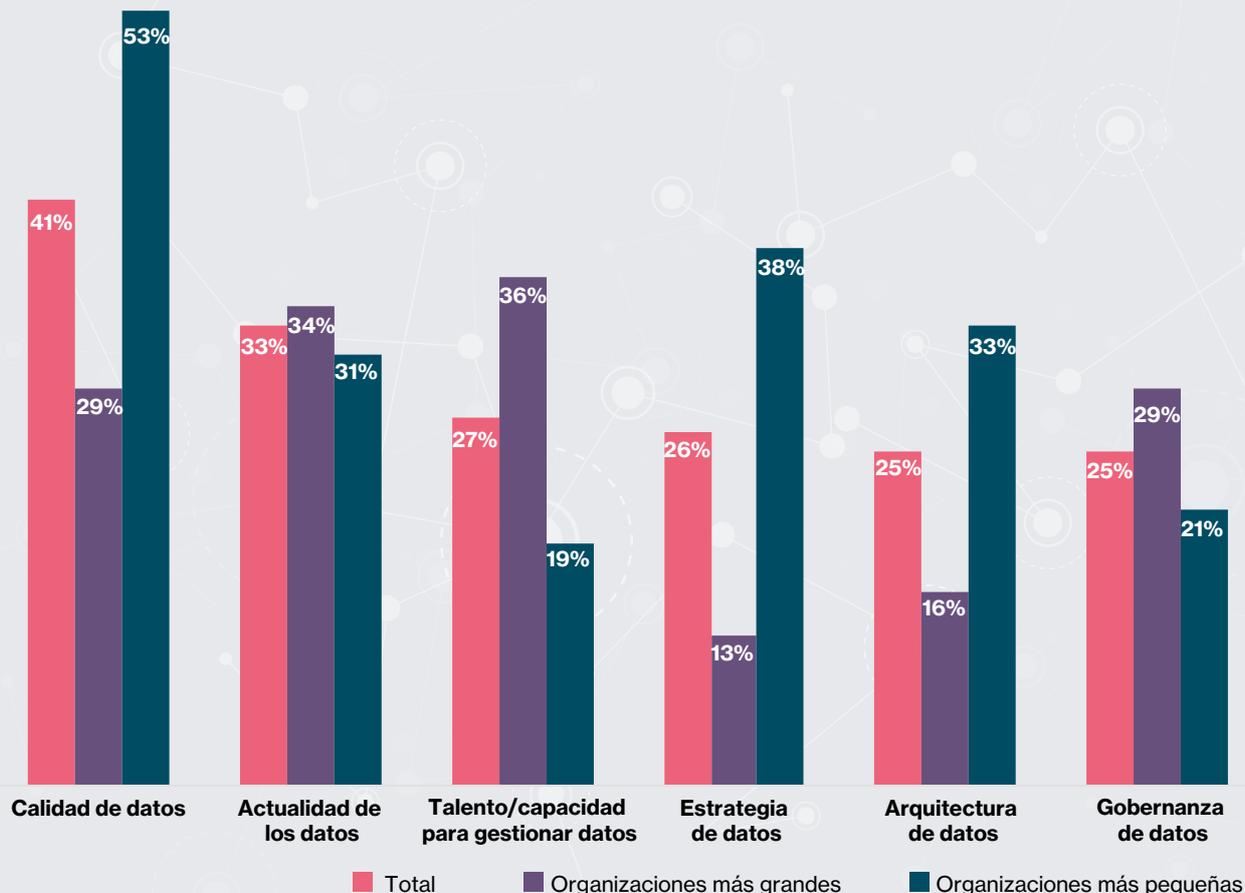
organización de datos está pasando de una estructura centralizada a una basada en dominios: “Esto refleja nuestras áreas de negocio, por lo que estamos cambiando gradualmente nuestros equipos de datos a los mismos dominios. Trabajarán de forma interdisciplinar para un producto o grupo de productos; eso es un gran cambio para todos nuestros datos”.

Una estructura basada en dominios otorga a los equipos de datos autonomía para trabajar de forma semi independiente, con Pozsgai haciendo hincapié en que necesitan ser capaces de crear productos de datos por sí solos. No todo sucede a la vez, dice: “Por ahora, todos nuestros equipos están totalmente ocupados con el cambio y necesitarán asistencia central. Pero con el tiempo se volverán cada vez más independientes”.

El análisis de datos y otros trabajos de datos ya no se pueden realizar como en el pasado. Pozsgai dice: “Las transacciones y la comunicación se están produciendo en tiempo real, y el análisis de datos debe realizarse cada vez más sobre la marcha. Por lo tanto, necesitamos integrar datos, como cualquier otra área tecnológica, en el proceso general de entrega”.

Figura 7: Vínculos débiles en las capacidades de datos de las organizaciones

¿Qué elementos de las capacidades de datos de su organización están menos preparados hoy para respaldar sus objetivos de modernización de datos? (Encuestados que se clasificaron entre sus 3 primeros).



Fuente: Encuesta de perspectivas de MIT Technology Review, 2024

modernización de los datos en los últimos dos años, apoyar la IA y apoyar la descarbonización han sido con diferencia sus motivaciones clave (citadas por el 70% y el 60% de este subgrupo, respectivamente). Mejorar el cumplimiento normativo (33%) y la eficiencia operativa (32%) son otros factores importantes de modernización.

Capacidades de datos inmaduros

A medida que los esfuerzos de modernización de datos se ponen en marcha, los ejecutivos deben tener una visión clara de las debilidades en sus capacidades de datos existentes, especialmente aquellas que podrían poner en peligro el logro de sus objetivos de modernización establecidos. Entre las muchas posibles debilidades enumeradas en la encuesta, los ejecutivos se limitan a varias que causan una preocupación particular. Estos

incluyen las brechas de talento y habilidades en sus equipos de datos, la estrategia de datos (que puede estar relacionada con las brechas en la estrategia existente o incluso la ausencia de una, como se ha comentado anteriormente) y el estado de la arquitectura de datos de su organización (consulte la Figura 7).

Sin embargo, lo que más preocupa a los encuestados es la calidad de sus datos (41%) y su puntualidad (33%). El cincuenta y tres por ciento de los encuestados de organizaciones más pequeñas identifican la calidad de los datos como una de las principales debilidades. Como veremos a continuación, los ejecutivos ven sus esfuerzos por mejorar la gobernanza como clave para abordar estos problemas de calidad de datos y puntualidad.

ExxonMobil: Beneficios y dolor en la modernización de los datos

ExxonMobil, la octava empresa más grande del mundo en términos de ingresos globales, genera, procesa y analiza enormes flujos de datos de sus operaciones y activos de petróleo, gas natural y petroquímicos aguas arriba y aguas abajo. Intentar modernizar un patrimonio de datos de tal tamaño y complejidad no es para los despreocupados.

Según Heath Bland, gerente de Upstream Data Office de ExxonMobil, la organización se ha enfrentado a varios desafíos a medida que implementa la modernización, pero dos han presentado dificultades particulares. Uno es un alcance limitado de soluciones de proveedores. “A pesar de la disponibilidad de ofertas en la nube, el alcance de las soluciones disponibles para una empresa en nuestro sector sigue siendo limitado”, dice. “Nuestro mercado no atrae a nuevos actores para desarrollar soluciones, debido a la limitada base de clientes y a la singularidad del sector”.

El otro gran desafío, dice Bland, es el estado actual de la cultura de datos de la empresa: “Esto, combinado con una conciencia y alineación limitadas entre las organizaciones de los desafíos técnicos y la falta de impacto directo y visible en el valor comercial [de la modernización], ha llevado a una financiación insuficiente y recursos limitados para permitir el análisis de datos”.

Pero, dice Bland, las recompensas que ExxonMobil está empezando a ver por la modernización son tangibles. Enumera cinco claves:

- **Implementación de análisis de autoservicio:** “Hemos permitido a los usuarios acceder y analizar datos de forma independiente, lo que ha permitido la formación de modelos de IA”.
- **Hacer que los datos de la empresa sean justos (FAIR):** “Esto significa mejorar la capacidad de búsqueda, accesibilidad, interoperabilidad y reutilización de nuestros datos”.
- **Reducción de la influencia de los silos:** “Hemos podido combinar datos entre silos para obtener una visión global, lo que nos ha llevado a nuevas perspectivas”.
- **Mejorar el intercambio de datos del sector:** “Hemos adoptado los estándares de datos de OSDU² y la plataforma de datos para la integración de datos a nivel del sector”.
- **Implementación de estándares de datos del sector:** “Esto nos permite transformar y modernizar nuestros procesos digitales empresariales y hacer que los datos sean más baratos a través de la coherencia”.

“Ya estamos empezando a ver algunos de estos beneficios, pero algunos tardarán más tiempo”, dice Bland. El progreso que ya se ha logrado, dice, se debe al cambio de la empresa hacia el pensamiento de datos como producto y la madurez de su gobernanza de datos.

“La concienciación y la alineación limitadas entre las organizaciones de los desafíos técnicos y la falta de impacto directo y visible en el valor del negocio [de la modernización], ha llevado a una financiación insuficiente y a recursos limitados para permitir el análisis de datos”.

Heath Bland, Gerente, Oficina de Datos ascendentes, ExxonMobil

04

Gobernando por la calidad

“Asegurar la calidad de los datos es nuestro mayor problema”, dice Morgan. Con los diversos tipos de datos que ingiere The Crown Estate, y con la variedad de formatos que recibe, asegurarse de que los datos estén en un solo lugar y puedan medirse y utilizarse con precisión es un desafío constante.

La calidad de datos subestándar, causada por, por ejemplo, por valores faltantes, datos duplicados (un subproducto común de los silos), errores en la introducción manual de datos u otros factores, conduce a preguntas del usuario sobre la fiabilidad de los datos. La puntualidad es un factor relacionado, añade Sato. “El hecho de no acceder a los datos cuando los usuarios empresariales los necesitan resta calidad a los datos”, dice.

Pozsgai proporciona un ejemplo de las operaciones de reembolso: “Ejecutamos muchas campañas de marketing en tiempo real. Las acciones de los clientes en una tienda o en línea a menudo activarán un mensaje push de nuestra parte en tiempo real. Es fundamental que tengamos los datos disponibles sobre las acciones del cliente para que podamos actuar en consecuencia inmediatamente”. Mejorar la puntualidad es fundamental en la industria del

petróleo y el gas, dice Bland. “El valor de las operaciones y los datos de la superficie aumenta con el acceso en tiempo real o casi en tiempo real”, explica. “A medida que avanzamos en análisis avanzados e IA, la importancia de la puntualidad de los datos seguirá creciendo y creando nuevas oportunidades para transformar los procesos empresariales. Ya hemos visto avances en forma de mayor capacidad y velocidad de red, gemelos digitales, plataformas de datos, adquisición de datos y automatización de procesos, por nombrar algunos”.

Mejorar la calidad de los datos y hacer cumplir el mantenimiento de prácticas de datos que garanticen la integridad son en gran medida una función de buena gobernanza de los datos. Esto puede explicar por qué las organizaciones que se someten a esfuerzos de modernización de datos han priorizado la mejora de la gobernanza. A la pregunta de las medidas que han tomado en los últimos dos años para modernizar sus capacidades de datos (véase la Figura 8), los encuestados citan con más frecuencia la actualización de sus modelos de gobernanza (45%).

La gobernanza computacional, utilizando software para automatizar la aplicación de políticas de gobernanza, es una técnica emergente. “Un enfoque moderno para

“A medida que avanzamos en el análisis avanzado y la IA, la importancia de la puntualidad de los datos seguirá creciendo y creará nuevas oportunidades para transformar los procesos empresariales”.

Heath Bland, gerente, Oficina de datos de Upstream, ExxonMobil

Figura 8: Plazos para medidas de modernización de datos

¿Cuándo tomará su organización las siguientes medidas para modernizar sus capacidades de datos?

Revisión y actualización de la gobernanza de datos



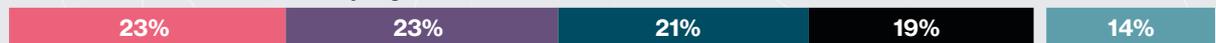
Adoptar una nueva arquitectura de datos



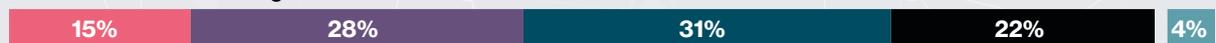
Ampliar el uso de los servicios de datos en la nube



Descentralizar el almacenamiento y la gestión de datos



Revisar la estructura de organización de los datos



Reingeniería de los procesos de datos



Consolidar el número de depósitos de datos



■ Lo ha hecho en los últimos 2 años
 ■ Lo hará en 6-12 meses
 ■ No tiene previsto hacerlo, no está seguro o no procede
■ Lo hará en los próximos 6 meses
 ■ Lo hará en 1-2 años

Fuente: Encuesta de perspectivas de MIT Technology Review, 2024

implementar la gobernanza de datos es apoyarla computacionalmente dentro de la plataforma”, dice Sato. “Con la automatización, las organizaciones pueden hacer cumplir o supervisar sus políticas acordadas, como la seguridad de los datos, la calidad de los datos, el control de acceso y la privacidad de los datos, y cambiar la gobernanza de los datos de un proceso pesado a un enfoque de habilitación”.

La siguiente medida de modernización de datos más común, completada por el 36% de los encuestados, ha sido adoptar una nueva arquitectura de datos. Hay una variedad de puntos de vista entre las organizaciones sobre el modelo de arquitectura de datos ideal. Algunos prefieren un enfoque basado en dominios, con un gran grado de autonomía concedido a los equipos de datos interdisciplinarios. Una característica clave de la iniciativa de modernización de datos de Payback es un cambio hacia dicho modelo. Otras organizaciones buscan una arquitectura más unificada con plataformas y repositorios de datos centralizados. Otros buscan aplicar un enfoque híbrido que combine elementos centralizados y descentralizados.

Sin embargo, existe un gran grado de consenso en lo que respecta a los modelos de gobernanza. Para garantizar los más altos niveles de calidad de datos, debe haber un marco de gobierno general para toda la organización. A medida que la amortización avanza hacia una estructura específica de dominio, Pozsgai cree que es aún más importante mantener un modelo de gobernanza de datos centralizado. “Por supuesto, los propietarios de dominios deben supervisar la calidad de sus datos para sus equipos, pero hay muchas dependencias entre diferentes dominios y equipos”, dice. “Debe haber un marco de gobierno general”.

Mejorar la calidad y puntualidad de los datos

Las organizaciones encuestadas también están tomando medidas más específicas para mejorar la calidad y puntualidad de los datos (consulte la Figura 9). Casi la mitad (47%) está priorizando la implementación de DataOps para este fin. Entre los principios fundamentales de la metodología DataOps se encuentra la automatización de la gestión de la calidad de los datos, incluidas las pruebas, la supervisión y la detección de anomalías. DataOps también enfatiza la colaboración interfuncional por parte de los equipos de datos y, por separado, el 48% de los encuestados afirma que sus organizaciones están empoderando a dichos equipos para hacer cumplir los estándares de calidad de los datos.

Figura 9: Mejorar la calidad y puntualidad de los datos

¿Cuáles son las principales prioridades de su organización para mejorar la calidad y puntualidad de los datos utilizados por diferentes partes del negocio?

48%

Capacitar a los equipos interfuncionales de calidad de datos para que apliquen prácticas de calidad

47%

Implementar DataOps

35%

Mejorar los procesos de validación de datos

31%

Impartir formación en toda la empresa sobre calidad de datos y normas

29%

Redefinir las normas de calidad de los datos

23%

Automatizar la gestión de la calidad de los datos

Fuente: Encuesta de perspectivas de MIT Technology Review, 2024

Para Spens, la administración es el otro ingrediente vital para mejorar la calidad de los datos: “Por supuesto, la empresa debe invertir en medidas tecnológicas diseñadas para solucionar problemas de calidad de los datos. Sin embargo, a un nivel más alto, la administración activa desde arriba, la idea de que yo, como líder comercial, me preocupo por la calidad de nuestros datos, es igual de importante”.

Estructura organizativa y equipo de datos

Todo lo anterior destaca la importancia del cambio organizativo y estructural para la modernización de los datos. “Gran parte de la modernización se está replanteando dónde se encuentran los equipos de datos dentro de la empresa y de quién son”, dice Sato. Los equipos interdisciplinarios a los que los encuestados asignan tanta importancia deben formar parte de cualquier organización, dice. “Se necesitan equipos interdisciplinarios para impulsar proyectos. Si tiene expertos en el dominio, científicos e ingenieros de datos y analistas en un equipo, reducirá los retrasos en el traspaso y optimizará el flujo. Los equipos obtendrán valor más rápido”.

La diversidad de todo tipo, incluidas las habilidades, es fundamental en los equipos de datos, afirma Morgan. Esto se aplica incluso al subconjunto de especialistas en datos dentro de ellos. “Hay personas que necesito en el equipo que son muy buenas en la programación, pero que pueden no comprender realmente el contexto empresarial”, dice. “A continuación, necesito que otras personas trabajen con ellos que sean los narradores. Pueden entender lo suficiente sobre lo técnico, pero pueden hablar realmente sobre los resultados y el valor del negocio”.

¿Qué es DataOps?

DataOps es para datos lo que DevOps es para software. Ambos son conjuntos de filosofías y principios (en lugar de tecnologías específicas), basados en una metodología ágil y que enfatizan la automatización y la mejora continua. El objetivo principal de DevOps es ofrecer un mejor software a un ritmo más rápido. Los principales objetivos de DataOps son mejorar la calidad de los datos y proporcionar mejores conocimientos a los usuarios finales empresariales, al tiempo que se reduce el coste de la gestión de datos.

Las metodologías de DataOps están destinadas a optimizar la forma en que los equipos de datos diseñan, construyen y entregan, ayudándoles a crear más rápidamente productos y arquitecturas de datos escalables, flexibles y fiables. Es probable que un equipo que utilice metodologías de DataOps se centre en ciclos rápidos de comentarios y mejoras a través de la entrega continua, habilitada por pruebas e implementación automatizadas.

La implementación de DataOps también asume la necesidad de un cambio cultural, que descompone los silos de datos y fomenta la colaboración entre equipos y funciones para garantizar que los datos aporten valor al negocio.

Las organizaciones encuestadas parecen estar dejando cambios estructurales hasta más adelante en el proceso de modernización. Aunque muchos han actualizado la gobernanza de datos y adoptado una nueva arquitectura en los últimos dos años, solo el 15% de los encuestados afirman que sus empresas también han abordado problemas de estructura organizativa. La mayoría, el 59%, afirma que esto se convertirá en un foco de atención el próximo año, mientras que el 22% espera que pase al menos un año antes de abordar estos cambios.

Modernizar el patrimonio de datos es una gran tarea, y los ejecutivos pueden sentir que es imprudente intentar introducir demasiados cambios demasiado rápido. En la medida en que cambiar las funciones de las personas y las estructuras jerárquicas sean los cambios más difíciles de todos, superar la resistencia que inevitablemente surgirá puede requerir una atención sustancial de los líderes de datos y tecnología de la organización.

“Por supuesto, la empresa debe invertir en medidas tecnológicas diseñadas para solucionar problemas de calidad de los datos. Sin embargo, a un nivel más alto, la administración activa desde arriba es igual de importante”.

John Spens, Director General, Datos e IA, Norteamérica, Thoughtworks

The Crown Estate: Conquistando la complejidad de los datos

James Morgan y su equipo de profesionales de datos tienen una responsabilidad única: ofrecer valor, crear eficiencias y optimizar las decisiones a partir de los datos generados por y sobre los activos naturales y construidos de The Crown Estate. Esas posiciones son muy diversas, desde tierras agrícolas hasta entornos costeros y el lecho marino hasta edificios comerciales y residenciales en Londres y otras ciudades. Morgan cuenta con equipos que gestionan datos relacionados con el mapeo y modelado del lecho marino, las emisiones de carbono de sus tierras agrícolas, los materiales utilizados en sus edificios residenciales, la afluencia y la rotación en sus propiedades comerciales y muchas otras categorías. Los sistemas de datos de la organización, dice Morgan, deben respaldar el análisis, la generación de informes, la ciencia de datos y la toma de decisiones sobre todos esos activos.

Para gestionar esos datos de forma más eficiente y ofrecer más valor, la organización está en proceso de modernizar todo su patrimonio de datos. Parte de ese esfuerzo se centra en los sistemas operativos que capturan sus datos. “Hemos estado identificando dónde se han filtrado las soluciones alternativas manuales”, dice Morgan. “Nos aseguramos de que nuestros sistemas sean capaces de capturar toda la información necesaria para dirigir un negocio eficiente”. Esos sistemas operativos, explica, son el alma de cualquier cosa que sus equipos quieran hacer con los datos, como análisis, informes o ciencia de datos. “Entonces, en un extremo, nos estamos centrando en la creación de datos y el cambio de datos y nos estamos

asegurando de que toda la arquitectura y los sistemas que lo rodean, y los procesos empresariales que lo acompañan, sean correctos y de que se implemente la gestión y gobernanza de datos adecuadas”.

Morgan continúa: “Entonces estamos modernizando nuestra pila de datos y análisis, incluso a través de la implementación en un entorno de nube. Estamos construyendo un ecosistema de datos en la nube con un lago de datos y entornos estructurados por encima. Se trata de un gran trabajo para incorporar una serie de sistemas en silos heredados en una arquitectura moderna de datos en la nube”.

Morgan describe el modelo organizativo para gestionar el patrimonio de datos modernizado como una especie de híbrido. “Para una empresa como la nuestra, tiene sentido tener un entorno central en el que tengamos el gobierno adecuado, la protección adecuada, los controles adecuados a su alrededor y los expertos que puedan gestionarlo”, dice. Pero eso no significa que todos los datos deban unirse a un modelo común. “Queremos democratizar los datos en toda la organización, poniéndolos en manos de nuestros compañeros para apoyar su trabajo diario y la toma de decisiones”, dice Morgan. “Por ejemplo, en muchos casos, los datos sobre nuestros entornos marinos no necesitan estar vinculados a nuestros activos inmobiliarios de Londres”, dice Morgan. “No hay ningún beneficio en vincularlos, así que ¿por qué lo haríamos?” A veces, los costes y el tiempo de reunir datos de forma centralizada superan el beneficio.

05

Conclusión

Esta investigación ofrece lecciones para los jefes de datos y tecnología empresariales que se embarcan o están considerando la modernización de su patrimonio de datos. Lo más importante es lo siguiente:

Mantén los objetivos de IA en perspectiva. La IA ofrece una promesa sustancial de añadir valor al negocio, pero otros objetivos de modernización no deberían perderse en la emoción. Ofrecer datos de mayor calidad de forma más rápida y segura no solo satisface las necesidades de los modelos de IA, sino también de muchos otros sistemas críticos para el negocio, así como otras tecnologías emergentes. El caso empresarial completo para la modernización de datos abarca mucho más que solo IA.

Los líderes de datos deben demostrar el valor comercial de la modernización. Una estrategia de datos integral es aquella que se alinea completamente con la estrategia empresarial, y los enfoques de estrategia y modernización de datos desarrollados de forma aislada segura conducirán a un esfuerzo y recursos desperdiciados. Es responsabilidad de los líderes sénior de datos y tecnología es comprender cómo los datos pueden ayudar a las unidades de negocio a alcanzar sus objetivos y adaptar sus esfuerzos en consecuencia. También deben comunicar los beneficios de la modernización de datos en términos que sean relevantes para los líderes empresariales que aprueban y respaldan las inversiones en datos.

Las prácticas de ingeniería de software están llegando a los datos. La aparición de equipos de datos interfuncionales, prácticas de DataOps, soluciones basadas en la nube y un enfoque en los datos como producto, por ejemplo, se hacen eco de prácticas ágiles que se han convertido en estándar en ingeniería de software en las últimas dos décadas. A medida que las organizaciones buscan acelerar la entrega de valor a partir de los datos, descubren que adoptar prácticas modernas de ingeniería de datos puede abordar desafíos en torno a la calidad y la usabilidad de los datos.

Acércate al cambio con prudencia, pero sigue moviéndote. La modernización de los datos puede requerir cambios complejos en torno a la estructura organizativa y la arquitectura de datos de una empresa. A muchas empresas les resulta tentador retrasarlos hasta etapas posteriores del proyecto, cuando se sabe más. Pero las iniciativas de modernización ganan impulso al demostrar valor temprano, lo que significa que los líderes pueden beneficiarse de una mentalidad ágil, apostando temprano y estando preparados para pivotar.



Acerca de los conocimientos de la MIT Technology Review Insights

MIT Technology Review Insights es la división de publicación personalizada de *MIT Technology Review*, la revista tecnológica más antigua del mundo, respaldada por la institución tecnológica más importante del mundo, que produce eventos en vivo e investigaciones sobre los principales desafíos tecnológicos y empresariales del día. Insights lleva a cabo investigaciones y análisis cualitativos y cuantitativos en EE. UU. y en el extranjero, y publica una amplia variedad de contenido, incluidos artículos, informes, infografías, vídeos y podcasts. Y a través de su creciente MIT Technology Review [Global Insights Panel](#), Insights tiene un acceso incomparable a ejecutivos de alto nivel, innovadores y emprendedores de todo el mundo para encuestas y entrevistas en profundidad.

Acerca de Thoughtworks

Thoughtworks es una consultoría tecnológica global que integra estrategia, diseño e ingeniería para impulsar la innovación digital. Contamos con más de 10.500 thoughtworkers en 48 oficinas en 19 países. Durante 30 años, hemos tenido un impacto extraordinario junto con nuestros clientes ayudándoles a resolver problemas empresariales complejos con la tecnología como diferenciador.



Notas al pie

1. Consulte, por ejemplo, "predicciones empresariales de IA para 2024", PwC, <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/ai-analytics/ai-predictions.html>; y "Una nueva arquitectura para gestionar los costes y la complejidad de los datos", BCG, 7 de febrero de 2023, <https://www.bcg.com/publications/2023/new-data-architectures-can-help-manage-data-costs-and-complexity>.
2. El foro OSDU (universo de datos de código abierto) es un grupo que desarrolla una plataforma de datos de código abierto basada en estándares para el sector energético.

Ilustraciones

Ilustraciones ensambladas por Tim Huxford con elementos de Shutterstock.

Aunque se ha hecho todo lo posible por verificar la exactitud de esta información, MIT Technology Review Insights no puede aceptar ninguna responsabilidad por la confianza de ninguna persona en este informe o en cualquier información, opinión o conclusión establecida en este informe.



MIT Technology Review Insights

www.technologyreview.com

insights@technologyreview.com