

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍAS INTELIGENTES

DOCUMENTO 29 / 2020

Autores: Senén Barro Lasse Rouhiainen



INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍAS INTELIGENTES

AUTORES:

SENÉN BARRO (@SenenBarro) es director científico del CiTIUS-Centro Singular de Investigación en Tecnologías Inteligentes de la Universidad de Santiago de Compostela, de la que fue rector entre 2002 y 2010. Es autor de más de 300 artículos científicos y 7 libros en el ámbito de su especialidad y ha sido promotor de la spin-off Situm Technologies y de la empresa en incubación InVerbis. Miembro de la Real Academia Gallega de Ciencias.

LASSE ROUHIAINEN (@lasseweb20) es el autor del libro bestseller: Inteligencia Artificial: 101 cosas que debe saber hoy sobre nuestro futuro y un experto internacional en inteligencia artificial, tecnologías disruptivas y márquetin digital. Lasse es miembro de la junta asesora de ROYBI, una empresa de robots educativos basados en IA, y de 1MillionBot, un innovador proveedor de chatbots que funcionan con IA.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO INTRODUCCIÓN

- . Innovación y tecnologías inteligentes
- . Beneficios y desafíos en la aplicación de la IA
- . Automatización inteligente
- . El empleo y los trabajadores en la era de la automatización
- . Automatización innovadora
- . Casos de uso
- . Pensar antes de automatizar
- . Pueden las PYMES beneficiarse de las PI
- . Y para concluir, insistir



RESUMEN EJECUTIVO

La Inteligencia Artificial (IA), al contrario de lo que muchas personas creen, lleva con nosotros más de seis décadas, si bien es cierto que ha sido a lo largo de esta que ahora acaba cuando ha despegado de forma fulgurante y penetrado en todos los sectores socioeconómicos. Si ya nos asombra el sinfín de productos, servicios y aplicaciones que utilizan la IA, prepárense para lo que está por venir. ¿Por qué ahora? Fundamentalmente por la conjunción de la suficiente capacidad de computación,1 la disponibilidad de datos e información para entrenar los algoritmos de aprendizaje automático y el que se hayan creado algoritmos capaces de aprender casi lo que les echen, siempre, eso sí, que los orientemos a tareas suficientemente acotadas y específicas, lo que no quiere decir simples (clasificación de cáncer de piel o de próstata, por ejemplo). Estamos lejos de las máquinas con capacidad de aprender de modo general, como lo hacemos nosotros, y por ello muy alejados también de máquinas que tengan una inteligencia comparable a la humana.

McKinsey indica que la IA podría incrementar en un 16% la economía mundial en solo una década. Ni más ni menos que el doble que las tecnologías de la información en lo que va de siglo, el triple del impacto de la

robotización, sobre todo la industrial, en la última década del siglo pasado, o cuatro veces más que la aportación de las máquinas de vapor durante el siglo XIX. Lo cierto es que la IA ya está por todas partes: buscadores de información en Internet; gestores de correo electrónico; asistentes virtuales; recomendadores de películas, libros, restaurantes o de cualquier tipo de producto o servicio; coches autónomos y no tan autónomos; aviones y drones; las denominadas armas inteligentes; reconocedores faciales; robots personales e industriales; generadores de noticias, verdaderas y falsas; traductores y conversores de voz a texto; diseño de medicamentos; detección de fraude en tarietas de crédito... Podríamos seguir y no hacer otra cosa que ponerles ejemplos, pero es más importante que dediquemos el espacio y su tiempo al análisis de en qué medida las máquinas inteligentes pueden ayudar a las organizaciones sin que sean las personas el precio a pagar.²

La automatización del trabajo irá cambiando progresiva pero aceleradamente el perfil y la actividad de los trabajadores y de las empresas, cuya competitividad, e incluso supervivencia, dependerá cada vez más de su capacidad para "incorporar de modo inteligente" las Tecnologías Inteligentes en sus productos, servicios, pro-

1- La capacidad de computación, como es bien sabido, ha seguido la Ley de Moore desde hace décadas, duplicándose cada año y medio o dos años, aproximadamente. Pero todavía más significativa está siendo la potencia de cálculo que se está poniendo a disposición de la IA. Desde 2012 la capacidad de computación al servicio de los problemas más complejos en aprendizaje automático se ha multiplicado por 7 anualmente. O sea, por más de 300.000 veces en menos de una década (Artificial Intelligence Index Report 2019).
2- Según datos aportados por McKinsey, solo un 17% de las organizaciones están tomando medidas para mitigar el posible impacto de la IA en el trabajo humano.



cesos y modus operandi.

El Foro Económico Mundial recoge en su: "Informe sobre el futuro del empleo en 2018", que en 2022 el porcentaje de horas de trabajo realizado por máquinas podría alcanzar el 42%. Esto puede suponer el trasvase de hasta 75 millones de puestos de trabajo de los seres humanos a las máquinas. Si bien el mismo informe y muchos otros indican que el número de nuevos empleos puede ser aún mayor, unos y otros, los eliminados y los creados, se asocian a perfiles de trabajadores muy distintos. La mayor parte del nuevo empleo estará ligado a la economía digital y una parte significativa del mismo a seguir aumentando y mejorando las posibilidades de la automatización inteligente (es el caso de los especialistas en Inteligencia Artificial³ y aprendizaje automático, expertos en automatización de procesos, en interacción personamáquina o ingenieros en robótica). Las organizaciones y los gobiernos, sobre todo, deben ser conscientes de ello y anticipar las medidas que puedan paliar los efectos no deseados de este imparable proceso. La claves principales se sitúan en: 1) la educación; 2) la innovación que han de desarrollar las organizaciones alrededor de las Tecnologías Inteligentes; y 3) en la implantación de políticas públicas que incidan positivamente en las anteriores y desplieguen además el necesario amparo socioeconómico a quienes inevitablemente se verán desplazados o desfavorecidos por el constante avance de la automatización del trabajo.

Sin embargo, la mera incorporación de Tecnologías Inteligentes en las organizaciones no será suficiente para innovar, e innovar será imprescindible si se buscan beneficios más allá del corto plazo y mayores que el mero ahorro, que será coyuntural, además, de reducir el número de trabajadores humanos. Los mayores beneficios y de más largo recorrido vendrán de la innovación alrededor de la automatización; a lo que en el texto nos hemos referido como "Innomatización".

Hay tres factores, a su vez, que impactan especialmente en la Innomatización: 1) la adecuada incorporación de Tecnologías Inteligentes en las organizaciones; 2) la inversión en capital humano y en su formación para que la incorporación de estas tecnologías sea rentable a largo plazo; 3) y el liderazgo directivo4 y la estrategia de innovación de las organizaciones, en particular en torno a la incorporación y uso de estas tecnologías. Desarrollar estos factores en el seno de una organización es crucial para la competitividad a medio y largo plazo. Por el contrario, las carencias en uno o más de estos factores lastrarán dicha competitividad en mayor o menor medida, tal

³⁻ En los EE. UU. los empleos relacionados con la IA pasaron de representar el 0,26% del total en 2010 al 1,32% en 2019 (Artificial Intelligence Index Report 2019).

⁴⁻ Son muchos los estudios que apuntan la escasa preparación de los directivos de las organizaciones para abordar los procesos de la automatización y, en general, de la incorporación de las Tecnologías Inteligentes a las organizaciones (véase, por ejemplo: Illanes y col. [2018], donde se dice que solo el 16% de los directivos se sienten "muy preparados" para ello).



como se analiza en este documento.

Llevar a las empresas al punto virtuoso de la "innomatización" requiere un nuevo tipo de liderazgo empresarial que tiene en cuenta la importancia de la innovación permanente en torno a las Tecnologías Inteligentes y que invierte en la cualificación y recualificación de los trabajadores. La formación de los directivos, el correcto di-

mensionamiento y planificación de los primeros pasos y proyectos de automatización inteligente, la implicación de los trabajadores para que asimilen las Tecnologías Inteligentes y colaboren en la innovación basada en ellas, y el no darse por satisfecho ante una experiencia exitosa ni rendirse ante un fracaso, son consejos de sentido común, pero cuya aplicación no abunda.



INTRODUCCIÓN

La introducción de las Tecnologías Inteligentes en la sociedad y el tejido productivo es un fenómeno imparable, pero con una gran incertidumbre sobre cómo afrontarlo y cuáles serán sus consecuencias reales. En función de cómo actúen las organizaciones, este será un escenario de oportunidades o amenazas. Invertir en Tecnologías Inteligentes y en recursos humanos capaces de utilizarlas, cooperar con ellas e innovar a partir de ellas, puede resultar costoso, pero no hacerlo lo será mucho más. Incluso ante la automatización, la apuesta ha de ser la innovación, una estrategia a lo que los autores denominamos "Innomatización". Esto es lo que definirá la competitividad de una empresa a medio y largo plazo, y también lo que aliviará el impacto del desempleo tecnológico, como lo denominó Keynes en 1930.

Tecnologías Inteligentes

Las Tecnologías Inteligentes (TIs) facilitan el desarrollo de sistemas y soluciones, como productos o servicios, con una mayor autonomía, adaptación a su entorno y/o efectividad (eficiencia y eficacia) en la resolución de problemas. Centradas en la Inteligencia Artificial (IA), incluyen otras tecnologías afines y satélites, como: IoT e IIoT (el IOT industrial), blockchain, ciencia e ingeniería de datos, sistemas autónomos, biometría, bioinformática, realidad virtual y aumentada y bastantes más. Su espectacular avance se debe también al propio recorrido de las tecnologías que le dan so-

porte físico (dispositivos electrónicos, en particular) y computacional (sobre todo la computación de altas prestaciones).

Algunos de los ámbitos de aplicación más relevantes de las TIs son: industria 4.0, energía y medioambiente, salud y bienestar, inteligencia de negocio y el sector financiero y de seguros. De todos modos, nada es ya ajeno al avance de estas tecnologías. Tanto es así, que en su informe anual sobre tendencias tecnológicas para 2020,5 la consultora Gartner sitúa siete de las diez tendencias tecnológicas más estratégicas, según su potencial impacto y utilización en el próximo lustro, en el ámbito de la IA: hiperautomatización -foco principal de este texto-; multiexperiencia -relacionada con cómo las personas interaccionamos, percibimos y controlamos los dispositivos digitales y los servicios y aplicaciones del mundo digital-; democratización de la tecnología digital, simplificando en lo posible la interacción y uso de los elementos del mundo digital; ampliación y mejora de las capacidades humanas, físicas y cognitivas, a través de máquinas; transparencia y trazabilidad de los datos y de las respuestas de las máquinas que utilizamos o nos afectan de algún modo; dispositivos autónomos; y seguridad de la IA. Las restantes, por cierto, no son en absoluto ajenas a las Tecnologías Inteligentes, tal como las hemos definido. Se tratan, en concreto, de: la computación perimetral -aquella que se realiza en la propia fuente de datos o en su proximidad, como ocurre en los dis-

5- https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/



positivos IoT que procesan directamente información captada por sus sensores; la denominada "nube distribuida"; y las aplicaciones prácticas del *blockchain*.

El número de estudios e informes que están analizando el impacto de las Tls crece casi a diario. No tiene sentido que hagamos aquí una revisión amplia de los mismos, así que nos limitaremos a citar ahora un par de referencias que nos parecen especialmente interesantes:

Accenture ha analizado recientemente el previsible impacto de la IA en una docena de países desarrollados, entre ellos España.⁶ Según este informe, la IA podría doblar el crecimiento económico anual en 2035, sobre todo a través de su impacto en la automatización inteligente, una contribución más eficaz del capital humano al trabajo y el incremento de la innovación. En concreto, se considera que las tecnologías relacionadas con la IA podrían incrementar la productividad en un 40% y facilitar que las personas orienten su actividad hacia tareas con un

mayor valor añadido. En el caso de España, en concreto, este análisis estima que el país podría pasar a una tasa de crecimiento anual estimada de 1.7 % a 2.5 % a través de la adecuada integración de la IA en la economía.⁷

McKinsey, otra de las consultoras de escala global especializada en las tecnologías, considera que la IA podría incrementar el peso de la economía en el mundo en un 16%, o unos 13 billones de dólares, ya en 2030.8 Esto supone un incremento medio anual del 1.2% en la productividad a escala global. Resulta interesante destacar que por cuestiones prácticas este y otros estudios no miden en general el impacto completo de las TIs, limitándose al análisis de aquellas tecnologías de mayor impacto potencial y/o que pueden ser evaluadas de un modo más directo y fiable. En concreto, este estudio de McKinsey se centra específicamente en el aprendizaje automático que consideran más avanzado (singularmente el conocido como Deep Learning), la visión artificial, las tecnolo-

6- https://www.accenture.com/bd-en/insight-artificial-intelligence-future-growth

7- España está actualmente definiendo su estrategia nacional en IA, enmarcada en la estrategia "IA para Europa". En concreto, la UE publicó a finales de 2018 la primera edición de su Plan en IA para 2019 y 2020, bajo el título "Coordinated Plan on the development and use of Artificial Intelligence Made in Europe - 2018" (Plan Coordinado de la IA). Aunque este Plan tiene como corsé financiero el que define el actual marco de financiación europeo, la idea es que se proyecte al Marco Financiero Plurianual 2021-2027. Entre los objetivos de la UE está que el montante de inversión pública y privada alcance los 20 mil millones de euros en el periodo 2018-2020 y una cantidad superior a los 20 mil millones anuales hasta 2027. Aunque son cantidades inferiores a las de los países líderes en este momento: China y EE. UU.. la UE nunca antes había aportado tantos recursos a ningún otro ámbito científico-tecnológico. Ciertamente, esta enorme cantidad de recursos no están pensados solo para la investigación en las disciplinas más genuinas de lo que tradicionalmente hemos venido denominando IA. Primero, porque no hablamos solo de investigación sino de desarrollo, integración, innovación, actividad empresarial y pública, y además con una absoluta transversalidad a todos los sectores productivos y sociales. Segundo, porque al hablar de IA, como hemos dicho, se piensa realmente, aunque no se diga o no se le llame siempre así, en Tecnologías Inteligentes y en aquellas que amplían su alcance o le dan soporte (sea físico, computacional, de diseño de productos y servicios, etc.). Aún así, las cifras que directamente irán a impulsar la investigación en IA y, en general, en las TIs, serán enormes y fomentarán un avance del campo como nunca se ha dado a lo largo de sus más de seis décadas de vida.

8-https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Notes%20from%20 the%20frontier%20Modeling%20the%20impact%20of%20Al%20on%20the%20world%20economy/MGI-Notes-from-the-AI-frontier-Modeling-the-impact-of-AI-on-the-world-economy-September-2018.ashx



gías del lenguaje, los asistentes virtuales y la automatización de procesos robóticos, comúnmente conocida como RPA, por sus siglas en inglés (Robotic Process Automation). Centrándose en estas tecnologías, los autores del informe trabajan con modelos del impacto de las mismas en los países, sectores de actividad, empresas y trabajadores.

En lo que sigue, a veces nos referiremos a las Tecnologías Inteligentes (TIs), cuando entendamos que su carácter más general refleja mejor el ámbito tecnológico del que hablamos, y otras a la Inteligencia Artificial (IA), por ser esta la referencia usada por los documentos citados o ser de uso más generalizado. En todo caso, la gran mayoría de las veces ambas son intercambiables.

Beneficios y desafíos en la aplicación de la IA

Las organizaciones, en particular las empresas, son cada vez más conscientes de la importancia de la IA. Una encuesta reciente entre 250 ejecutivos [Davenport y Ronanki, 2018], muestra que casi tres de cada cuatro consideran que la Inteligencia Artificial transformará sustancialmente sus empresas en no más de tres años. En la misma línea apunta el informe: "Artificial Intelligence in Europe. How 277 Major Companies Benefit from Al", elaborado por EY, aunque por encargo de Microsoft [2018].9 En la medida en que nos referiremos a este informe en varios puntos de este documento, lo describiremos con algo más de detalle. Se trata de un informe realizado con información de 277 compañías, de 7 sectores, en 15 países europeos, 20 de ellas en España (a modo de ejemplo, y para ilustrar su diversidad, citaremos algunas de ellas: Aena, BBVA, Ferrovial, Globalia, Grupo Antolín, ISDIN, Mapfre y Telefónica). Dicha información fue obtenida a partir de encuestas, entrevistas y casos de estudio. Pues bien, nueve de cada diez (89%) creen que la IA puede aportar beneficios a la empresa mediante la optimización de sus operaciones y procesos; tres de cada cuatro (74%) también creen que la IA será clave en la atracción y fidelización de clientes, a través de la mejora de la experiencia de usuario, la anticipación a sus necesidades o la rapidez en la respuesta; y más de la mitad (57%) cree además que la IA tendrá un alto o muy alto impacto en áreas de negocio actualmente desconocidas para la empresa.

Una vez más, sin embargo, se pone en evidencia que una cosa es predicar y otra dar trigo, pues las empresas que están firmemente implicadas en la incorporación de la IA a su actividad son muchas menos. Según este mismo informe de Microsoft [2018], solo un 4% de las empresas cuentan a día de hoy con una contribución significativa de la IA a su actividad; otro 28% está en camino de ello, tras haber incorporado la IA a algún proceso de la compañía; la mitad (51%) están todavía en fases iniciales, en general implicadas en el desarrollo de pilotos; y el 7% restante ni siquiera están contemplando la posible incorporación de la IA en su actividad empresarial. Por otra parte, frente a una media del 32% de empresas en los 15 países

^{9- &}quot;Spain. Outlook for 2019 and Beyond", extraido del informe: "Artificial Intelligence in Europe. How 277 Major Companies Benefit from AI", elaborado por EY por encargo de Microsoft, 2018.



analizados que han avanzado más allá del desarrollo de pilotos basados en IA, en España solo son el 20% (4 de las empresas estudiadas), las que están en dicha posición.

En la misma línea, pero con datos incluso más crudos, se muestra una encuesta realizada por McKinsey a un millar de empresas. En ella se evidenció que solo un 8% de las compañías estaban inmersas en procesos de adopción generalizada de tecnologías y soluciones basadas en IA.¹⁰ Según Simon London, miembro de McKinsey Publishing, estas compañías suelen estar también a la cabeza en la digitalización o transformación digital.¹¹ Es el caso de las entidades financieras, telecos, empresas tecnológicas y medios de comunicación. En todo caso, al margen de su sector de actividad, las que son líderes son conscientes de que no se trata simplemente de incorporar tecnologías sino de incorporar las tecnologías adecuadas, con las personas adecuadas, para conseguir los objetivos deseados. En particular, London considera que las empresas que lideran con más éxito la incorporación de la IA hacen tres cosas bien: operan con equipos multidisciplinares dentro de la compañía; toman decisiones de un modo más participativo y menos jerárquico, apoyándose cada vez más en datos y algoritmos que en opiniones; y son más ágiles y menos conservadoras en la toma de decisiones.

Tener muy presentes los beneficios y desafíos de la IA es imprescindible para las organizaciones, así que citaremos algunos de los más significativos, 12 aunque sea casi telegráficamente y sabiendo que la casuística de las organizaciones es enorme

Algunos beneficios de la IA para las organizaciones

- Aumento de la productividad. La IA puede mejorar la eficiencia en la ejecución de tareas rutinarias, se automaticen parcial o totalmente, y así ayudar a las empresas a conseguir una mayor productividad.
- Mejora y optimización de los recursos: La gran mayoría de las empresas, singularmente las industriales, cuentan con infraestructuras y sistemas desfasados y apenas están empezando a optimizar sus recursos mediante el concurso de las Tls. En todo caso, los ejemplos son muchos ya, como el de Metro de Madrid, que logró reducir en un 25% el consumo de energía por ventilación utilizando la IA.
- Agilidad y precisión en la toma de decisiones. La disponibilidad de datos e información, y su uso correcto, permite tomar decisiones más ágiles, fundamentadas y valiosas. A menudo se trata de pasar de decisiones basadas en intuiciones a aquellas sustentadas en evidencias.
- Más innovación. Después hablaremos en detalle de la deseable innovación al hilo de la integración en las organiza-

^{10-&}quot;Crossing the frontier: How to apply AI for impact", McKinsey Analytics, junio de 2018.

^{11-&}quot;Getting to scale with artificial intelligence", McKinsey Digital, noviembre de 2019

⁽https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/getting-to-scale-with-artificial-intelligence)
12-Son bastantes y relevantes los riesgos de un mal uso de las TIs, en particular de la IA: cumplimiento normativo, ciberseguridad, privacidad, equidad..., pero nosotros nos centramos aquí en aquellos que afectan más directamente al trabajo.



ciones de las Tls, sobre todo de la innovación que puede acompañar o estar sustentada en la automatización.

Algunos desafíos de la IA para las organizaciones:

- Liderazgo. Este es un tema de extraordinaria relevancia y, aunque volveremos a abordarlo, queremos apuntar ya el desconocimiento relativamente común entre los directivos sobre lo que es la IA -lo hemos apuntado antes- y lo que podría aportar a sus organizaciones. Y esto a pesar de que según el informe de Microsoft [2018], el 71% de las empresas considera especialmente importante la IA para la dirección ejecutiva (solo un 38% para el consejo de administración y un 28% para el personal no directivo, por cierto). A pesar de ello, tal como se recoge en Illanes y col. [2018], solo el 16% de los directivos se sienten "muy preparados" para abordar la digitalización de sus empresas y, en particular, la automatización. Hablamos de directivos de grandes empresas, así que podemos imaginar cómo será la situación en las pequeñas y medianas.
- Objetivos. Cualquier proyecto o iniciativa que pretenda mejorar una empresa (a través de la mejora de sus pro-

ductos, sus procesos, sus servicios, su modelo de negocio...), ha de fijar primero los objetivos de mejora. Sin embargo, no siempre se hace así, y el riesgo de confundir los medios con los fines es tanto mayor cuanto más poderosos son los medios. Las Tecnologías Inteligentes son un caso paradigmático, ya que a su enorme potencial se une el desconocimiento bastante generalizado de estas tecnologías, de lo que pueden y no pueden aportar a día de hoy y de cómo utilizarlas. En este sentido, antes de acometer una incorporación significativa de Tecnologías Inteligentes es necesario tener claro: 1) ¿Cuáles son los objetivos que la organización quiere lograr?; 2) ¿Qué problemas hay para alcanzarlos?; 3) ¿Son las Tecnologías Inteligentes de utilidad para este cometido? 4) ¿Cómo se pueden aplicar y hacerlo innovando a la vez?;13 5) ¿Con qué medios se cuenta -humanos, técnicos, económicos...?; y 6) ¿Cómo evaluar los avances y el impacto del resultado? Recordemos que Pablo Picasso opinaba que las computadoras eran inútiles ya que no podían dar más que respuestas. Evidentemente esta es una afirmación muy alejada de la realidad, pero sí es cierto que las máquinas son sobre todo útiles para dar buenas respuestas a las preguntas adecuadas, y estas, de momento, debemos hacerlas las personas.

13- En un estudio realizado por la consultora McKinsey ["The innovation commitment", McKinsey Quarterly, octubre de 2019], se analizó el éxito innovador de 175 empresas, medido este a través de los rendimientos de dicha innovación en su actividad; es decir, el valor económico que la innovación produce en la empresa. La tónica general entre las compañías líder en innovación es su afán por la innovación audaz, pero plausible, y su capacidad para destinar los recursos adecuados (humanos y económicos) para lograr dicha innovación. No es todo lo necesario, ni mucho menos, pero sin ellos el resto de necesidades difícilmente entrarán en concurso (descubrimiento, evolución, aceleración, escalado, extensión y movilización, según los autores). A menudo se piensa que la innovación es una cuestión de tener buenas ideas o incluso de tener ideas felices, pero no es cierto. En primer lugar, no hay innovación si no hay éxito —un producto o servicio no es innovador si no conlleva el éxito comercial-, y no habrá éxito si las ideas no se ejecutan bien —las ideas necesitan de la adecuada aportación y gestión de los recursos necesarios para llevarlas a la acción-. En este sentido, sorprende que en el mencionado estudio se refleje que menos de un 25% de los directivos afirmó estar implicado en la especificación de los objetivos y presupuestos ligados a la innovación.



- Disponibilidad de conocimiento y experiencia. Existe una gran cantidad de conocimiento y competencias tecnológicas que las organizaciones deberían poseer para poder entender y aplicar correctamente la IA en su beneficio. Este problema se acrecienta en la medida en que escasean los profesionales y expertos en IA.¹⁴
- Datos e información. En muchos casos el uso adecuado de la IA en una organización requiere de la disponibilidad de grandes volúmenes de datos y con la calidad suficiente, algo que, aún hoy, metidos de lleno como estamos en la sociedad y economía digitales, no es viable en la mayor parte de las empresas. No debemos confundir el almacenamiento masivo de datos con la disponibilidad y calidad de los mismos. Los mejores algoritmos de aprendizaje automático o minería de datos o procesos son inútiles si son malos o insuficientes los datos que los alimentan.
- Ambición: Incluso muchas de las empresas que ya han empezado a aplicar la IA en alguna de sus actividades no son conscientes de su potencial transformador. Si bien la mesura es recomendable en los inicios, el riesgo de quedarse como portero a media salida no es menor. Un ejemplo bastante elo-

- cuente es el de integrar un chatbot para atender al cliente como antes lo hacían las personas, sin más objetivos que el prescindir de estas.¹⁵
- Integración de la IA con sistemas y procesos existentes. En general las soluciones basadas en IA no operan como compartimentos estancos, sino que han de ser integradas en las organizaciones con soluciones y sistemas preexistentes, a veces incluso como "capas de inteligencia" superpuestas a ellos. Sírvanos el símil, evidentemente exagerado, de cómo la evolución fue modelando nuestro cerebro, añadiendo nuevas capacidades sin desconectar las preexistentes.

Automatización Inteligente

Vamos ahora a ir centrando el tema de este documento en la automatización, hasta llegar a aquella basada en Tls y a la necesidad, casi más que la oportunidad, de innovar alrededor de ella. Empezaremos por aclarar de qué hablamos.

La automatización del trabajo supone realizar mediante máquinas lo que antes hacían trabajadores humanos. De hecho, cuando la tecnología simplemente apoya al trabajador, permitiéndole hacer su trabajo mejor o de forma más eficiente, estaremos hablando de herramientas de apoyo en el trabajo y no, en sentido es-

14- No tenemos datos sobre los empleados específicamente en TIs, pero sirva de marco de referencia que el porcentaje de empleados TIC en España respecto del total es del 3,2% frente al 3,9% de media en la UE (incluyendo a Reino Unido), según datos de Eurostat (información aportada por el Instituto de Estudios Económicos).

15- Sebastian Thrun es uno de los expertos más reconocidos mundialmente en IA. Fue cofundador de Udacity, una de las plataformas de formación en línea más importantes y fundador y líder durante un tiempo del proyecto de coche autónomo de Google. En una ocasión se planteó mejorar los resultados del proceso de venta en una empresa a través de un servicio de telecomercialización. Pensó que las interacciones de los comerciales con los clientes podrían analizarse mediante aprendizaje automático con el objetivo de discriminar aquellas interacciones que conducían al éxito (lograr ventas) de las que no, y predecir las mejores respuestas a las preguntas frecuentes de los clientes, instruyendo a continuación a los comerciales en su utilización. Con esta estrategia los comerciales incrementaron sus ventas nada menos que en un 54%, y pudieron atender además al doble de clientes en el mismo tiempo. Este es un nuevo ejemplo de innovación basada en el uso de las Tecnologías Inteligentes. Si en lugar de mejorar las ventas el objetivo hubiese sido reducir costes, se hubiese optado por sustituir a los comerciales por simples chatbots.



tricto, de automatización del mismo. Este es el caso de una máquina teleoperada o el navegador GPS utilizado por un taxista. Tampoco deberíamos llamar trabajo automatizado cuando lo que se realiza mediante máquinas, muchas veces computadoras, no se hacía antes por personas, en general por no estar a nuestro alcance. Ejemplos de ello son todos aquellos que manejan grandes cantidades de información, como los buscadores, la detección de fraude en tarjetas de crédito, la minería de textos en redes sociales y un etcétera que crece casi cada día.

La automatización inteligente está relacionada con el uso de Tecnologías Inteligentes (a veces llamadas tecnologías basadas en IA), para automatizar tareas que requieren inteligencia para su realización. Las TIs permiten abordar tareas complejas que requieren no solo habilidades manuales sino también cognitivas (Figura 1). De hecho, a lo largo del tiempo se ha ido avanzando desde las tareas manuales sistemáticas hasta las tareas cognitivas no sistemáticas (es el caso de la traducción automática de idiomas o los asistentes virtuales).

Entre la automatización de nuevas tareas imposibles para los humanos y la automatización completa de una tarea realizada antes por nosotros, hay toda

una gama de posibilidades que no desacoplan completamente a las personas. Esta automatización bajo supervisión humana, con humanos en el bucle, es aquella en la que la persona no es un mero observador de los resultados de una máquina, sino que integra la máquina en su modus operandi, como lo haría con otra persona a la que confiase parte de su trabajo. Por ejemplo, el MIT colabora con Inditex para predecir la demanda de ropa por parte de los clientes, utilizando para ello algoritmos de aprendizaje automático. Esta previsión llega a los responsables de las tiendas, pero no para que la sigan a pies juntillas, sino para que la modulen de acuerdo con su experiencia v criterio.

En todo caso, no debemos ignorar que en el camino entre los datos y las decisiones cada vez más son imprescindibles las máquinas inteligentes. Es más, cuanto más capaz es una tecnología más puede cambiar el entorno en el que se integra y el modus operandi alrededor de dicha tecnología o solución. Por ello, las personas han de ser capaces de integrar a las máquinas en su actividad profesional. Es el caso de un radiólogo, por ejemplo, que habrá de integrar los sistemas de diagnóstico sobre imágenes en su acto médico [Davenport y Dreyer, 2018]. 16

16- Es lo que ocurre en la actualidad con los sistemas de ayuda a la conducción y nosotros, los conductores. Para aprovechar todas las ayudas a la conducción de los coches modernos es necesario que el conductor cambie en parte su forma de conducir, atendiendo más a los datos y a los mensajes y alertas que a su intuición y experiencia. Un ejemplo, muy simple pero ilustrativo, es el proceso de aparcar. Con los sensores de proximidad y la cámara trasera, acompañada por la proyección del recorrido que hará el coche sobre la imagen de la cámara, se acabaron las referencias aprendidas, el girar la cabeza como la niña del exorcista y el aparcar de oído -es decir, a base de pequeños golpes, a veces no tan pequeños, por cierto, con los coches entre los que se intenta aparcar-. Es más, esta tecnología se está integrando en los automóviles precisamente para evitar estas situaciones incómodas y en ocasiones bastante complicadas y hasta peligrosas. Sin embargo, también hemos de ser conscientes de que en muchos casos, por un motivo u otro, iremos progresivamente quedando excluidos del proceso de toma de decisiones. Siguiendo con el ejemplo de los coches, en un vehículo plenamente autónomo, o de nivel 5, las personas nunca podremos tomar el control del coche por razones de seguridad, ya que una persona no será capaz de tomar decisiones con la velocidad con la que lo harán las computadoras de a bordo del vehículo.



La figura 2 muestra ejemplos de complejidad creciente en la automatización de tareas. Es posible distinguir más niveles y además estos tienen fronteras imprecisas, pero pensamos que a través de estos ejemplos podemos ilustrar la creciente autonomía que pueden alcanzar los sistemas de automatización inteligente.

Figura 1. Tipos de tareas en función de las competencias y habilidades requeridas y de su carácter más o menos sistemático

Capacidades y habilidades	Tipos de tareas	
	No sistemáticas	Sistemáticas
Cognitivas	Sistemas conversacionales	Sistemas expertos
Manuales	Robots autónomos	Robots industriales (soldadura, montaje)

Entre los procesos o tareas plenamente automatizados priman hoy aquellos en los que las máquinas siguen unas directrices muy precisas y preestablecidas, aunque tengan un comportamiento más o menos autónomo. Un ejemplo muy común son los robots que realizan tareas sistemáticas, generalmente en entornos de fabricación. Changying Precision Technology Company, una empresa china dedicada a la producción de teléfonos móviles, es un ejemplo impresionante de ello. En 2015, esta empresa sustituyó al 90% de sus trabajadores humanos por robots. Pasaron de 650 a 60 en un pispás. La producción aumentó un 250% y los defectos cayeron un 80%. Cada vez son más las empresas que se plantean llegar a ser fábricas "sin luz", como a veces se denomina a las fábricas completamente robotizadas, dado que los robots, al contrario que nosotros, no necesitan luz para operar. Adidas ha anunciado que va por ese camino. Otro ejemplo, en este caso con mayor autonomía en la toma de decisiones, es el trading algorítmico, o compra y venta automatizada de acciones, en el que la velocidad es uno de los parámetros cruciales, por lo que se evita que los seres humanos entren en el bucle; de hecho, es probable que el trading humano desaparezca por completo en pocos años.

El siguiente nivel en el proceso de automatización lo constituyen los sistemas que funcionan de modo autónomo en entornos no estructurados y muy dinámicos. Los coches autónomos son un ejemplo quizás paradigmático.

Finalmente, la cúspide de esta categorización la ocupan aquellos sistemas diseñados para fijar sus propios objetivos en el curso de su funcionamiento. Un ejemplo, que desgraciadamente es ya realidad, es el de las armas autónomas, capaces de decidir dónde, cuándo y contra quién utilizar su capacidad de destrucción, aunque se diga que lo harán en el marco de las órdenes establecidas por sus superiores "humanos".



Figura 2. Diferentes niveles de automatización de tareas mediante Tecnologías Inteligentes

Nivel de automatización	Ejemplos
Apoyo a personas Automatización bajo supervisión humana	Navegador GPS Sistema de diagnóstico médico
Autonomía con objetivos precisos y un entorno de operación predecible	Robot móvil en entorno industrial
Autonomía con objetivos gene- rales y un entorno de operación impredecible	Coche autónomo
Capacidad para fijarse sus propios objetivos	Armas autónomas

Fuente: Barro y Davenport [2019].

El empleo y los trabajadores en la era de la automatización

El fenómeno creciente de la automatización se ha analizado sobre todo desde su potencial impacto en el trabajo humano. Tras el estudio seminal de Frey y Osborne [2013], que conmocionó al mundo sugiriendo que el 47% de los empleos en los Estados Unidos están en alto riesgo de ser automatizados, se han publicado un buen número de informes.¹⁷ Además, y aunque unos y otros utilizan diferentes metodologías, sus cálculos sobre el impacto de la automatización en el empleo se sitúan en el mismo orden de magnitud. Según un infor-

me de McKinsey Global Institute [Manyika y col., 2017], en 2030 hasta 375 millones de trabajadores podrían necesitar cambiar de categoría ocupacional como resultado de la digitalización de la economía y la automatización inteligente. Un informe aún más reciente de la OCDE [Nedelkoska y Quintini, 2018], en el que se analizan 32 países, considera que cerca de uno de cada dos puestos de trabajo probablemente se verá afectado significativamente por la automatización -con una alta variación entre países, en cualquier caso-. En particular, afirman que el 14% de los empleos en estos países son altamente automatizables (probabilidad de automatización superior

17- El propio Frey, sin embargo, ha aclarado recientemente que no cree que esto vaya a ocurrir y que, de hecho, no es lo que realmente se decía en su archicitada publicación. Véase, por ejemplo, el artículo de "The Economist" al respecto: https://amp.economist.com/business/2019/06/27/an-accidental-doom-monger?frsc=dg%7Ce&__twitter_impression=true



al 70%). Además, otro 32% de los puestos de trabajo tienen un riesgo de entre el 50 y el 70%, lo que indica la posibilidad de que se produzcan cambios significativos en la forma en que se llevan a cabo estos trabajos como resultado de la automatización. España es el décimo país con datos más desfavorables en este sentido, con más de uno de cada dos empleos con al menos un 50% de probabilidad de automatización.

El informe del Foro Económico Mundial: "Informe sobre el futuro del empleo en 2018" calcula que de 2018 a 2022 el porcentaje de horas de trabajo realizado por máquinas pasará del 29% al 42%. Proyectando estos datos al empleo asociado a las grandes empresas de todo el mundo (excluyendo el sector agrícola), alrededor de 75 millones de puestos de trabajo pueden desplazarse de los seres humanos a las máquinas. El mismo informe estima que pueden crearse 133 millones de nuevos puestos de trabajo, pero la mayoría de ellos estarán directamente relacionados con tecnologías alejadas del conocimiento y las competencias de los trabajadores desplazados por la automatización inteligente (analistas y científicos de datos, desarrolladores de software, especialistas en comercio electrónico y redes sociales, especialistas en Inteligencia Artificial y aprendizaje automático, expertos en automatización de procesos, en seguridad

informática, en interacción persona-máquina, ingenieros en robótica, especialistas en blockchain...). Muy pocos de los que pierdan sus empleos por la automatización inteligente podrán hacerse con uno de estos nuevos puestos de trabajo. Si no actuamos con anticipación y acierto tendremos cada vez más excluidos del mercado laboral y muchos de ellos de un modo indefinido. La cronificación de esta situación no solo será inaceptable para quienes pierdan sus trabajos sin remisión sino para el conjunto de la sociedad. La sensibilidad social es cada vez mayor y se va extendiendo a los gobiernos, la justicia, 18 incluso a las empresas, pero de momento es más preocupación que acción.

Más allá del oscuro horizonte que describen los informes comentados y muchos otros, lo cierto es que la automatización está aumentando claramente su presencia en las empresas, especialmente en las más grandes. En otra encuesta realizada a finales de 2017 a unos 300 ejecutivos de empresas con más de 100 millones de dólares de ingresos anuales [Illanes y col., 2018], dos de cada tres consideran necesario reciclar o reemplazar al menos uno de cada cuatro trabajadores de sus empresas.19 Sobre cómo hacerlo aparecen diferencias significativas entre los europeos y los estadounidenses. Mientras que el 45% de aquellos creen oportuno hacerlo "solo o

18- Recientemente un juez de Las Palmas de Gran Canaria declaró improcedente la rescisión de contrato de una trabajadora de la empresa hotelera Lopesan Hotel Management. La empresa alegó despido objetivo por causas técnicas, organizativas y productivas, que el juez no consideró fundamentadas. La trabajadora llevaba más de diez años trabajando en labores de contabilidad que fueron automatizadas mediante el uso de Jidoka, un software que pertenece al ámbito de los ya citados RPA. Cuando se habla de automatización la gente piensa con frecuencia en robots capaces de realizar actividades físicas, pero lo cierto es que la mayor parte de la automatización se realiza mediante software capaz de realizar muchas tareas pautadas, sistemáticas, aunque exijan de quien las hace un conocimiento de medio o incluso alto nivel.

19- A principios de octubre de 2019 el presidente de Telefónica habló en el "Foro La Toja" de un programa para reciclar (re-skilling) y mejorar las cualificaciones (upskilling) de nada menos que 22.000 trabajadores de la compañía. Por su parte, Acciona afirma en el informe: "Spain. Outlook for 2019 and Beyond", anteriormente citado, que la compañía debe reorganizar sus recursos humanos en la medida en que una parte de los trabajos actuales serán automatizados, debiendo afrontar día a día el reto de formar a sus empleados en nuevas habilidades y competencias.



principalmente por reentrenamiento de sus trabajadores", y un 7% "solo o principalmente por contratación [de nuevos trabajadores]", en el caso de estos, los porcentajes son, respectivamente, el 31% y el 35%.

Llegados a este punto y a la vista de estos datos, creemos que conviene alertar sobre un creciente fenómeno de "deski-Iling", o pérdida de competencia, tanto personal como organizacional, provocado por el uso intensivo de las tecnologías inteligentes y la automatización de tareas cognitivas, en particular. La creciente Inteligencia Artificial que nos aportan las máquinas puede hacernos menos competentes y capaces a las personas, por perder, o ni siguiera llegar a adquirir, ciertas destrezas y competencias cognitivas importantes por ejemplo: habilidades matemáticas y de razonamiento espacial, incluso elementales; competencia en idiomas; corrección en la escritura, tanto ortográfica como en la calidad literaria de lo redactado... Esto también ocurrirá en el desempeño profesional. Pensando en la medicina, esto podría afectar a la competencia de los médicos en la exploración de pacientes, en el diagnóstico basado en imágenes y otras señales o incluso en la comunicación con los pacientes. Asimismo, también se corre el riesgo de que aumente la incompetencia en el ámbito organizacional, en la medida en que la sustitución progresiva de trabajadores derivada de la automatización haga perder a una organización ciertas capacidades especialmente valiosas, sobre todo en momentos de cambio, de gran incertidumbre o incluso de crisis.

Automatización innovadora

Los autores del libro: "Prediction Machi-

nes: The Simple Economics of Artificial Intelligence" [Agrawal et al., 2018], afirman que la IA permite reducir el coste de la "predicción", un parámetro de primer orden en muchos ámbitos de actividad. Un ejemplo sencillo, pero muy elocuente, son los chips. Estos, redujeron el coste de la "aritmética", por lo que empezamos a utilizarla más y más y para un sinfín de aplicaciones, que van desde los ámbitos científicos y militares a las cámaras digitales. En este caso, casi todo es ya aritmética, mientras que en la fotografía analógica, no tan lejana en el tiempo, nada lo era. A medida que el coste de la aritmética baja, sube el protagonismo de sus complementos -es el caso del software y el hardware propios de la fotografía digital- y baja el de sus sustitutos o alternativas -los componentes de las cámaras analógicas, por seguir con el mismo ejemplo-. MutaTls mutandis, ocurre lo mismo con las Tecnologías Inteligentes en su aplicación a la automatización. Como ya hemos comentado, empezamos utilizando las TIs fundamentalmente en la automatización de tareas manuales y sistemáticas, hasta que finalmente llegamos a tareas cognitivas no sistemáticas, que inicialmente parecían muy alejadas de una posible automatización. En este caso, lo que se devalúa es precisamente lo que sustituyen, que es el trabajo humano, y lo que se aprecia son los datos y conocimientos que soportan la automatización inteligente. Sin embargo, el trabajo humano también puede revalorizarse cuando aumenta su productividad mediante la adopción de Tls, especialmente en los casos en que la mente y la máquina colaboran. Sin duda, el complemento potencialmente más valioso de la automatización inteligente será la innovación alrededor de la misma: la



"innomatización", como le llamamos para abreviar y también para insistir en la extraordinaria importancia de ir más allá de la simple automatización del empleo.

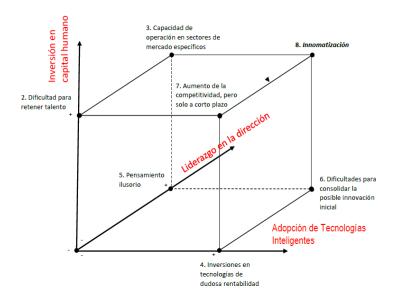
Hay tres factores que cada vez tendrán un mayor impacto en la apuesta por la Innomatización: 1) la adecuada incorporación de Tecnologías Inteligentes; 2) la inversión en capital humano y en su formación para que la incorporación de las TIs a las organizaciones sea rentable a largo plazo; 3) el liderazgo directivo y la estrategia de innovación de las organizaciones, en particular en torno a la incorporación y uso de las TIs. Estos factores tendrán cada vez más importancia, no solo en la competitividad de las empresas, sino también en su supervivencia. Gigantes tecnológicos como Google, Facebook, Amazon, Apple, Alibaba, Baidu..., que han crecido precisamente al amparo de las Tecnologías Inteligente, están invirtiendo enormes cantidades de dinero en TIs, comprando startups basadas en IA y contratando a líderes científicos en este campo. Cada una de estas empresas tienen cientos o miles de expertos realizando I+D alrededor de las TIs, algo con lo que no cuenta ninguna universidad ni centro de investigación públicos en el mundo. De hecho, hay una escasez de profesores e investigadores en lA porque están siendo reclutados para trabajar en las empresas, sobre todo en las grandes tecnológicas. Estas empresas no solo tienen cultura, conocimiento y herramientas para desarrollar y gestionar las TIs en su propio beneficio, sino que están creando estas tecnologías y a través de ellas pueden cambiar las reglas del mercado: servicios financieros, biotecnología, nuevos medios de movilidad y transporte, coches autónomos, robótica, servicios en la nube... algunas de estas empresas se convertirán en auténticos meta-oligopolios, concentrando muchos y muy diversos sectores de actividad. Por ejemplo, ¿puede Amazon ser un competidor de las tiendas de comestibles y Facebook una nueva institución financiera? La respuesta es que sí, y por el camino dejar muchos "cadáveres". Un chiste muy conocido dice: si un oso te persigue a ti y a otra persona, es suficiente con que corras más rápido que la otra persona. Pero los "grandes osos tecnológicos" no se conformarán con tragarse a uno o dos competidores, así que todos los que quieran sobrevivir deberán correr más rápido que ellos o separarse de su camino.

En la Figura 3 se muestran algunos de los posibles escenarios que responden a en qué medida (bien o mal) una organización dada desarrolle cada uno de los tres factores o dimensiones antes enunciadas. Veamos lo que puede significar para una organización el estar situada en los distintos vértices del cubo:

- 1. El primer escenario, aunque parezca mentira, se ha dado y se da en algunas empresas, normalmente pequeñas, y las aboca a la muerte más pronto que tarde.
- 2. Contar con trabajadores profesionales y bien formados ya no es suficiente para garantizar el éxito de una organización, ni siquiera en aquellas basadas en el conocimiento. Es más, un estancamiento en la actividad de una empresa suele conllevar la salida de la misma de los trabajadores más cualificados, buscando mejores oportunidades para su desarrollo profesional.
 - 3. Si el caso anterior se acompaña de







políticas adecuadas de innovación por parte de la empresa, esta puede resultar competitiva, pero solo en sectores específicos del mercado, menos propensos, al menos temporalmente, a la incorporación de Tls. Pensemos en servicios de atención personalizada a personas mayores o dependientes, o en servicios de restauración muy exclusivos.

4. Invertir en la adopción de TIs sin hacerlo también en capital humano y sin contar con estrategias orientadas a la innovación que acompañen dicha inversión, no será rentable más allá del corto plazo. Por ejemplo, reemplazar a los trabajadores con máquinas solo para reducir costes y aumentar la producción, tendrá en general un corto recorrido. De hecho, casi cualquier otra empresa del mismo sector de actividad podría hacer lo mismo antes o después, y además hacerlo mejor.²⁰ Al fin y al cabo, es más fácil para una máquina emular y superar a un experto en

20- Si, pongamos por caso, una fábrica de helados se fija como objetivo reducir costes y ver en qué medida las Tecnologías Inteligentes le pueden ayudar en ello, lo más probable es que busque cómo robotizar la producción, viendo en qué medida le puede compensar el hacerlo en función del ahorro en personal. Pero no pensará en cómo mejorar la calidad de sus helados, en su diversificación para atender los gustos de distintos mercados o en utilizar aprendizaje automático para predecir la demanda de helados en aquellos lugares en los que los comercializa, pudiendo anticipar así las medidas necesarias para su fabricación, promoción, distribución y venta. Para ello debería considerar datos relacionados con el tiempo atmosférico, épocas del año, carácter festivo o no de cada día en cada lugar, los flujos esperados de personas debido a circunstancias diversas, como grandes eventos culturales, deportivos, profesionales... Para ello se necesitan muchos datos, y han de ser relevantes para el jugo que se quiere obtener al exprimirlos, y las predicciones tienen que ser seguidas de las decisiones adecuadas y de las acciones que las llevarán a la práctica, algo en lo que en general volverán a tomar el protagonismo las personas. Si se predice un incremento de la demanda de helados en un local y esta no se saTIsface por no reforzar el personal para atender el incremento de clientes, no habremos ganado nada.



una tarea especializada de su ámbito de competencia, que el comportamiento de un bebé de un año en su interacción con el mundo.²¹

5. Una organización, aún contando con una dirección fuerte, si no invierte en capital humano y en TIs, no será una organización inteligente y tendrá un futuro poco halagüeño.

6. Invertir, incluso significativamente, en TIs, pero no en los recursos humanos necesarios para su desarrollar potenciales innovaciones basadas en ellas, para su despliegue, mantenimiento y revalorización en el tiempo, supondrá una pérdida de oportunidades para la organización y dará lugar a innovaciones efímeras.

7. Contar con recursos humanos capacitados para acompañar la adopción tecnológica, pero sin el necesario liderazgo organizacional para marcar los objetivos estratégicos de las apuestas tecnológicas, puede producir un aumento de la competitividad a corto plazo, pero también de escaso recorrido.

8. Este vértice está asociado con lo que los autores hemos llamado "Innomatización". Es la situación ideal en la que una empresa adopta Tls no para reducir costes, o no solo, sino para innovar y ser más competitiva a medio y largo plazo. Llevar a las empresas a este vértice virtuoso requiere un nuevo tipo de liderazgo empre-

sarial, que tiene en cuenta la importancia de la innovación permanente en torno a las Tecnologías Inteligentes y que invierte en la cualificación y recualificación de sus trabajadores. Citando a Brynjolfsson y McAfee [2017]: "Durante la próxima década la IA no reemplazará a los directivos, pero los directivos que usen la IA sí reemplazarán a los que no lo hagan". De hecho, no les bastará con utilizar la IA, sino que deben ser capaces de liderar la Innomatización en su organización. Al fin y al cabo, la innovación suele comenzar con buenas preguntas y esto, al menos por ahora, requiere de mentes. Sin embargo, para darles una mejor respuesta sí que debemos usar las máquinas.

Aunque los vértices del cubo son un pequeño subconjunto de un sinfín de posibilidades, estos muestran claramente el impacto que las tres dimensiones del mismo pueden tener en la competitividad de las empresas. Además, de tener que optar por movernos en una sola de las caras del cubo, pensamos que la más prometedora sería la superior, asociada a la inversión en capital humano. Esto refuerza la idea de que siguen siendo las mentes y no las máquinas el recurso más importante de las empresas, en particular las mentes que sean capaces de aprovechar al máximo las máquinas inteligentes.

Casos de uso

Veamos algunos ejemplos en sectores

21- De algún modo, esto es lo que nos dijo Moravec y que dio pie a la conocida paradoja que lleva su nombre: «comparativamente es fácil conseguir que las computadoras muestren capacidades similares a las de un humano adulto en test de inteligencia, y difícil o imposible lograr que posean las habilidades perceptivas y motrices de un bebé de un año» [Wikipedia: "paradoja de Moravec";

https://es.wikipedia.org/wiki/Paradoja_de_Moravec]



de actividad muy diferentes, donde estas tres dimensiones podrían actuar armónica y virtuosamente:

1) Hostelería. Arellano y otros [2017], describen una cadena de restaurantes de comida rápida que utilizó Tecnologías Inteligentes para impulsar un cambio exitoso en el rumbo de la empresa. Así lo reflejan el incremento del 100% en la satisfacción declarada por los clientes, una mejora media en la velocidad del servicio de 30 segundos y un 5% de incremento en las ventas en el local donde desarrollaron un piloto. Esta compañía tenía una rotación de sus empleados significativamente mayor que otras compañías del sector. El proyecto se planteó conocer mejor el comportamiento de sus empleados como una una forma de reducir su rotación y, a partir de ello, mejorar la experiencia del usuario y aumentar los beneficios. Para ello se partió de la identificación de un centenar de variables potencialmente relevantes para conocer el rendimiento de una parte de los trabajadores, en concreto de los que trabajan cara al público. Estas variables fueron apuntadas por los empleados, especialmente los altos directivos, de acuerdo con su experiencia, aunque luego no todas se demostraron significativas. Esta fase es crítica, ya que la calidad de los datos y su representatividad condicionan absolutamente la calidad de los resultados, algo que debemos tener presente en cualquier proyecto que acometamos. Las variables se organizaron en tres bloques, relacionados con: las personas contratadas y sus características; la gestión de los trabajadores; su actividad (con qué hacen). Una parte

significativa de la información fue obtenida a través de la monitorización mediante sensores, usando una tecnología que hace solo unos años no era viable. Finalmente, los datos fueron procesados mediante regresión logística y modelos de aprendizaje no supervisado para determinar la relación entre las variables utilizadas y los resultados o mejoras deseadas, lo que permitió orientar mejor la toma de decisiones en la compañía. Tras esta experiencia exitosa esta empresa se plantea extenderla al conjunto de sus trabajadores.

Otro ejemplo en este sector es el del Grupo Hotusa, un conjunto de empresas del sector turístico, que hace algún tiempo utiliza un software inteligente de "pricing", o fijación de precios para las habitaciones de sus hoteles, lo que le permite mejorar los beneficios respecto al sistema tradicional. Evidentemente, cuando se propusieron acometer este proyecto no pensaron en cómo ahorrar en personal automatizando el proceso de fijación de precios, sino en cómo aumentar los beneficios anticipando la posible demanda de sus clientes.

2) Seguros. Muchas empresas mantienen una comunicación continua con sus clientes, y aunque cada vez se hace más a través de soportes digitales, como el correo electrónico o las redes sociales, todavía una parte significativa de la misma se realiza vía correo postal o incluso a través del fax. De este modo, las empresas que trabajan con un gran número de clientes o usuarios (financieras y aseguradoras, administraciones públicas, hos-



pitales, universidades...) suelen recibir diariamente miles de documentos físicos. La gestión de estos documentos requiere mucho tiempo y recursos, y a menudo se convierte en una fuente de errores y complicaciones, por lo que las empresas, sobre todo las más grandes, están optando por su automatización. Es el caso de Generali Group Switzerland, que cuenta con más de un millón de clientes y pertenece al gigante italiano Generali. Pero las empresas que quieran recorrer este camino deberían hacerlo no solo para ahorrar costes, sino para dar un mejor servicio a sus clientes o usuarios y aprovechar la incorporación de esta tecnología para innovar. Por ejemplo, aplicando aprendizaje no supervisado para detectar grupos de documentos que requieran una gestión especial o la atención singularizada a un tipo de clientes; o utilizando analítica de procesos de negocio (BPA en sus siglas en inglés), para analizar lo que ocurre con estos documentos mientras se gestionan, con el fin de hacer más eficiente el proceso. Se trata, en definitiva, de adoptar un enfoque transformacional y no meramente incremental.

3) Formación de trabajadores. Los bots están penetrando rápidamente en el mundo de la empresa y de las administraciones públicas. En general atienden las consultas del cliente, pero también pueden orientarse a consultas técnicas por parte de los empleados de una organización. De hecho, un problema muy común, más en las empresas que tienen

una alta rotación de empleados, es cómo disponer del conocimiento, en particular el que o no está documentado o no es fácilmente accesible por no estar adecuadamente organizado y/o informatizado. La empresa Zapiens ha desarrollado una solución innovadora, llamada Zap, en la que las consultas de un empleado se intentan resolver en primera instancia a través de un bot conversacional, pero en ciertos casos el bot dirige la consulta a otro empleado que aparentemente podría resolverla bien.²² Este es un buen ejemplo de Innomatización. En lugar de integrar la tecnología para automatizar sin más la resolución de consultas en el ámbito de la organización, se integra a las personas en el proceso, haciéndolo más eficaz. Para ello Zap integra en su sistema procesamiento de lenguaje natural para dialogar con los usuarios y aprendizaje automático para aprender de ellos. Como dice Daniel Suárez, CEO de Zapiens y uno de los fundadores de la empresa: "Zap analiza las preguntas del usuario y si dispone de la respuesta la da; en otro caso la redirige a un compañero [humano] que potencialmente sabe la respuesta. Además, el robot aprende a partir de la interacción con sus usuarios y del conocimiento de la formación en línea que reciben los empleados de la organización, de modo que sabe también quién sabe qué".

4) Educación. Georgia Tech utiliza en algunos de sus cursos en línea asistentes virtuales de enseñanza (VTA, en sus siglas en inglés). El primer VTA, al que

²²⁻ Según datos aportados por Zapiens, relativos a una gran empresa cliente, durante 2019 la media de preguntas respondidas directamente por Zap ha sido del 65% (dos de cada tres). De las restantes, el 37,5% fueron contestadas por personas de la empresa, tras haberles redirigido a ellas las consultas pendientes de respuesta. Por tanto, al final Zap ha conseguido responder saTIsfactoriamente tres de cada cuatro consultas.



llamaron Jill Watson, implementada en la plataforma Watson de IBM, fue utilizada por primera vez en 2016, respondiendo con éxito a las preguntas más frecuentes de los estudiantes y sin ningún tipo de interacción humana. Los VTA interactúan con miles de estudiantes, ahorrando un tiempo muy significativo a los profesores, pero pueden ir más allá y ser recursos importantes en procesos de innovación educativa. Por ejemplo, actuando de modo proactivo para verificar la correcta comprensión por parte de los estudiantes de los contenidos educativos que utilizan, sin esperar a intervenir solo cuando son consultados; o, tal como lo hace Zap, para redirigir ciertas preguntas a profesores o compañeros supuestamente conocedores de las respuestas; incluso para organizar sesiones de tutorización colectiva a grupos de estudiantes que tienen dudas similares.

5) Servicios geoposicionados. Situm Technologies, una spin-off de la cual Senén Barro es uno de los fundadores, desarrolló una tecnología que rastrea con precisión la ubicación de personas y dispositivos a través de teléfonos móviles dentro de edificios, como hospitales, aeropuertos y fábricas, a cuyo interior no llega la señal de GPS. Una de las primeras aplicaciones de esta tecnología sirvió a una empresa de seguridad para monitorizar las rutas de sus guardias de seguridad y conocer su posición en todo momento. De este modo se puede saber el número de guardias estrictamente necesario para atender una instalación de acuerdo con las demandas del cliente. Pero podemos pensar también en que esta tecnología sirva para guiar a los guardias en situaciones de emergencia dentro de las instalaciones, tales como incendios o asaltos y así plantear una clara mejora en las condiciones de trabajo y de seguridad de los empleados.

6) Comercio electrónico. El sector del comercio electrónico y la venta online de productos sigue creciendo año tras año, ofreciendo una excelente oportunidad para todo tipo de empresas. Sin embargo, un 10% de los productos que se compran por este medio suelen devolverse. La empresa india de comercio electrónico Myntra Design ha analizado medio millón de ventas de artículos en su página web y ha creado un algoritmo que predice la probabilidad de que un producto previamente comprado sea devuelto. Por ejemplo, cuando el carrito de la compra tiene más de cinco productos hay un 72% de probabilidades de que se devuelva alguno de ellos. Mucho más lejos quiere ir todavía Amazon, según nos cuentan Agrawal y col. [2018], en su libro: "Prediction Machines. The Simple Economics of Artificial Intelligence". En concreto, este gigante mundial del comercio electrónico, cuyo modelo de negocio puede resumirse en: "Shoppig-then-shipping" ("compras y luego te envío"), hace tiempo que ha incorporado modelos predictivos basados en IA anticipar sus posibles compras. Incluso la empresa se plantea en el futuro poder enviar a sus clientes artículos que estos podrían llegar a comprar en caso de que se los enviasen a sus casas sin haberlos pedido previamente. La idea es darle la vuelta al modelo de negocio, y pasar al "te envío y luego compras", o "shipping-then-shopping". Obviamente, en caso de que el cliente no quiera lo que



se le ofrece, podría devolverlo sin ningún coste o penalización. En todo caso, en el momento en que las devoluciones sean tan pocas que los gastos que conlleven sean menores que los beneficios de los envíos exitosos, ya podemos prepararnos.

- 7) Mantenimiento. Blinker es una empresa de mantenimiento de Alicante que utiliza un bot conversacional para proporcionar información de sus productos a más de 300 vendedores de su red de comercialización. Este chatbot ha sido desarrollado por 1MillionBot (de cuyo consejo de administración forma parte Lasse Rouhiainen) para responder a las consultas de los vendedores de forma interactiva y mostrando información de los productos referenciados en una pantalla. El chatbot de Blinker ya ha atendido más de 6.000 consultas, permitiendo un gran ahorro de tiempo y una mejora significativa en la productividad de la empresa.²³
- 8) Comercio al por menor. Las tiendas y los supermercados ya comienzan a aplicar IA en la gestión de sus existencias. Por ejemplo, la cadena de supermercados Prisma en Finlandia ha empezado a utilizar un robot llamado "Rolle" que revisa y analiza las estantes para verificar si los precios son correctos y si se necesita reposición de artículos. Hasta aquí serían labores que podrían hacer las personas, pero el robot genera además una gran cantidad de datos que pueden ser explotados informáticamente, obteniendo una información de gran valor para una gestión más eficiente de los productos a co-

mercializar.24

Pensar antes de automatizar

No queremos acabar sin dar algunas recomendaciones sobre cómo abordar la integración en las organizaciones de las TIs. No es fácil, ya que no hay una receta para la Innomatización, al menos no una única e infalible. Necesitaríamos un libro de cocina completo o incluso una enciclopedia. En cualquier caso, la experiencia de los autores en la transferencia de conocimiento y tecnología a organizaciones públicas y privadas y el asesoramiento en la adopción de Tecnologías Inteligentes en general, nos lleva a centrarnos en los siguientes puntos:

Suele ser útil comenzar con un programa de formación para la dirección. Basándonos en nuestra experiencia, se suelen dar dos tipos de comportamientos opuestos, pero igualmente negativos, cuando los directivos no están adecuadamente formados para liderar la adopción de las Tecnologías Inteligentes en su organización: que subestimen el potencial de estas tecnologías y pierdan oportunidades; que las sobrestimen e inicien proyectos demasiado ambiciosos y costosos, malgastando recursos y a veces generando anticuerpos en la organización que se vuelvan en contra de la posible realización de nuevos proyectos, incluso de aquellos razonables. Por eso es tan importante que las organizaciones formen a sus directivos y juntas directivas en lo que son las TIs y en sus potenciales usos, beneficios y riesgos. De mismo modo, es fundamental que todas las empresas empiecen a familiarizarse con la transforma-

23-https://alicanteplaza.es/blinker-apuesta-por-la-inteligencia-artificial-con-el-primer-chatbot-del-sector-del-mantenimiento

24- https://insinoori-lehti.fi/artikkelit/robotti-inventoi-myymalaa/



ción digital y a entender la importancia de los datos, ya que muchas veces las ideas más innovadoras para productos y servicios nuevos basados en IA pueden venir de los mismos trabajadores.

2. Elaborar una hoja de ruta para las iniciativas tecnológicas donde las personas tengan el mayor protagonismo. Como en cualquier otro proyecto, la implementación de una iniciativa de automatización inteligente requiere tener una hoja de ruta que describa los objetivos, los recursos necesarios y el calendario de implementación. Una buena hoja de ruta debe ayudar a la organización a anticipar los beneficios potenciales, más allá de los más obvios, y debe incluir una estrategia de comunicación, tanto interna como externa, algo esencial para mantener el compromiso y la confianza de los trabajadores, clientes y proveedores, especialmente cuando los proyectos de automatización inteligente puedan conllevar una reducción de puestos de trabajo. En la fase de elaboración de la hoja de ruta es recomendable investigar cómo otras empresas aplican la IA en su sector, o en otros sectores, en particular buscando ejemplos donde se haya aplicado con éxito.

3. Si la empresa no tiene suficiente experiencia en el desarrollo de proyectos basados en Tecnologías Inteligentes es mejor **empezar con proyectos que no sean demasiado ambiciosos o costosos** y que permitan sobre todo adquirir experiencia a través de su diseño e implantación y de la evaluación de su rendimiento. Incluso Amazon ha tenido problemas con sus proyectos de tiendas Amazon Go y de entrega de pedidos a través de drones, por lo que está tardando más tiempo del esperado en desplegarlos. Quizás por eso Jeff Bezos, CEO de Amazon, dice que muchas de las inversiones de la empresa en aprendizaje automático se centran en "mejorar silenciosa pero significativamente las operaciones básicas". Parece sensato.

Pensando en acometer progresivamente un proyecto complejo y ambicioso, veamos el caso de una empresa que desee mejorar la relación con el cliente a través de asistentes virtuales. Sin duda podría usarlos para responder a las preguntas de los clientes de forma inmediata y las 24 horas del día. Pero también incorporarles modelos de aprendizaje automático para reconocer la "voz del cliente" desde el centro de llamadas o motores de recomendación para enviar promociones a ciertos perfiles de clientes.

Hacer uso de una estrategia por fases e incremental para integrar soluciones inteligentes en las organizaciones facilita replantear el trabajo de las personas y capacitarlas para sus nuevos roles. Incluso en los casos en los que el objetivo sea automatizar tareas que antes realizaban personas, los flujos de trabajo clave deben diseñarse o rediseñarse centrándose en

25- En 2016 The Guardian titulaba así un artículo: "World's largest hedge fund to replace managers with artificial intelligence", hablando de la intención de Bridgewater Associates LP, el mayor gestor de inversiones del mundo, de usar Inteligencia Artificial para automatizar la gestión diaria —por ejemplo, en la contratación y despido de trabajadores-, ahorrando tiempo y eliminando los sesgos emocionales humanos en la toma de decisiones. A pesar de lo desafortunado del titular y del tratamiento de la noticia, es posible que la propia empresa haya tendido bastante que ver en ello, ya que otros medios de comunicación, como The Wall Street Journal ("The World's Largest Hedge Fund Is Building an Algorithmic Model From its Employees' Brains"), la presentaron de un modo semejante.



la división del trabajo y en la colaboración entre personas y máquinas, aumentando la productividad del trabajo humano en colaboración con estas. El rendimiento de la inversión no debe calcularse únicamente en términos de eficiencia, sino de la eficacia potencial derivada de la innovación resultante.

Finsa, una gran empresa del sector de transformación de la madera, desarrolló en colaboracion con el CiTIUS y el CES-GA (Centro de Supercomputación de Galicia) un proyecto de control automático de una parte de los procesos de su planta OREMBER, situada en el polígono industrial de San Cibrao das Viñas (Ourense). A través de aprendizaje automático se logró aumentar sensiblemente la eficiencia del proceso de secado de la fibra de madera utilizada en la construcción de tableros. La ejecución de este proyecto de automatización inteligente, desarrollado a lo largo de algo más de dos años, ha dado la confianza y la experiencia a la empresa para acometer un proyecto mucho más ambicioso de integración de TIs en toda la planta, algo que tiene previsto realizar a lo largo de los próximos cinco años.

4. Es imprescindible identificar a los trabajadores de la empresa que intervendrán en el diseño e implementación de los proyectos, a los que adoptarán, adaptarán y se adaptarán a las soluciones desarrolladas y a quienes capacitarán al resto del personal en su uso y operación. Para innovar permanentemente en torno a la automatización inteligente es necesario contar con profesionales de la empresa, formados adecuadamente, y no solo "alquilarlos" a empresas de

consultoría y desarrollo de soluciones. Por ejemplo, el diseño y mantenimiento de los bots conversacionales requiere de un profundo conocimiento del negocio para el que se diseñan, así como de las necesidades e intereses de sus usuarios (sean clientes o trabajadores de la organización), más allá del idioma que usen y de las variantes locales del mismo. Por eso, aunque sea razonable encargar su diseño a empresas especializadas, no debe ser para desentenderse de lo que ocurra hasta que dicho servicio esté integrado en la organización. No es tan sencillo como instalar una máquina de venta automática, que basta con enchufarla.

5. Por supuesto, las tecnologías utilizadas deben ser adecuadas para el provecto de automatización, pero también deben facilitar su mejora a lo largo del tiempo y el control de posibles riesgos, como la ciberseguridad. Las tecnologías inteligentes están mejorando rápidamente, lo que significa que la innovación basada en la automatización inteligente debe ser continua y no episódica. Por ejemplo, los recientes avances en la generación de lenguaje natural permiten a las organizaciones incorporar informes narrados en sus aplicaciones de inteligencia empresarial, haciendo legible la información técnica, en particular para los no expertos en la materia. Compañías líderes como USAA, una compañía de seguros y servicios financieros, están trabajando a través de múltiples líneas de sistemas conversacionales, asistentes virtuales y generación de lenguaje natural (narrativas) para facilitar una mejor comunicación con los clientes.



Pueden las pymes beneficiarse de las TIs?

Muchos de los ejemplos que hemos puesto de empresas que han innovado alrededor de las TIs son de pymes. Lo hemos hecho así con intención, precisamente para evidenciar que las ventajas derivadas de la transformación digital y, en particular, la incorporación de Tecnologías Inteligentes, no son exclusivas de las grandes empresas. Las TIs están demostrando un gran potencial en el desarrollo de productos y servicios innovadores, el márquetin, la comercialización o la atención al cliente. Todo ello es potencialmente útil para cualquier empresa, independientemente de su tamaño. Por otra parte, las recomendaciones que hemos hecho en el apartado anterior no son tampoco exclusivas para las grandes empresas. Todos sabemos que incluso las empresas más pequeñas, y casi en cualquier sector de actividad, no pueden vivir hoy ajenas a Internet. Lo mismo diremos en muy poco tiempo en relación a las Tls. Además, las Tecnologías Inteligentes son cada vez más asequibles. Son muchos ya los algoritmos, el software y las plataformas de IA de libre disposición o con costes asumibles para empresas pequeñas. También lo son la computación en la nube. las GPUs o incluso el hardware dedicado, al menos si los requerimientos computacionales no son muy altos. Ocurre también con muchos servicios basados en IA, como los asistentes virtuales, que tanto se están popularizando. Además, son muchos ya los productos y servicios que integran Tecnologías Inteligentes que resuelven para nosotros problemas complejos sin la necesidad de utilizar equipos costosos ni tener una formación especializada; básicamente operan en la sombra, de modo imperceptible.²⁶

Y para concluir, insistir

Para ser competitiva una empresa ha de moverse al menos a la misma velocidad que "su mundo". El problema es que los mercados no son cautivos ni compartimentos estancos, algo que evidencian aún más las tecnologías, en particular las Tecnologías Inteligentes. Las buenas noticias son que estas tecnologías son catalizadoras y amplificadoras de la innovación; eso sí, la innovación, como las preguntas, todavía las hacemos las personas. Además, mientras que formar a un profesional especializado y competente en su ámbito de trabajo requiere mucho tiempo, el acceso a las tecnologías se está universalizando (por disponibilidad, coste, facilidad de replicación, etc.), por lo que automatizar sin más no supondrá en general una ventaja competitiva de largo recorrido. Podemos acabar perdiendo la ventaja y perdiendo a las personas.

26- Un ejemplo paradigmático y cotidiano ya, es el de las cámaras fotográficas o de vídeo. Muchos móviles incorporan IA a sus cámaras, de modo que consiguen poco menos que "profesionalizar" al común de los usuarios. Por ejemplo, gracias al reconocimiento de escenas son capaces de diferenciar entre personas, animales, objetos, tanto estáticos como en movimiento, y múltiples tipos de escenas, obteniendo una gran calidad del resultado en la mayor parte de las situaciones y sin que nos demos cuenta.



REFERENCIAS

Agrawal, A., Gans, J. y Goldfarb, A., "Prediction Machines. The Simple Economics of Artificial Intelligence", Harvard Business Reivew Press, 2018.

Arellano, C., DiLeonardo, A. y Felix, I., "Using people analytics to drive business performance: A case study", McKinsey Quarterly, July 2017.

Senén Barro y Thomas H. Davenport, "People and Machines: Partners in Innovation", MIT Sloan Managment Review, 60 (4), 22-28, 2019.

Brynjolfsson, E. y McAfee, A., "Artificial Intelligence, for real", Harvard Business Review, 2017

Davenport, T. H. y Ronanki, R., "Artificial Intelligence for the Real World", Harvard Business Review, 2018.

Davenport, T. H. y Dreyer, K. J., "Al Will Change Radiology, but It Won't Replace Radiologists", Harvard Business Review, 2018.

Frey, C. B. y Osborne, M. A., "The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?" Technological Forecasting and Social Change, no 114, January, pp. 254-280, 2013.

Illanes, Pablo, Lund, Susan, Mourshed, Mona, Rutherford, Scott y Tyreman, Magnus, "Retraining and reskilling workers in the age of automation", McKinsey Global Institute, January 2018.

Manyika, James, Lund, Susan, Chui, Michael, Bughin, Jacques, Woetzel, Jonathan, Batra, Parul, Ko, Ryan y Sanghvi, Saurabh, "Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation", McKinsey Global Institute, December 2017.

Nedelkoska, L. y Quintini, G., "Automation, Skill Use and Training", OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202, OECD Publishing, París, 2018.

Raymond Perrault, Yoav Shoham, Erik Brynjolfsson, Jack Clark, John Etchemendy, Barbara Grosz, Terah Lyons, James Manyika, Saurabh Mishra y Juan Carlos Niebles, "The Al Index 2019 Annual Report", Al Index Steering Committee, Human-Centered Al Institute, Stanford University, Stanford, CA, diciembre 2019.



Documentos do Foro Económico de Galicia

Un dos obxectivos fundamentais do Foro é poñer á disposición da Sociedade unha colección de documentos onde se conxuga a análise da situación actual con propostas de cambio e mellora. Os documentos pretenden contribuir a enriquecer o debate público en materia económica en Galicia. A responsabilidade de cada documento é das persoas que o asinan. O Foro só asume a responsabilidade sobre os documentos consensuados e asinados polo colectivo. Dende Marzo de 2014 ata Decembro de 2018 o editor dos documentos foi Albino Prada Blanco; dende Xaneiro de 2019 o editor é o membro nato do Foro, José Francisco Armesto Pina.

Documentos publicados

29/2019-

Innovación y Tecnologías Inteligentes

28/2019-

Infraestructuras Viarias: Inversión y Tarificación

27/2019 -

Planificación e proxección do sector vitivinicola de Galicia:

Realidade, desafios e retos

26/2018 -

Os retos para a Galicia do Século XXI

No sistema europeo de transporte marítimo-terrestre

25/2018 -

El impacto de la reestructuración bancaria sobre la concentración

y la exclusión financiera en España y Galicia

24/2018 -

Turismo Rural: diagnose e propostas

23/2018 -

Diagnóstico actual e propostas de futuro para a dixitalización

en Galicia

22/2017 -

Unha estratexia para a Galicia rural do século XXI.

Diagnóstico e propostas para o debate

21/2017 -

Unha estratexia industrial para Galicia.

20/2017 -

Desafios dunha sociedade avellentada e en declive: Desequilibrios territoriais e prestacion de servizos.

19/2017 -

Galicia diante da reforma do sistema de financiamento autonómico.



Documentos publicados

18/2016 -

Novas demandas para o rural galego.

17/2016 -

A I+D+i Empresarial en Galicia: Dez mensaxes e unha proposta.

16/2016 -

Galicia, a perspectiva internacional.

15/2016 -

La formación profesional dual en España.

14/2016 -

O capital risco e outras fontes alternativas de financiamento das empresas galegas. 13/2015 -000

O Complexo Lácteo Galego nun mercado liberalizado. Extratexias e políticas ante a desaparición do sistema de cotas na UE.

12/2015 -

Sobre o risco de estancamento na economía Europea.

11/2015 -

Os cambios no modelo territorial: o seu impacto fiscal en Galicia.

O sector forestal en Galicia: problemática actual e perspectivas futuras.

9/2014 -

Desequilibrio exterior, modelo competitivo y recuperación económica.

8/2014 -

Galicia: bases para una estrategia marca-país y líneas de trabajo para su acción exterior.

7/2014 -

¿Qué futuro demográfico nos agarda e como pode incidir no noso benestar? 6/2013 -

Internacionalización, políticas y crecimiento.

5/2013 -

Mejorando la Eficiencia de la Política de infraestructuras.

4/2013 -

O fondo de compensación interterritorial: Unha proposta desde Galicia.

3/2013 -

O sector alimentario en Galicia: desafíos e oportunidades. Cales deben ser as prioridades?.

2/2013 -

Análisis y propuestas para una estrategia de futuro para el sector naval en Galicia.

1/2013 -

Chaves para o aproveitamento marítimo -Portuario- Loxístico de Galicia.

Documentos descargables en:

http://www.foroeconomicodegalicia.es



www.foroeconomicodegalicia.es

••••• O Foro Económico de Galicia é unha plataforma de transferencia de coñecemento en materia económica dende as empresas e universidades galegas á sociedade e aos espazos de decisión pública. O Foro integra a profesores e investigadores, empresarios e directivos representativos dos diferentes sectores e áreas de Galicia, e xornalistas galegos de referencia.













































//ABANCA



INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍAS INTELIGENTES

DOCUMENTO 29 / 2020

Autores: Senén Barro Lasse Rouhiainen