Foro económico de Galicia

UNHA ESTRATEXIA EN IA PARA A EMPRESA GALEGA

Documento 36 / 2022

Autor:

Senén Barro Ameneiro (USC)

Luis Otero González (USC)

Luis Pérez Freire (Gradiant)

Oscar González Represas (ITG)

Manuel Rodríguez Fernández (Deloitte)

Marcos Torres (USC)

www.foroeconomicodegalicia.es

UNHA ESTRATEXIA EN IA PARA A EMPRESA GALEGA

AUTOR:

SENÉN BARRO AMENEIRO (USC)
LUIS OTERO GONZÁLEZ (USC)
LUIS PÉREZ FREIRE (GRADIANT)
OSCAR GONZÁLEZ REPRESAS (ITG)
MANUEL RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (DELOITTE)
MARCOS TORRES (USC)

ÍNDICE

1. Introducción
2. ¿Qué potencial económico atribúese ao despregamento da inteli-xencia artificial?
3. A IA no sector empresarial
4. O efecto sobre o emprego. A necesidade de incorporar talento nas empresas
5. Estratexias dos gobernos en IA
5.1. Directrices da comisión europea
5.2. Políticas do goberno de españa
5.3. A estratexia galega de IA (EGIA)
5.4. O rol dos gobernos fronte á IA
5.5. As propostas dos gobernos fronte á IA
6. O papel da IA na empresa e viceversa
6.1. Mellorar o que facemos
6.2. Reinventar o que facemos
6.3. O papel da empresa na IA
6.4. O camiño a seguir
7. Situacion actual e potencial da IA no tecido produtivo galego
7.1 Situacion actual no marco xeral. A súa correspondencia en Galicia
7.2 Aplicabilidade da IA. Ámbitos e casos de éxito
7.3 Valorización da IA. Un novo modelo de negocio nas empresa
7.4 Cadea de valor da IA en Galicia
7.5 O camiño a seguir. Propostas para as empresas e emprendedores desde as propias empresas
7.6 Dificultades na aplicación da IA
8. Propostas e recomendacións

RESUMO EXECUTIVO

1. *A repercusión que a IA esta a ter en múltiples ámbitos económicos e sociais, levou a que os gobernos de diferentes países estean a deseñar ou aplicar estratexias específicas ao redor deste ámbito científico-tecnolóxico. En decembro de 2020 España puxo en marcha a súa Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA), cuxo obxectivo principal é vertebrar a acción das distintas administracións e proporcionar un marco de referencia e impulso para o sector público e privado. A nivel autonómico, Galicia aprobou en xuño de 2021 a Estratexia Galega de Intelixencia Artificial 2021-2030 (EGIA), cun obxectivo moi concreto: converter a Galicia nunha rexión intelixente.*

2. *Na primeira parte do estudo introdúcense consideracións xerais sobre o potencial económico da IA, o desenvolvemento e impacto económico da IA no sector empresarial o efecto sobre o emprego Os estudos realizados por consultoras de primeiro nivel estiman un impacto económico moi positivo da IA, que chega a duplicar a taxa de crecemento do PIB estimado, e que está impulsado sobre todo por tres factores: Aumento da produtividade froito da maior eficiencia; resolución de novos problemas; e oferta de servizos e produtos baseados ou mellorados pola IA. O efecto non será homoxéneo en tódolos países debido, fundamentalmente, á diferente estrutura empresarial e sectorial, de xeito que nalgúns países (Finlandia, EE. UU., Alemaña, e algúns outros) estímase un impacto no PIB do 3% adicional fronte o 0,86% previsto para España.*

Para ser disruptores é moi importante contar con empresas que adopten unha estratexia temperá (early adopters), con sectores produtivos innovadores, así como destinar recursos financeiros suficientes e contar co talento que se precisa para implementar as tecnoloxías vencelladas á IA.

Entre os sectores líderes no uso de IA atópase o sector financeiro, as telecomunicacións, onde ademais está previsto que sigan realizando investimentos moi importantes nos próximos anos; tamén o automóbil, transporte e loxística e enerxía, aínda que cun investimento previsto menor. A sanidade e o turismo tamén experimentarán unha gran expansión. Moitos destes sectores están ben representados en Galicia, de aí a necesidade de que a nosa comunidade impulse de forma decisiva a IA.

Deixar de apostar pola IA pode supoñer un risco estratéxico. Sen embargo, as empresas consideran que non están preparadas, que carecen do talento preciso para implementar a IA e tamén dunha suficiente formación dos cadros directivos. Non obstante, unha porcentaxe elevada das empresas apostan pola súa implantacion, segundo se desprende do informe Mazars (2021).

En xeral, os estudos empíricos mostran que os efectos provocados pola Intelixencia Artificial son unha mellora na eficiencia dos procesos, a xeración de coñecemento, a transformación dos modelos de negocio, a mellora do rendemento operativo, maiores rendementos financeiros, aumento da eficacia da mercadotecnia e mellora da sustentabilidade.

As principais barreiras das empresas

para a implementación da IA son a falta de estratexia, de recursos financeiros e de talento e liderado, así como o feito de que as áreas funcionais non estén integradas.

A estratexia galega deberá ser suficientemente ambiciosa se non se quere perder o tren da IA.

A IA ten en xeral un baixo nivel de adopción nas PEMES galegas, por debaixo da media española, aínda que sitúase lixeiramente por riba da media da Unión Europea. Tan só un 7% das PEMES españolas usan estas tecnoloxías, e Galicia sitúase nun nivel intermedio, estando por detrás das rexións mediterraneas, Madrid, Castela-León e País Vasco.

As habilidades que se requiren por parte dos traballadores mudarán considerablemente nos próximos anos e será preciso recapacitar a boa parte da forza laboral, incluindo ó persoal directivo.

3. *Seguidamente, o estudo aborda as diferentes estratéxias dos gobernos para impulsar o uso e o desenvolvemento da IA. A maioría dos países europeos adoptaron plans ou estratexias de IA. No seo da UE a revisión do Plan Coordinado sobre IA (2021) avogou pola promoción do desenvolvemento da IA centrada no ser humano, sostible, segura, inclusiva e fiable.*

O marco político en España reflíctese na ruta dixital publicada en 2019 (España Dixital 2025) e, moi especialmente, na Estratexia Nacional de Intelixencia Artificial (ENIA), que define 6 eixos estratéxicos sobre os que se trazan diversos obxectivos tamén estratéxicos, que deberán consolidarse ata 2025. Debe terse en conta tamén que estase a tramitar a Artificial Intelligence Act, COM(2021), que terá unha clara influencia, tanto no marco político como normativo actual.

A estratexia Galega de IA (EGIA), ten, entre outros obxectivos, o de impulsar a adopción da Intelixencia Artificial desde o sector público, en concreto a través da posta en marcha de programas de colaboración público-privada e da implantación de infraestruturas que fortalezan a dispoñibilidade, a interoperabilidade e a calidade dos datos.

Sendo conscientes da transformación que traerá a IA e coñecendo a complexidade da súa aplicación, os gobernos deben asumir un rol de liderado, propiciando un ecosistema activo no que o talento, a investigación, os provedores de servizos e o tecido empresarial dispoñan de instrumentos de colaboración, axudando á cidadanía a comprender a IA, e guiando ás empresas para a súa aplicación nos seus negocios.

4. *O estudo tamén ofrece una visión sobre o papel da IA na empresa e, á vez, da influencia da empresa no seu desenvolvemento.*

O maior potencial da IA reside naqueles eidos nos que a aplicación da IA ten a capacidade de reinvención mediante a creación de novos procesos, servizos, produtos, ou habilitando modelos de negocio radicalmente diferentes, dando lugar, polo tanto, a fondas transformacións, ás veces disruptivas, con potencial de mudar por completo paradigmas empresariais e impactar a nivel social. En contraposición coa automatización intelixente, neste caso a aplicación da IA está orientada á creación de novo valor.

A IA está a reinventar diferentes ámbitos económicos, tecnolóxicos e sociais, posibilitando a creación de valor a través de novos produtos, procesos ou servizos: mellora da calidade de vida das persoas, medicamentos máis efectivos, novos materiais máis sostibles, mobilidade máis segura e sostible, e un moi longo etc. Pero, sen dúbida, os grandes beneficiados destas revolucións son as empresas tecnolóxicas que están a desenvolver eses novos produtos e servizos baseados en IA, sendo este o caso máis claro de creación de valor.

Actualmente as principais contornas de desenvolvemento para IA son de código aberto, e están ou ben directamente impulsadas por grandes tecnolóxicas ou ben apoiadas por elas. Este grande empuxe á investigación desde a industria vai acompañado dun pulo semellante no ámbito da propiedade industrial.

No caso da IA, pola implantación masiva que xa acadou en múltiples ámbitos que teñen un impacto directo na vida das persoas, preocupan diferentes aspectos desde o punto de vista ético, que poñen o acento na responsabilidade empresarial á hora de usar a IA. Entre os aspectos máis sensibles temos o respecto pola privacidade e a eliminación dos posibles sesgos.

O marco regulatorio sobre a IA está a crecer, con Europa á cabeza, delimitando ámbitos "sensibles" de aplicación, como son o "people analytics", o márquetin, a biometría, as noticias falsas (deepfakes), etc., que van estar suxeitos a controis máis severos e, polo tanto, van ter un maior impacto na innovación aplicada a estes ámbitos.

5. *No último apartado, faise un estudo sobre o estado actual e potencial da IA no tecido produtivo galego. As principais tecnoloxías nas que se esta a traballar en Galicia xiran en torno a tecnoloxías de visión por computador, sistemas intelixentes e de predición, robótica e ciencia e enxeñaría de datos, segundo se recolle na Estratexia Galega de Intelixencia Artificial 2030. En relación ao resto do Estado, as tecnoloxías máis utilizadas son as de aprendizaxe automático a través do big data, seguida dos robots de servizo, os asistentes virtuais e o procesamento da linguaxe natural.*

Sectores coma a construción, metalurxia e inmobiliario (algúns deles tractores da economía do pais) aínda son dixitalmente menos avanzados e, polo tanto, menos proclives a incorporar IA que outros sectores coma a industria, o turismo e o sector TIC.

A IA necesita datos. Polo tanto, ten que existir ou xerarse un ecosistema de datos. Datos que moitas veces non e doado atopar, en particular para as PEMES. As empresas e as AA. PP. poden por os seus datos a disposición de dito ecosistema, de forma que poidan ser utilizados por terceiros, xerando incluso un modelo de negocio baseado na explotación dese denominado "novo petróleo".

O Ecosistema da IA en Galicia conta con universidades, centros de investigación e tecnolóxicos, institucións públicas e empresas tecnolóxicas, ou cunha forte compoñente tecnolóxica, que deben ser os principais actores que sirvan para impulsar a demanda dos clientes (maiormente das PEMES).

Disponse pois dun contexto que e moi

proclive á xeración de novos modelos de negocio baseados nos datos e nas aplicacións ou solucións intelixentes, no que poden participar tanto as propias empresas coma emprendedores e startups.

Entre os sectores galegos nos que existen sinais moi claros de aplicación da IA están o da industria, a sanidade, a agricultura ou a enerxía.

A necesidade de adquirir competencias tecnolóxicas non só incumbe ás persoas traballadoras senón tamén aos directivos e administradores das empresas, que deben alcanzar un grao de competencias e habilidades tecnolóxicas/dixitais que lles permita formular adecuadamente os cometidos que deben desenvolver os axentes externos.

A IA necesita de datos, e as empresas e AA. PP. son as principais fontes de datos. Pero existen moitas barreiras no que atinxe a súa captura, almacenamento e, sobre todo, posta en valor. A IA pode a día de hoxe aportar solucións a moitos problemas que hai só algúns anos nin se imaxinaban, pero, en xeral, a partir de datos de alta calidade e suficientemente representativos dos problemas a acometer. E chegar a isto non é trivial.

Sen que discutamos a súa pertinencia, as regulacións sobre o uso de datos poden crear barreiras no desenvolvemento da IA, especialmente entre as PEMES. É importante que a necesaria protección das persoas e os seus dereitos non limite innecesariamente a innovación ao redor das tecnoloxías intelixentes.

É importante promover e afondar na colaboración entre as universidades e OPIs e as empresas, en particular coas empresas líderes no deseño de solucións de IA, buscando en todo caso que os beneficios desta colaboración acaben filtrándose a todo o tecido empresarial, especialmente as PEMES, e á sociedade no seu conxunto.

A formación de profesionais e cadros directivos é a chave para diminuír o impacto das principais barreiras á adopción das tecnoloxías intelixentes e sacar partido da súa potencial aplicación. Por exemplo, un coñecemento suficiente das capacidades destas tecnoloxías no son é importante para os técnicos senón tamén para o persoal directivo, que deberá liderar coas estratexias das empresas ao respecto.

6. *Finalmente, o estudo expón algunhas recomendacións para aproveitar a ola disruptiva da IA na nosa comunidade, como a necesidade de posicionarse nas estruturas e redes de cooperación, desenvolver programas de inserción de talento ou crear espazos de datos para impulsar o ecosistema galego de IA, entre outras recomendacións.*

1. INTRODUCCIÓN

A Intelixencia Artificial (IA) trata de replicar as principais habilidades do ser humano: linguaxe, percepción, motricidade e aprendizaxe. Un sistema ten un certo grao de Intelixencia Artificial cando ten unha autonomía e riqueza de comportamento significativos en dominios complexos e dinámicos, é capaz de aprender da súa experiencia e/ou presenta un alto grao de competencia na resolución de problemas en dominios especializados do coñecemento humano. A IA está a permitir exceder os límites cognitivos da nosa especie en determinados ámbitos, especialmente naqueles nos que é preciso enfrontarse ao uso masivo de información ou requírese unha resposta rápida en situacións altamente esixentes para nós, como ocorre en momentos de especial urxencia e/ou tensión[1].

É tal a repercusión que a IA está tendo e está chamada a ter, tanto social como económicamente, que os gobernos de diferentes países están deseñando ou xa desenvolvendo estratexias específicas ao redor deste ámbito científico-tecnolóxico. EE. UU. anticipouse en 2016 a través do deseño dun plan estratéxico orientado ao intercambio de información, ao adestramento de algoritmos, ás implicacións éticas e á seguridade da IA. Xapón e China, en 2017, seguiron a mesma senda, e no caso deste país, co ánimo de ser o líder mundial xa na presente década. Europa creou en 2018 un grupo de expertos, publicando o seu Libro Branco de Intelixencia Artificial en 2020. En xeral, todas as estratexias apostan por crear bancos de datos, atraer talento, crear centros especializados e tratar de que o sector empresarial incorpore esta tecnoloxía.

Nesta carreira, considérase que a UE vai por detrás de China e de EE. UU.,[2] en particular na dispoñibilidade de datos, o elemento esencial sobre o que se asenta a día de hoxe a IA. Tamén se destacaron entre outras desvantaxes: a carencia dun mercado dixital único, a inexistencia de unicornios dixitais, estratexias illadas dos países, que non aproveitan o marco único europeo, restricións á explotación de datos, ou o "Brexit", que supón a saída da UE da que era a súa economía dixital por excelencia[3]. Pero non todo son eivas, e a UE destaca polo potencial ao redor da súa industria manufactureira avanzada e do persoal altamente cualificado. Por outra parte, tamén é certo que a IA é considerada unha tecnoloxía estratéxica por parte da Comisión Europea[4]. No entanto, percíbese que pode haber diferenzas importantes entre o desenvolvemento dos países do Norte e os do Sur e o Leste.

En decembro de 2020 España puxo en marcha a súa Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial[5] (ENIA), cuxo obxectivo

1- Pedreño e Moreno (2018): "El impacto económico de la inteligencia artificial" en Big data e inteligencia artificial. Una visión económica y legal de estas herramientas disruptivas. Parc Cientific, Universidade de Valencia.

2- Senén Barro (2020): "¿Quién mandará en la Inteligencia Artificial?", en: Vanguardia Dossier, Nº: 77, outubro/decembro 2020.

3- Pedreño e Moreno (2018): "El impacto económico de la inteligencia artificial" en Big data e inteligencia artificial. Una visión económica y legal de estas herramientas disruptivas. Parc Cientific, Universidade de Valencia.

4- Szczepanski, M. (2019): Economic Potential of de IA, European Parlamentary Research Service.

5- https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/201202_ENIA_V1_0.pdf

principal é vertebrar a acción das distintas administracións e proporcionar un marco de referencia e impulso para o sector público e privado. As accións prioritarias da devandita estratexia enmarcarse en seis eixos de actuación[6] para o período 2020-2025, e basicamente están encamiñadas a impulsar a investigación e innovación científica en IA, potenciar o talento nacional e atraer talento global, desenvolver plataformas de datos e infraestruturas para dar soporte á IA, integrar a IA nas cadeas de valor, potenciar o uso da IA nas administracións públicas e establecer un marco ético e normativo que reforce a protección dos dereitos individuais e colectivos.

A posta en marcha de dita estratexia require a mobilización dunha cantidade importante de recursos. Concretamente, o investimento público por parte do Estado de 600 millóns de euros no período 2021-2023, ademais do investimento privado que podería alcanzar os 3.300 millóns de euros. A ENIA enmárcase dentro do plan España Dixital 2025, cuxo obxectivo principal é impulsar o proceso de transformación dixital do país, para o que se contempla un volume de investimentos público-privados duns 70.000 millóns de euros no período 2020-2022.

A nivel autonómico, Galicia puxo en marcha en xuño de 2021 a Estratexia Galega de Intelixencia Artificial 2021-2030 (EGIA), cun obxectivo moi concreto: converter a Galicia nunha rexión intelixente. Para iso proponse un investimento por parte da Xunta de Galicia de 330 millóns de euros. Outras comunidades comezaron antes, aínda que moi poucas. É o caso de Cataluña, que puxo en marcha a Estratexia de Intelixencia Artificial de Cataluña en febreiro de 2020, na cal se contempla un investimento de 10 millóns de euros en tres anos. No caso do País Vasco, tamén conta coa Estratexia para a Transformación Dixital de Euskadi 2025 desde marzo de 2021, que considera á IA como unha panca tecnolóxica esencial para afrontar os retos da sociedade e industria vasca, cun orzamento para o quinquenio 2021-2025 duns 1.400 millóns de euros para o conxunto da súa Transformación Dixital. Algúns casos máis son os da Comunidade de Valencia, cuxa Estratexia de Intelixencia Artificial ten como obxectivo xeral o de promover a expansión da IA en todos os ámbitos da sociedade; o de Estremadura, a través da Axenda Dixital Rexional; Andalucía, mediante a Axencia Dixital de Andalucía; Castela e León, por medio da Axenda Dixital para Castela e León; e Navarra, a través da Estratexia Dixital Navarra 2030. Dun modo ou outro a IA está presente na axenda de todas as comunidades autónomas, dado o seu gran potencial para conseguir un mellor e maior desenvolvemento, tanto económico como social.

No ámbito educativo e a nivel universitario, os estudos relacionados coas TIC e, en particular, coa informática, levan décadas impartíndose. Pero tamén é certo que ultimamente, e sendo conscientes do potencial e as necesidades derivadas do desenvolvemento imparable da IA, están

6-Para un maior detalle acerca das accións a levar a cabo véxase: https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/201202_ENIA_V1_0.pdf

a aparecer nas nosas universidades tanto graos como posgraos específicos en IA, entre outros, na Universidade do País Vasco, Universidade Alfonso X el Sabio, Universidade Politécnica de Cataluña, Universidade Autónoma de Barcelona, Universidade de Deusto, Universidade Politécnica de Madrid, IE University, Universidade Pontificia de Comiñas, Universidade Europea, Universidade Internacional Menéndez Pelayo e a Universidade Internacional de Valencia. No caso de Galicia, no curso 2022/23 comezou a impartirse un grao e un máster en IA conxuntos das tres universidades públicas da comunidade. Esta aposta de formación superior no ámbito da IA só se aproveitará en Galicia se se acompaña dunha estratexia e un plan de investimentos decididos que permita reforzar a I+D e o tecido produtivo ao redor da IA.

2. POTENCIAL ECONÓMICO ATRIBUIDO AO DESPREGAMENTO DA INTELIXENCIA ARTIFICIAL

Ata o momento leváronse a cabo diversos estudos que avalían o impacto económico que pode ter o despregamento da IA, destacando aqueles que desenvolveron consultoras de primeiro nivel como: Accenture, PricewaterhouseCoopers ou McKinsey. O traballo de Accenture destaca o potencial da IA para chegar a duplicar a taxa de crecemento, aludindo a tres pancas: en primeiro lugar, espérase un crecemento da produtividade debido á maior eficiencia no desenvolvemento de procesos e da xestión do tempo; en segundo lugar, mediante a resolución de problemas complexos; e, finalmente, a difusión da innovación a diferentes sectores. No caso de PricewaterhouseCoopers o incremento do PIB cífrase nun 14% adicional no horizonte do 2030, onde a IA verase reforzada polo uso da Internet das cousas, que achegará unha inxente cantidade de información, o que permitirá unha maior automatización e personalización de produtos e servizos. As tarefas rutineiras automatizaranse, o que levará un aumento da produtividade, así como o apoio na toma de decisións aos traballadores e a dedicación das persoas a actividades de maior valor engadido, sendo este un factor de impulso claro do crecemento económico. O segundo será a oferta de novos produtos e servizos baseados en IA, que impulsarán a demanda e achegarán máis información ao sistema. Outros estudos tamén apoian o impulso do crecemento económico derivado da aplicación da IA na rexión de Asia-Pacífico, cun crecemento estimado do 16% no horizonte de 2030[7].

Figura 1.- Impacto da IA no crecemento económico.

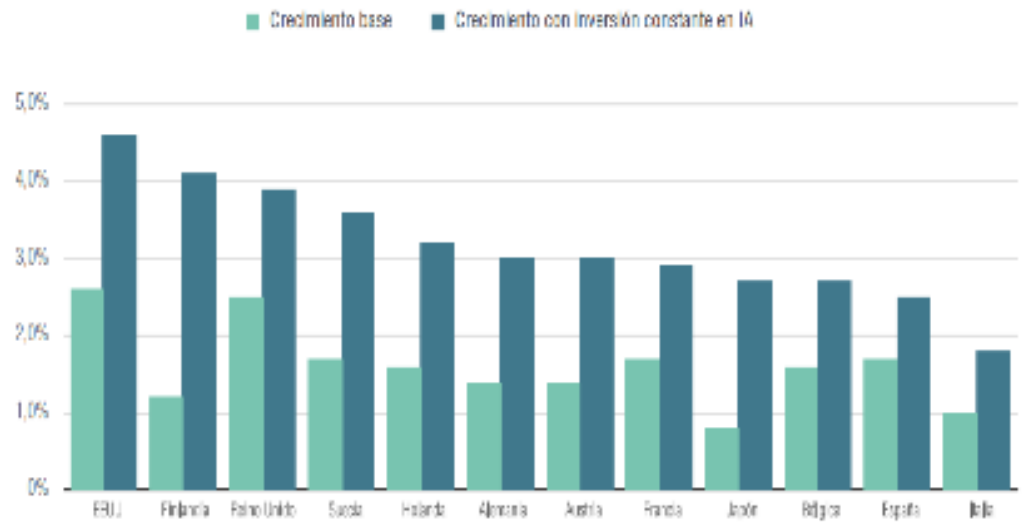


Fonte: Accenture (2016), PWC (2018) e McKinsey (2018).

7- Hasseb, Samoko, Mihardjo e Jermsittiparsert (2019). Economic Impact of Artificial Intelligence: New Look for the Macroeconomic Assessment in Asia-Pacific Region, International Journal of Computational Intelligence Systems.

En todo caso, este impacto da IA no crecemento económico non se distribuirá homoxéneamente nas diferentes áreas xeográficas e países, esperándose que os beneficios do despregamento da IA sexan superiores en China e en EE. UU. que en Europa. En todo caso, considérase que suporá un importante impulso económico en EE. UU., Finlandia, Suecia, Holanda ou Alemaña, podendo chegar nalgúns casos ao3% do PIB anual no horizonte de 2035 (Accenture, 2018; Pedreño e Moreno, 2018). No caso español, o efecto considérase que será máis limitado e o informe desenvolvido polo observatorio ADEI e Google (2020), estima un incremento no PIB anual español dun 0,86% adicional, respecto dun escenario sen a implantación de dita tecnoloxía.

Gráfico 1.- Crecemento económico anual previsto para 2035



3. A IA NO SECTOR EMPRESARIAL

Os resultados da adopción da IA por parte das empresas non son independentes do momento e do modo en que esta leve a cabo. As empresas poden simplemente adquirir aplicacións que utilicen a IA ou ben desenvolver a nivel interno ferramentas baseadas en IA, e poden facelo desde etapas temperás ou ben ir incorporándoas a final de ciclo, cando os seus competidores xa lles levarán moita vantaxe. Podemos diferenciar entre os líderes (early-adopters) e os atrasados. Os primeiros serán aquelas empresas que estean a adoptar ou adopten completamente a IA nos próximos cinco anos. Nese caso espérase que saian beneficiados respecto dos que non o fagan, que sen dúbida experimentarán unha perda de competitividade. O mesmo ocorrerá cos atrasados, que teñen altas probabilidades de perder cota de mercado, que se concentrará nos early-adopters[8]. Para ser disruptores será preciso: ter unha estratexia temperá en IA, ter sectores produtivos que aposten pola innovación, dispor dos recursos necesarios para realizar os investimentos necesarios e captar talento.

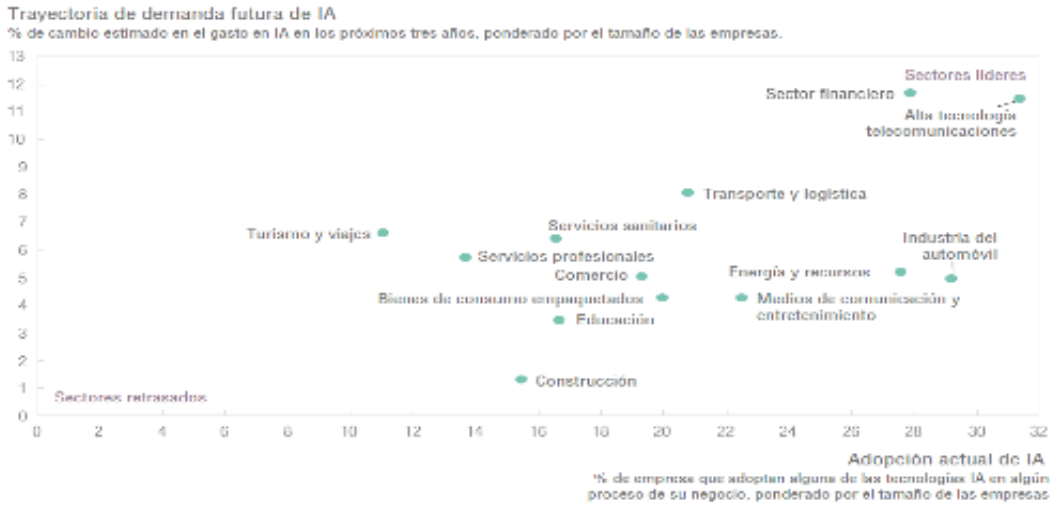
Figura 2.- Condicións para dispoñer de "early-adopters"



8-Szczepanski, M. (2019): Economic Potential of de IA, European Parlamentary Research Service.

Como se pode comprobar no gráfico 2, entre os líderes no uso da IA atópase: o sector financeiro; as telecomunicacións, onde ademais está previsto que sigan realizando investimentos moi importantes nos próximos anos; e o automóbil, transporte, loxística e enerxía, que agora teñen unha maior demanda, pero que crecerán previsiblemente de forma máis moderada. Os servizos sanitarios e o turismo tamén experimentarán unha gran expansión. España dispón dos sectores financeiro, enerxético, de telecomunicacións e automoción, que están consolidados e contan con grandes operadores. Estes son precisamente os sectores onde está a impactar en maior medida a IA. Tamén espérase un impulso importante no sector turístico. Moitos destes sectores están ben representados en Galicia, de aí a necesidade de que a nosa rexión impulse de forma decidida a IA.

Gráfico 2.- Demanda futura estimada de IA por sectores



Fonte: McKinsey Global Institute (2018).

3.1. Impacto da adopción da IA nas empresas

Respecto ao impacto da IA nas empresas, diversos traballos afirman que contribúe a mellorar o rendemento das mesmas (Wamba et al. 2017; Basri, 2020; Wamba-Taguimdje et al., 2020; Dubey et al., 2020 e Ali e Xie, 2021). Entre as razóns que provocarían dito incremento, atópanse que permite: unha mellor segmentación do mercado e unha maior satisfacción do cliente (Syam e Sharma, 2018); unha mellora na eficiencia operativa, ao posibilitar o procesado de datos e unha mellor capacidade de procesamento da información para facer fronte ao risco e á volatilidade (Ivanov e Webster, 2017; Belhadi et al., 2021).; maiores ingresos e redución dos custos; a expansión dos seus produtos e/ou servizos e ofertas máis personalizadas aos clientes (Alsheiabni et al., 2018; Davenport e Ronanki, 2018; Kumar, Rajan, Venkatesan e Lecinsk, 2019; Pavaloiu, 2018; Goldfarb e Tucker, 2019); o aumento da produtividade (Bauer e Vocke, 2019; Dirican, 2015); o lanzamento de produtos innovadores, melloras na calidade e deseño (Haefner et al., 2021; Grover et al. 2020); a mellora na distribución (Bottani et al., 2019); a xeración de coñecemento (Lichtenthaler, 2019), que conduce a unha mellora na calidade e rapidez na toma de decisións; e a redución de riscos comerciais (Drydakis, 2022). Por outra banda, o traballo de Kim e Yejin (2021) mostra como a adopción da IA crea un aumento de valor nas empresas, medido pola Q de Tobin, e o efecto é maior nas empresas manufactureras que nas empresas de servizos.

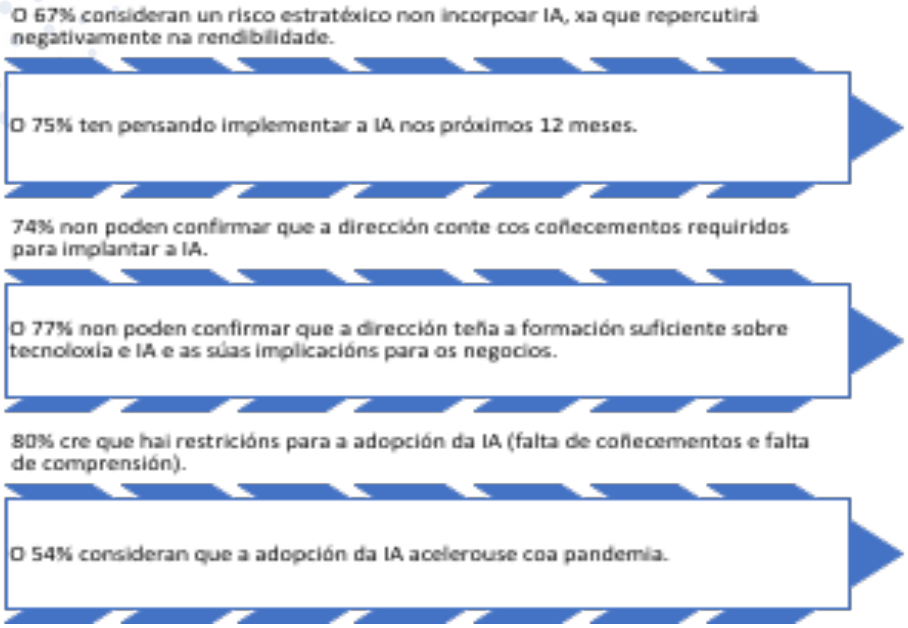
Neste sentido, Enholm et al. (2021), a partir dunha revisión de traballos de investigación, sinala que os efectos provocados pola IA son unha mellora na eficiencia dos procesos, a xeración de coñecemento, a transformación dos modelos de negocio, a mellora do rendemento operativo, os maiores rendementos financeiros, o aumento da eficacia da mercadotecnia e a mellora da

sustentabilidade. Este autor tamén comenta que hai poucos estudos que examinen outras medidas de rendemento financeiro, como o retorno dos investimentos, a rendibilidade e a marxe de beneficio bruto despois da introdución da IA. Como sinala o propio autor, é un tema especialmente interesante porque ata o momento non se analizaron as consecuencias financeiras a longo prazo da adopción da IA. Ademais, observouse que os grandes custos asociados nos que incorren algunhas organizacións debido á adopción de tecnoloxías, resultaron en perdas financeiras significativas (Chakravorty et al., 2016). Por tanto, é importante comprender onde se atopa o equilibrio entre investir nos recursos de IA necesarios e o rendemento financeiro esperado.

3.2. Intención de implantar IA: capacidades, ventaxas e barreiras

O informe Mazars (2021)[9], realizado a nivel mundial e dirixido a directivos, mostra que un 73% das empresas esperan incorporar tecnoloxías relacionadas coa IA nos próximos 12 meses, pero, ao mesmo tempo, moitas organizacións carecen da formación e dos coñecementos necesarios e descoñecen as implicacións que pode levar a súa implantación. Por outra banda, tamén son conscientes (67% dos enquisados) de que non incorporar a IA pode supor asumir riscos estratéxicos e afectará ao rendemento dos negocios. Seguramente que esta situación é aplicable ao empresariado en xeral e, se cabe, máis acentuada nunha contorna con moitas PEMES, como ocorre no caso de Galicia.

Figura 3.- Intención, capacidades e limitacións da IA nas empresas

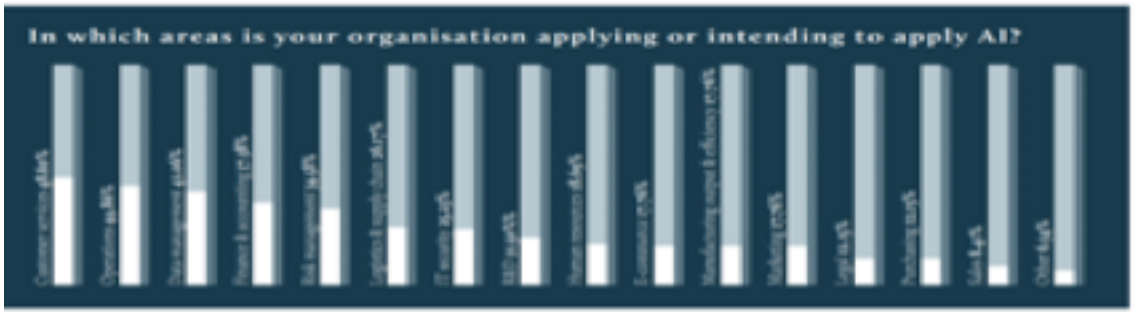


Fonte: Mazars (2021)

9- Mazars (2021): Leadership in AI 2021: boards, barriers and new beginnings, Mazars and Insead. Dispoñible en: Informe IA 2021: Impacto de la Inteligencia Artificial en los consejos - Mazars - España

En xeral, as empresas esperan un alto impacto nas áreas de xestión (mercadotecnia, loxística, xestión de información, finanzas e contabilidade e xestión do risco), sendo menos relevante no resto de áreas.

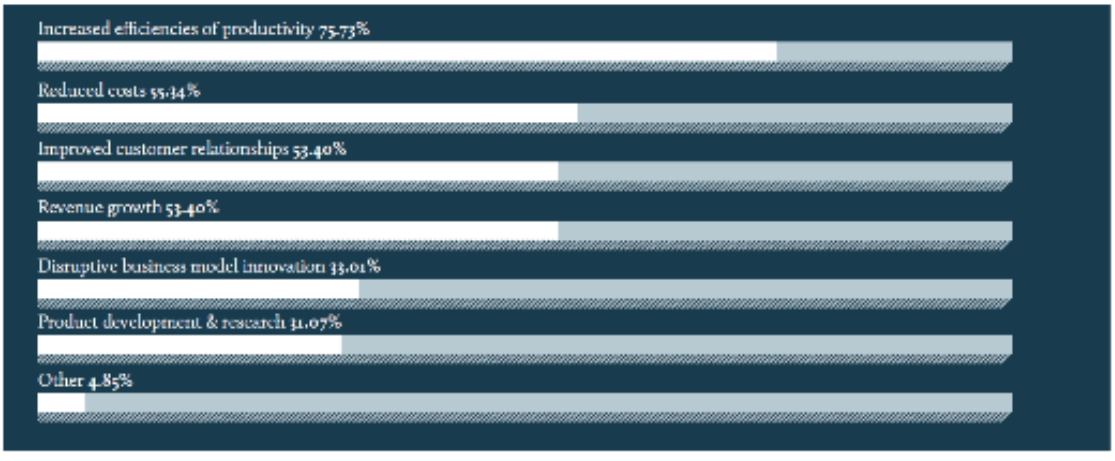
Gráfico 3.- Áreas da empresa nas que se aplica o se ten pensado aplicar a Intelixencia Artificial



Fuente: Informe Mazars (2021).

Entre outras vantaxes, as empresas consideran que se producirá un aumento intenso na eficiencia e na produtividade, a redución de custos, a mellora da relación cos clientes e o incremento nos ingresos.

Gráfico 4.- Áreas da empresa nas que se aplica ou se ten pensado aplicar a Intelixencia Artificial



Fonte: Informe Mazars (2021).

A consultora Gartner tamén advirte das barreiras á implantación da IA, entre as que se destaca a ausencia dunha estratexia clara, a falta de talento co coñecemento suficiente ou a existencia de silos funcionais.

Figura 4.- Principais barreiras á adopción de IA nas empresas



Fuente: Gartner (2021).

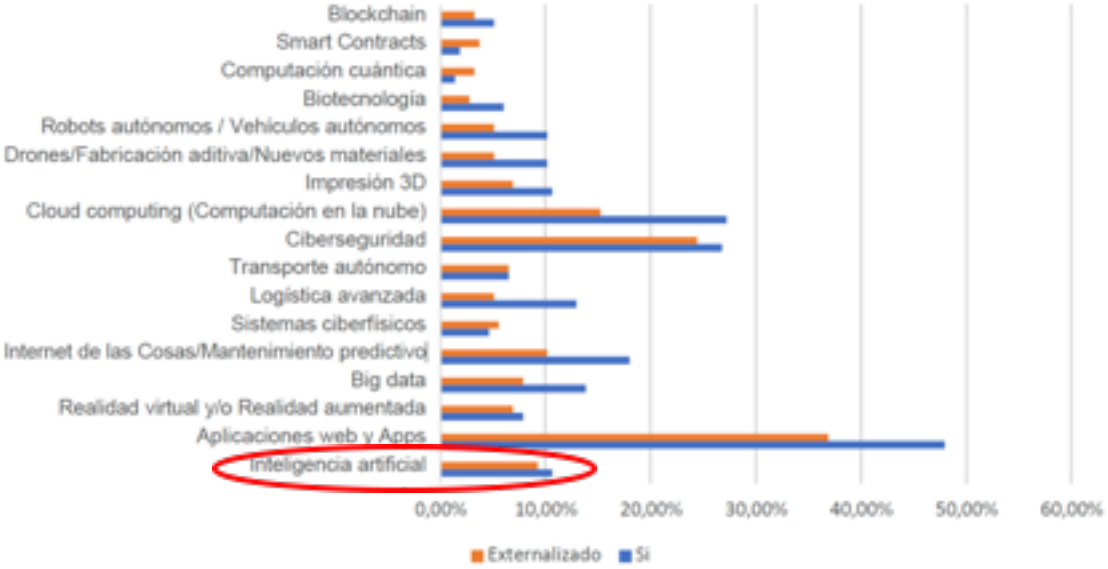
3.3. Situación da IA en Galicia

Chegados a este punto, un aspecto importante a ter en conta no deseño dunha estratexia de IA para o sector produtivo é saber de donde partimos. Segundo os datos achegados por Gartner (2021), un 37% das empresas enquisadas estarían a empregar xa IA, mentres que 9 de cada 10 negocios líderes investiron en IA, aínda que só un 14,6% desenvolven capacidades de IA. Na enquisa realizada no marco do proxecto "Estudio do impacto da dixitalización e a automatización nos sectores económicos de Galicia"[10], participaron un total de 217 empresas pertencentes aos sectores do comercio (20%), construción (16%), agroalimentario (11%), maquinaria (7%) e TIC (7%), además dalgunhas empresas do sector aeronáutico, naval, biotecnolóxicas, audiovisual, téxtil, loxística, granito, automoción e sociosanitario. Como se pode observar no gráfico 5, a porcentaxe de empresas que incorporaran

10- García-Novoa, C. e Otero, L. (2021). Estudo Do Impacto da Dixitalización e a Automatización nos Sectores Económicos de Galicia, Instituto Galego de Promoción Económica, dispoñible en: https://www.usc.gal/es/investigacion/grupos/valfinap/modules/news/news_0003.html

IA en 2020 superaba lixeiramente o 10%. Esta non é unha boa posición de partida, se ben podemos introducir algúns matices polo feito de que as empresas do informe de Gartner adoitan ter unha maior dimensión. En todo caso, a estratexia galega deberá ser suficientemente ambiciosa se non se quere perder o tren da IA, por usar unha expresión recurrente. É certo, que outras tecnoloxías complementarias, como son a computación na nube, a cibersguridade ou as aplicacións web, despregáronse con maior intensidade. Por outra banda, o predominio das empresas de pequeno tamaño supón unha gran limitación á rápida expansión da IA en Galicia.

Gráfico 5.- Porcentaxe de empresas que teñen despregado a IA no 2020 en Galicia



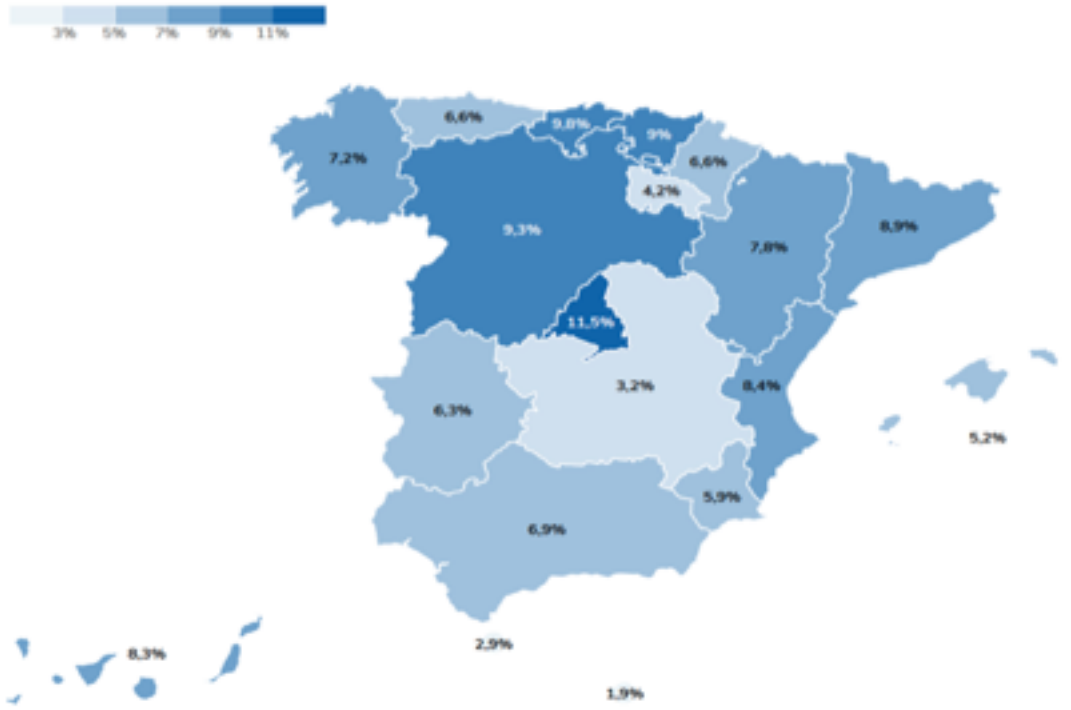
Fonte: García-Novoa e Otero (2021).

Outro estudo sobre a situación da IA é o publicado polo Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital do Goberno de España, a través do Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad (2021)[11], onde se analizan os indicadores do uso da Intelixencia Artificial nas empresas españolas. Neste informe, concretouse que a IA ten en xeral un baixo nivel de adopción nas PEMES de Europa, aínda que no noso pais as cifras están por riba da media da Unión Europea. O dato principal, que puidera ser o máis preocupante, e o de que só o 7% das PEMES españolas

11- TECNOLOGÍA + SOCIEDAD EN ESPAÑA 2021, Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad (ONTSI), 2021, https://www.ontsi.es/gl/node/15598.

usan esta tecnoloxía, cifra que, aínda así, é sensiblemente maior fronte á media do continente. Irlanda, Malta, Finlandia e Dinamarca avantaxan a España no uso da IA con niveis de penetración que van dende o 20% ao 9%. No que se refire ao ámbito de actuación, son as grandes empresas situadas en Galicia as que comezaron a experimentar nestes últimos anos neste campo, e obtiveron resultados que optimizan os seus modelos produtivos coa IA. Son estas empresas as que contan cun grao de implantación ou intensidade de uso maior nun 18% que as súas equivalentes no resto de España e na Unión Europea. Con todo, e a pesar de dito incremento, a porcentaxe total de empresas que usan IA en Galicia só alcanza o 7,2%[12].

Gráfico 5.- Porcentaxe de empresas que teñen despregado a IA no 2020 en Galicia



Fonte: Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad (2022).

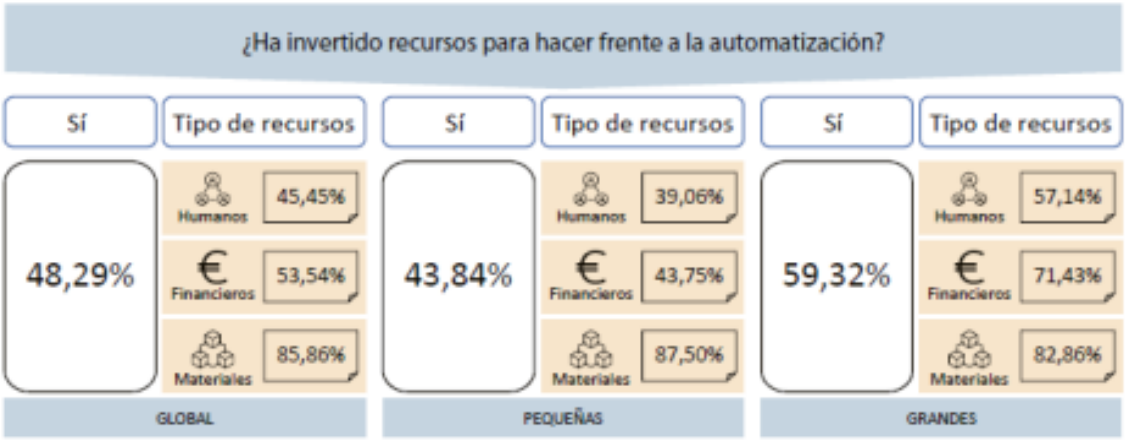
12- "Uso de tecnologías digitales por empresas en España", Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad (ONTSI), 2022, pág. 7. https://www.ontsi.es/sites/ontsi/files/2022-01/usotecnologiasdigitalesempresas2022.pdf

A dixitalización é un elemento fundamental para que as empresas obteñan o máximo partido cando implementan ferramentas baseadas en IA. Neste ámbito si que se aprecia un maior avance, tal e como se desprende do recente estudo sobre a xestión do risco nas empresas galegas, onde preto dun 60% recoñece destinar recursos á dixitalización e, en menor medida, un 48.29% á automatización.

Gráfico 6.- Porcentaxe de empresas que teñen investido recursos na dixitalización e na automatización



Fonte: Otero e Durán (Dres.) 2021. La gestión integral del riesgo (ERM) y el seguro, Fundación Inade.



Fonte: Otero e Durán (Dres.) 2021. La gestión integral del riesgo (ERM) y el seguro, Fundación Inade.

4. O EFECTO SOBRE O EMPREGO. A NECESIDADE DE INCORPORAR TALENTO NAS EMPRESAS

As empresas substituíron nas últimas décadas o factor de capital humano (traballadores) polos investimentos en activos non correntes, dada a continua e rápida diminución do custo dos robots ou computadores, debido sobre todo ao aumento na calidade e versatilidade destes productos. Ata a data, a dixitalización e a automatización afectou principalmente ás tarefas rutineiras cognitivas e manuais (Autor e Dorn, 2013). O motivo é que os computadores e máquinas son bos para realizar tarefas rutineiras repetitivas, sexan cognitivas ou manuais, pero presentan aínda limitacións significativas ante tarefas non rutineiras, ou que requiren flexibilidade, creatividade, resolución xeneralizada de problemas e comunicacións complexas (Autor, Levy e Murnane, 2003). Un estudo da consultora McKinsey (2017) suxire que a nivel mundial ao redor do 60% de todas as ocupacións teñen aproximadamente un 30% de actividades que poden automatizarse nun horizonte próximo ao 2035. No entanto, consideran que esta automatización se introducirá en ondas, e que na primeira onda de automatización, na que agora nos atopamos, a automatización afectará só ao 3% dos empregos, sendo as segundas e terceiras ondas as que terán os maiores efectos.

Desta forma, son diversos os traballos que analizaron recentemente o risco de automatización e dixitalización no emprego. Ditos estudos tratan de calcular a probabilidade de que determinadas tarefas ou ocupacións actualmente realizadas por humanos pasen a ser realizadas por máquinas (robots, computadores, etc.). Aínda que existen correntes tanto pesimistas como optimistas sobre o nivel de emprego/desemprego que estas innovacións tecnolóxicas van a producir, todos os estudos concordan en que as tarefas e ocupacións actuais vanse a ver afectadas de forma moi importante nos próximos anos. En todo caso, os efectos sobre o emprego dependerán de diversos factores, tales como, a industria ou a rexión onde se desenvolva a actividade, a idade ou o nivel educativo. As correntes de pensamento máis pesimistas avogan por unha destrución masiva do número de traballos nos próximos anos. Doutra banda, os optimistas estiman que aínda que se reducirán ou desaparecerán moitos empregos o progreso tecnolóxico xeralmente leva asociado a creación de emprego neto (Vivarelli, 2014; Autor, 2015), a eliminación de traballos perigosos e penosos e o aumento da produtividade.

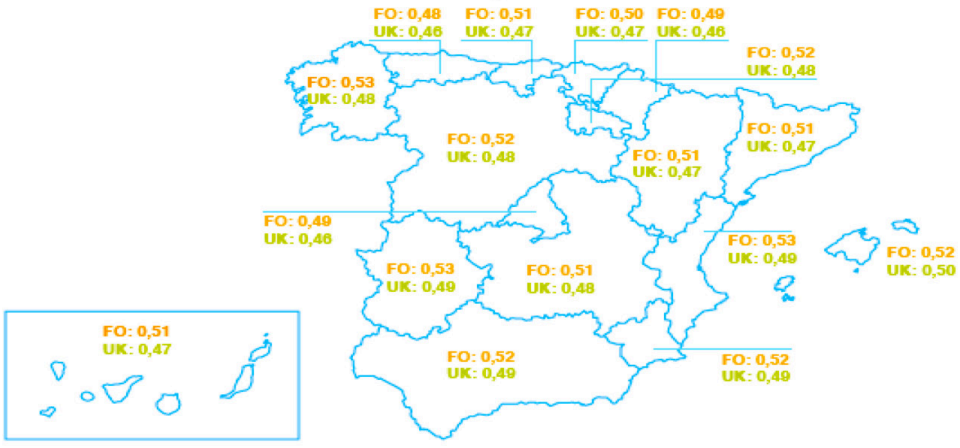
A transformación dixital e a automatización poden ter profundas implicacións nos mercados laborais nas próximas décadas, incluíndo o aumento da desigualdade salarial (entre traballadores/as altamente cualificados e os que non o están) ou o desemprego laboral para os traballadores e as traballadoras que desempeñan tarefas repetitivas e rutineiras e non se adapten ás novas ocupacións, dado que poden ser facilmente substituídas por un proceso automatizado. Nesta contorna, a formación dos traballadores e traballadoras (tanto a regulada coma a non regulada -cursos, formación in company, formación on-line,

etc.) será de especial relevancia para tentar reducir a brecha entre as habilidades que se demandan actuamente no mercado e as que se demandarán nos próximos anos. En realidade, este fenómeno de desaxuste de habilidades ou skill mismatch (Restrepo, 2015), xa se está producindo actualmente en múltiples sectores da economía, habendo unha demanda latente de novos perfís profesionais que a oferta laboral non é capaz de cubrir. Doutra banda, tamén debemos resaltar que a automatización vese afectada polos pescozos de botella (bottlenecks to automation), é dicir, tarefas que, dado o estado actual do coñecemento da tecnoloxía, son difíciles de automatizar. Estes pescozos inclúen actualmente: a intelixencia social, como a capacidade de negociar eficazmente relacións sociais complexas ou o coidado doutros; a intelixencia cognitiva, como a creatividade e o razoamento complexo; e a percepción e manipulación, como a capacidade de realizar tarefas físicas nunha contorna de traballo non estruturado (Nedelkoska e Quintini, 2018).

Ademais da creación de postos de traballo nos sectores actuais e novos sectores, tamén se manterán algúns empregos nos sectores tradicionais. A falta de automatización en determinadas profesións pode ser debida aos problemas que Autor (2015) denomina como o paradoxo de Polanyi. Así, existen tarefas que requiren de pouco esforzo humano para realizalas pero que supoñen unha gran dificultade para que os programadores as traduzan a unha linguaxe informática. McKinsey (2017) lembra que serán factores técnicos (o avance da tecnoloxía), económicos (custo da tecnoloxía e da man de obra), sociais (aceptación social) e regulatorios, os que determinarán o ritmo e o alcance da automatización.

A análise da aplicación do modelo baseado en ocupacións (FO) e tarefas (UK) revela que a probabilidade media de automatización sitúase na contorna do 50% se se utiliza FO, e algo inferior se optamos polas probabilidades baseadas en tarefas (UK). Isto implica que, segundo as estimacións de ditos estudos, sería tecnicamente factible automatizar unha parte moi importante do emprego asociado ás actuais ocupacións, xa no horizonte do 2030.

Figura 6. Probabilidade de automatización por Comunidade Autónoma



No entanto, a estimación recente do World Economic Forum supón que a creación de emprego no horizonte de 2025 superará á destrución cun saldo neto de 12 millóns de empregos en todo o mundo (WEF, 2020). Como indicamos anteriormente, unha parte do emprego provirá de novas profesións emerxentes. A versión 2020 da enquisa Future of Jobs que realiza o Foro Económico Mundial revela lixeiras diferenzas coa enquisa de 2018. Demandaranse novos roles como analistas de datos e científicos, Intelixencia Artificial e especialistas en aprendizaxe automática, enxeñeiros en robótica, etc. O documento Foro Económico Mundial (2020) mostra os 20 postos de traballo con demanda crecente.

Pero se en algo existe un gran consenso é no importante cambio que sufrirán as tarefas que desempeñan os humanos (véxase Graetz e Michaels, 2015 ou Gregory, Salomons e Zierahn, 2019). A OCDE (2016) afirma que "o crecente uso das tecnoloxías dixitais no traballo está a aumentar a demanda de novas habilidades e competencia". Nun primeiro lugar, os traballadores dun número cada vez maior de ocupacións deben adquirir habilidades TIC xenéricas para poder usar tales tecnoloxías no seu traballo diario. Nun segundo lugar, os produtos e servizos de TIC (software, páxinas web, comercio electrónico, Cloud e Big Data) requiren de competencias especializadas. En terceiro e último lugar, o uso do TIC está a cambiar a forma en que se realiza o traballo e eleva a demanda de habilidades complementarias como, por exemplo, a capacidade para procesar información complexa, comunicarse con compañeiros de traballo e clientes, resolver problemas, etc. Segundo WEF (2020) no horizonte de 2025 o 40% dos skills será diferente para os traballadores que manteñan os seus postos de traballo.

Táboa 1. Postos de traballo en demanda crecente a nivel global

1 Analistas de datos e científicos
2 Especialistas en Intelixencia Artificial e aprendizaxe automática
3 Especialistas en Big Data
4 Especialistas en estratexia e mercadotecnia dixital
5 Especialistas en automatización de procesos
6 Profesionais de desenvolvemento empresarial
7 Especialistas en transformación dixital
8 Analistas de seguridade da información
9 Desarrolladores de software e aplicacións
10 Especialistas en Internet das cousas
11 Xerentes de proxectos
12 Xerentes de Administración e Servizos Comerciais
13 Profesionais de bases de datos e redes
14 Enxeñeiros robóticos
15 Asesores estratéxicos
16 Analistas de xestión e organización
17 Enxeñeiros FinTech
18 Reparadores Mecánicos e de Maquinaria
19 Especialistas en desenvolvemento organizacional
20 Especialistas en xestión de riscos

Fonte: Foro Económico Mundial (2020)

5. ESTRATEXIAS DOS GOBERNOS EN IA

5.1. Directrices da comisión Europea

En decembro de 2018 a Comisión Europea publica a súa estratexia en materia de Intelixencia Artificial: o Plan Coordinado sobre Intelixencia Artificial. Nos parágrafos introdutorios a este texto expóñense os argumentos que xustifican a necesidade de conceder a esta tecnoloxía unha especial atención por parte dos gobernos. Sirva de exemplo esta frase recollida en dito texto: "O crecemento da capacidade informática, a dispoñibilidade de datos, e os avances nos algoritmos, converten a IA nunha das tecnoloxías máis estratéxicas do século XXI".

Neste documento fálase da necesidade de que a Comisión Europea, xunto cos Estados membros, maximice o impacto das inversións e fomente sinerxías de cooperación en toda a Unión Europea. Unha das accións clave encamiñada a lograr estes obxectivos, foi a de alentar aos Estados membros a desenvolver as súas estratexias nacionais de IA. A maioría dos estados, dispoñen a día de hoxe da súa folla de ruta. con ambiciosos plans para a adopción da IA, dotados de grandes dotacións financeiras e nalgúns casos xa consideraron necesario abordar modificacións amplificando o alcance dos mesmos. Na táboa 9 pode verse a data de implantación das estratexias

Táboa 2. Estado da implantación das estratexia de IA nos países europeos

Country	Status	Date
Austria	In progress	
Belgium	In progress	
Bulgaria	Published	Dec. 2020
Croatia	In progress	
Cyprus	Published Last update	Jan. 2020 Jun. 2020
Czech Republic	Published	May 2019
Denmark	Published	Mar. 2019
Estonia	Published	Jul. 2019
Finland	Published Last update	Oct. 2017 Nov. 2020
France	Published	Mar. 2018
Germany	Published Last update	Nov. 2018 Dec. 2020
Greece	In progress	
Hungary	Published	Sept. 2020
Ireland	In progress	
Italy	In progress	
Latvia	Published	Feb. 2020
Lithuania	Published	Mar. 2019
Luxembourg	Published	May 2019
Malta	Published	Oct. 2019
Netherlands	Published	Oct. 2019
Norway [4C]	Published	Jan. 2020
Poland	Published	Dec. 2020
Portugal	Published	Jun. 2019
Romania	In progress	
Slovakia	Published	Jul. 2019
Slovenia	Published	May 2021
Spain	Published	Dec. 2020
Sweden	Published	May 2018

Fonte: JRC – European Commission

en IA nos diferentes países.

En 2021, e dando cabida tamén a novas políticas e actuacións baseadas na IA para abordar os desafíos sociais da pandemia provocada pola COVID-19 e o cambio climático, a Comisión publicou a revisión do seu Plan Coordinado sobre IA (2021)[13] na que se avoga por unha promoción do desenvolvemento da IA centrada no ser humano, sostible, segura, inclusiva e fiable. Neste documento se recollen un conxunto concreto de accións para as que se suxire a coordinación de actores públicos e privados coa finalidade de:

• Acelerar os investimentos en tecnoloxías da Intelixencia Artificial para impulsar unha recuperación económica e social resiliente, facilitada pola adopción de novas solucións dixitais[14];

• Actuar sobre as estratexias e programas de IA, implementando os mesmos de xeito completo e oportuno para garantir que a UE obteña todos os beneficios das vantaxes dos pioneiros na adopción destas tecnoloxías;

• Aliñar a política de IA para eliminar a fragmentación e abordar os desafíos globais;

Entre as áreas de políticas que se abordan nestes documentos destacan as de: capital humano, do laboratorio ao mercado, redes, regulación e infraestrutura, en liña coas recomendacións contidas na Recomendación de la OCDE sobre IA.

Figura 7.- Resumo das accións dentro do Plan Coordinado sobre IA (2021)



Fonte: elaboracion propia

13- Paralelamente ao Plan Coordinado, publicouse o mesmo 21.4.2021 a Artificial Intelligence Act, {COM(2021) 206 final}, e posteriormente publicáronse propostas ou comunicacións relevantes, como a Proposta de Decisión do Parlamento Europeo e do Consello polo que se establece o programa de políticas 2030 "Camiño cara á década dixital "{COM (2021) 574 final} de 15.9.2021.

14- Para o efecto deben terse en conta as do comentario anterior, pero polo enfoque que achega, poderían terse en conta os documentos que seguen, porque achegan unha visión transversal ou complementaria, que pode ser máis próxima á realidade galega (startups, pemes), Estratexia para financiar a transición a unha economía sostible - COM(2021) 390 final. Unha estratexia para as pemes en prol dunha Europa sostible e dixital COM(2020) 103 final. Ditame do Comité Económico e Social Europeo. Aproveitar as oportunidades económicas e sociais da dixitalización e mellorar a transformación dixital da economía, en particular das pemes, con especial énfase nos datos e a intelixencia artificial centrados no ser humano, 7/7/2021

Estes documentos estratéxicos que pretenden ser a folla de ruta e perfilar as directrices a seguir polos gobernos, anticipan inversións en IA por parte da Comisión de, alo menos, 1.000 millóns EUR ao ano dos programas Horizonte Europa e Europa Dixital, no período de programación 2021-2027. Esta financiación a nivel da UE debería atraer e agrupar investimentos para fomentar a colaboración entre os Estados membros e maximizar o impacto, coordinando esforzos. Estímase que o Mecanismo de Recuperación e Resiliencia constituído para paliar os efectos da crise provocada pola COVID-19, contribuirá a acelerar as inversións e aumentar gradualmente a inversión pública e privada en IA, ata un total de 20.000 millóns de euros ao ano ao longo desta década.

5.2. Políticas do Goberno de España

O goberno de España, na súa folla de ruta dixital publicada en 2019 (España Dixital 2025), xa anticipaba a economía do dato coma un dos seus dez eixos estratéxicos:

"Favorecer o tránsito cara a unha economía do dato, garantindo a seguridade e privacidade e aproveitando as oportunidades que ofrece a Intelixencia Artificial (meta 2025: 25% de empresas que usan IA e Big Data)."

Entre as directrices para acadar o cumprimento de tal afirmación atopábanse as de impulsar a Intelixencia Artificial coma motor de innovación e crecemento económico social, inclusivo e sostible; desenvolver un marco ético e xurídico para a IA baseado en valores compartidos; preparar a España para as transformacións socioeconómicas que orixina a IA; e fortalecer a competitividade a través das actividades de I+D. En novembro de 2020, seguindo as directrices da Comisión Europea, o Goberno de España publicou a Estratexia Nacional de Intelixencia Artificial ENIA, anunciada coma: "*un marco dinámico, flexible e aberto á aportación das empre-*

Figura 8.- Eixos da ENIA



Fonte: Elaboración propia en base aos datos da ENIA

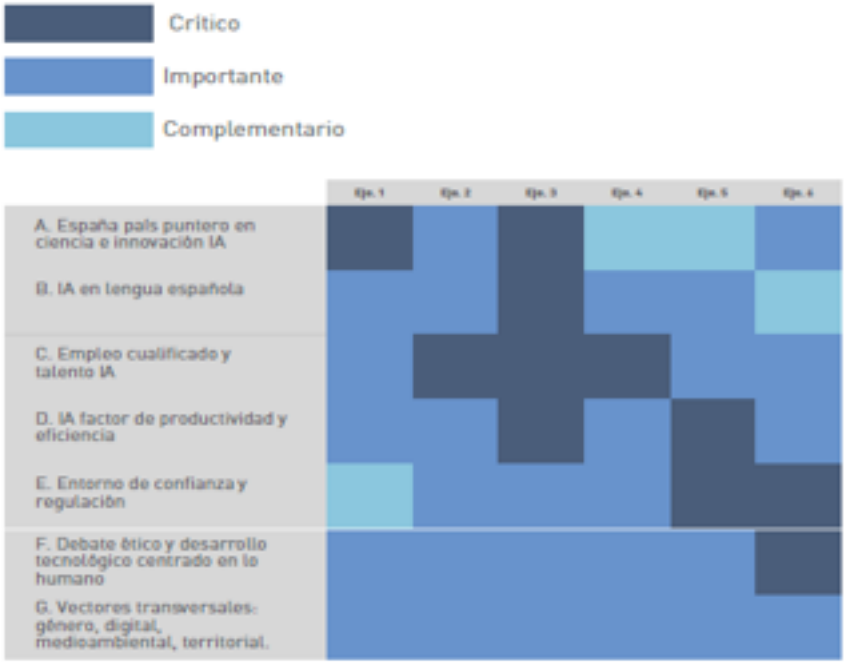
sas, cidadáns, axentes sociais e resto de administracións públicas. É un proxecto de país, no que o Goberno quere integrar a todos, para unha economía inclusiva e sostible."

Na figura 7 recóllense os eixos estratéxicos sobre os que se enmarcan as medidas descritas neste documento.

Ao longo do documento perfílanse as medidas que buscan achegarnos aos obxectivos, as cales incluso aparecen ordeadas en canto ao seu carácter máis ou menos crítico.

O Goberno de España anuncia na ENIA unha inversión que ascende aos 600 millóns de euros no período 2021-2023, aos que se engadirían os presupostos procedentes do fondo Next Generation e que perseguen a mobilización dunha inversión privada duns 3.300 millóns.

Figura 9.- Matriz de relevancia de Eixos e obxectivos estratéxicos.



Fonte: Elaboración propia en base aos datos da ENIA

5.3. A estratexia Galega de IA (EGIA)

A comunidade autónoma galega foi unha das primeiras en traballar nunha estratexia global de Intelixencia Artificial, documento que viu a luz en xuño de 2021 e ten o obxectivo de converter a Galicia nunha rexión intelixente, per-

seguindo despregar unha Intelixencia Artificial de vangarda, ética, segura e centrada nas persoas. O documento articúlase en torno a 4 eixos prioritarios e 15 medidas con actuacións concretas. Para acadar estes obxectivos a Estratexia persegue:

• Impulsar a adopción da Intelixencia Artificial desde o sector público, a través da posta en marcha de programas de colaboración público-privada e da implantación de infraestruturas que fortalezan a dispoñibilidade, a interoperabilidade e a calidade dos datos.

• Promover a economía de dato, a través de enfoques e estruturas organizacionais que permitan a innovación baseada en datos de acordo co marco legal existente. Este marco vese influenciado por diversos actos políticos o normativos na UE, como The Digital Services Act package.

• Traballar na integración de Galicia no espazo europeo de datos en favor da soberanía dixital da Unión Europea fronte a outros competidores mundiais.

• Fomentar a incorporación das PEMES galegas á era das tecnoloxías intelixentes, claves para aumentar a súa produtividade. A forte atomización e o seu pequeno tamaño dificúltanlles abordar estes investimentos por si mesmos.

• Lanzar un proxecto conxunto e coordinado en áreas como a investigación e a innovación (I+i), o desenvolvemen-

Figura 9.- Matriz de relevancia de Eixos e obxectivos estratéxicos.



Fonte EGIA

to das habilidades dixitais avanzadas necesarias ao longo da vida, así como a formación de capital humano cualificado en Intelixencia Artificial.
• Mobilizar e investir de maneira eficiente e coordinada os recursos públicos e privados, tanto europeos como nacionais e rexionais, en beneficio da sociedade galega.

No caso da EGIA, a inversión pública anunciada cuantifícase en máis de 330 millóns de euros no período 2021-2030, dato que supón un investimento "per cápita" superior á media da UE27. Os efectos esperados da estratexia son un impacto de 472 millóns de euros no PIB galego, un retorno de 36 millóns para a administración galega en concepto de impostos directos, unha redución do impacto ambiental equivalente a 12.000 toneladas de CO2, a cobertura de 1.080 postos de traballo e máis de 3 millóns de aforro en custos relativos a cargas administrativas.

5.4.- O rol dos gobernos fronte á IA

Como acabamos de expoñer, é obvio que atopámonos ante un momento histórico no que conflúen a madurez das tecnoloxías, a facilidade de acceso ás infraestruturas de apoio e as grandes cantidades de datos almacenados polas organizacións, coa existencia de grandes partidas orzamentarias habilitadas polos gobernos para facer que este novo "verán" da IA no que nos atopamos, constitúa unha total transformación dos modelos de negocio e de relacións entre persoas, axentes públicos e privados.

Resulta añemtador o feito de que a IA estea nas prioridades das axendas políticas e se dispoña de partidas concretas para o seu despregamento e evolución, se ben ao poñernos a mirar ao horizonte coma cidadás e cidadáns galegos, ou coma propietarios dalgunha das miles de PEMES que configuran o noso tecido empresarial, xórdennos moitas incógnitas sobre como poderemos beneficiarnos destas grandes inversións previstas en IA, e sobre todo o temor de cal vai a ser o futuro dos nosos postos de traballo e os nosos negocios ante esta transformación baseada nunha tecnoloxía da que a maioría de nos temos escoitado falar, pero da cal só algúns teñen unha vaga idea de como funciona, e son moitos menos os que a coñecen a fondo e poden albiscar como pode contribuír a mellorar a competitividade dos nosos negocios.

Se hai quen pensa que a IA é a electricidade do século xxi, levar a IA aos negocios non será en todo caso coma prender un interruptor e ver coma lámpadas e máquinas comezan a funcionar e axudarnos no noso traballo. Neste caso, para podernos beneficiar da IA, será preciso sumar unha comprensión das posibilidades desta tecnoloxía e un coñecemento do negocio e a problemática na que se pretende aplicar. Só así conseguiremos que teña un efecto transformador nos mesmos. Tamén será preciso dispoñer do talento

necesario para poderlle sacar partido a esta nova tecnoloxía disruptiva.

Estamos, polo tanto, ante un reto complexo, no que os programas que dispoñen os gobernos non serán sinxelos de levar á práctica, e menos nun tecido empresarial e sociedade coma a galega, na que, aínda que levamos avanzado moito na dixitalización das nosas PEMES e institucións e na redución da fenda dixital, quédanos un largo camiño para comprender e poder utilizar a Intelixencia Artificial coma unha vantaxe competitiva.

Mais alá de dispoñer de programas e orzamentos para a implementación da IA, entendemos que, sendo conscientes da transformación que traerá esta tecnoloxía, e coñecendo a complexidade da súa aplicación, os gobernos deben asumir un rol de liderado, propiciando un ecosistema activo no que o talento, a investigación, os provedores de servizos e o tecido empresarial dispoñan de instrumentos de colaboración, axudando á cidadanía a comprender a IA, e guiando ás empresas para a súa aplicación nos seus negocios.

5.5. As propostas dos gobernos fronte a IA

Como se citou anteriormente, a Comisión Europea busca impulsar iniciativas de coordinación e traballo conxunto entre os Estados membros, e para iso plantea estruturas e redes de cooperación nas que Galicia debe de posicionarse para formar parte das mesmas e captar os recursos e ferramentas que mediante estas se canalizan. Aquí será clave o papel do noso ecosistema de ideación, investigación e innovación, e o apoio que as institucións públicas lle poidan ofertar para este obxectivo.

Iniciativas da Comisión Europea

A Comisión xa anunciou medidas concretas que están a implementarse baixo as axendas estratéxicas citadas anteriormente. Entre elas destacan:

- Asociación público-privada sobre Intelixencia Artificial, datos e robótica para definir e aplicar unha axenda estratéxica común de investigación, innovación e despregue para Europa.
- Novas redes de centros de excelencia en IA para fomentar o intercambio de información e coñecementos especializados, desenvolver a colaboración coa industria e fomentar a diversidade e a inclusión.
- Instalacións de ensaio e experimentación para experimentar e probar a tecnoloxía máis avanzada en contornas reais.
- Centros de innovación dixital, xanelas únicas para facilitar o acceso aos coñecementos técnicos e á experimentación, de modo que as empresas poidan «probar antes de investir».
- Unha plataforma de IA á carta que servirá de arsenal central europeo de recursos de IA (por exemplo, coñecementos especializados, algoritmos, plataformas de software, ferramentas

Táboa 3. Medidas relativas á implementación da ENIA

MEDIDA	DETALLE	INSTRUMENTO EXECUCIÓN	PRESUPOSTO
1. Plan de Protección a Colectivos Vulnerables	A creación do plan inclúe os dereitos laborais, sociais e as necesidades das mulleres.	Contratación Pública en concurrencia competitiva	1,10 M €
2. Plan de sensibilización e confianza cara a IA	Promocionararanse foros de diálogo, sensibilización e participación nacionais e internacionais de IA, entre o goberno, ciencia, sector privado e sociedade civil.	Contratación Pública en concurrencia competitiva	800.000 €
3. Observatorio de IA	Impulsar observatorios de avaliación ética e xurídica dos sistemas algorítmicos da AAPP e o seu impacto social para afianzar a confianza do cidadán nos sistemas de automatización da AAPP	Contratación Pública en concurrencia competitiva	2,10 M €
4. Selo Estatal de IA	Desenvolvemento dunha arquitectura de certificación e selo de IA confiable	Contratación Pública en concurrencia competitiva	2,60 M €
5. Misións I + D + i	Financiar proxectos de investigación industrial en materia de IA, para abordar as brechas de xénero e dixital, a transición ecolóxica e a vertebración territorial en sectores de gran impacto (enerxía, mobilidade, biomedicina, clima, agroalimentario, sanidade, turismo e hostalaría)	Convocatoria de Axudas dentro do Regulamento (UE) nº 651/2014 da Comisión. Sección 4, Artigo 25	136M €
6. Rede Española de Excelencia en IA	Crear programas interdisciplinares de formación, alta especialización e captación e retención de talento.	Traslado financiación ás Universidades e centros de investigación. Convocatoria de Axudas Estatais de Investigación, Desenvolvemento e Innovación	34 M €
7. Instituto Multidisciplinar de IA	O obxectivo é integrar a Intelixencia Artificial con outras ciencias, especialmente as neurotecnoloxías. Estaría composto por 25 grupos, conformando 250 investigadores.	Consorcios públicos	20 M €
8. Spain Talent Hub	Creación dun nodo de información para atracción e retención do talento en IA. Mediante 3 actividades: - Plataforma electrónica de intercambio de talento, emprendemento e información. - Campaña de Comunicación - Contratación de investigadores do estranxeiro	Levarase a cabo xunto con ICEX Invest in Spain Contratación Aberta	21,4 M €
9. Cátedras de IA	Financiar a creación de entre 10 e 15 cátedras universitarias con temáticas por determinar, pero con ámbitos de interese como o impacto da IA en democracia, tendencias emerxentes de IA, avaliacións de sistemas de IA e IA biomédica, entre outros	Financiación a Universidades	16 M €
10. Reforzo de capacidade de Supercomputación	Conectar os PEMES cos centros de supercomputación da Rede Española de e introducir a Comunicación e Computación Cuántica en proxectos diversos, como a mobilidade e cambio climático. Proxecto de creación dun sistema de computación cuántica para poder desenvolver algoritmos cuánticos para aplicación de IA	Convenios	22M €
11. Convocatoria de integración de cadea de valor	Programa de axudas a PEMES para integración da IA e a robotización nas súas cadeas de valor.	Convocatoria de Axudas dentro do Regulamento (UE) nº 651/2014 da Comisión. Sección 4, Artigo 25	208M €
12. Algoritmos Verdes	Maximizar a eficiencia enerxética e reducir o impacto ambiental nos modelos de IA, apoiando o uso desta tecnoloxía para dar resposta aos desafíos medioambientais	Contratación pública	5M €

Fonte EGIA

de desenvolvemento...), necesario para a industria e o sector público.

Coma todas as iniciativas da Comisión, teremos que seguir de preto a evolución destas infraestruturas e a concreción das expectativas sobre cada unha delas, e dende Galicia deberemos ser capaces de aproveitar ao máximo estas infraestruturas.

Iniciativas do Goberno de España

Dende a publicación da ENIA, o goberno de España ten avanzado en medidas concretas que camiñan cara facer realidade o avance da IA no noso estado, entre elas a creación dun Consello Asesor de Intelixencia Artificial, dunha oficina do dato e o nomeamento do Chief data Officer (CDO) para España, dentro da estrutura da secretaría de Estado de Dixitalización e Intelixencia Artificial. Mais recentemente aprobouse a creación dunha Axencia para a Supervisión da IA, que debe operar como observatorio e faro dunha IA fiable, aliñada coa clara política europea neste sentido.

Recentemente, no marco do Plan Nacional de Recuperación e Resiliencia, concrétanse as medidas referentes á implementación da Estratexia Nacional de Intelixencia Artificial que se mostran na táboa 3. Como se pode ver, o Goberno de España xa ven de poñer en marcha iniciativas concretas entorno ao despregue da IA. Nalgúns casos, coma ocorre coas misións de I+D+i vinculadas á investigación industrial en materia de IA, a integración da IA nas cadeas de valor para dar resposta dende Galicia á convocatoria de axudas do Goberno, será necesario unir esforzos entre os representantes do tecido empresarial, as universidades e centros de investigación de xeito coordinado co goberno da Xunta de Galicia, xa que as accións deberán estar enmarcadas dentro.

Iniciativas da Xunta de Galicia

A aposta de Galicia pola Intelixencia Artificial (EGIA) é ambiciosa en canto a formación, investigación e transferencia en materia de IA, e podemos considerala superior á media nacional, pero tamén é certo que chega con certo retraso respecto a outras rexións europeas e españolas. Durante o presente 2021, avanzouse nalgunhas das medidas que se anunciaban no texto da EGIA, en concreto co lanzamento dun programa de habilidades dixitais en Intelixencia Artificial para diferentes profesións, en liña co establecido no Marco Galego de Competencias Dixitais e na promoción do rol da Xunta de Galicia como axente tractor na adopción da Intelixencia Artificial a través dun ecosistema Gobtech, ambas materializadas baixo licitacións públicas da Axencia para a Modernización Tecnolóxica de Galicia. O executivo autonómico pretende dar forma a cada unha das 15 medidas anunciadas, co

Táboa 4. Metas establecidas na EGIA

Metas	2020	2025
Nodo de Intelixencia Artificial de Galicia – IA.gal	Non	Si
Marco regulatorio para o control e avance ético do procesamento de datos	Non	Si
Proxectos de investigación no ámbito da intelixencia artificial	258	>20%
Financiamento público captado en convocatorias nacionais e europeas de concorrencia competitiva en intelixencia artificial	10M€*	>50%
Profesionais docentes con formación en competencias dixitais en Intelixencia Artificial	-	50%
Prazas ofertadas polo Sistema Universitario de Galicia (SUG) en estudos de grado e mestrado vencellados á intelixencia artificial	-	210
Empresas que usan solucións dixitais avanzadas baseadas en intelixencia artificial	-	25%
Empresas TIC con especialistas en intelixencia artificial	-	20%
Administracións que usan solucións dixitais avanzadas baseadas en intelixencia artificial	-	50%
Produtos software resultado do ecosistema GobTech	-	20%
Servizos públicos nos que se aplica a intelixencia artificial	-	25%
Cidadanía beneficiaria de servizos públicos nos que se aplica a intelixencia artificial	-	25%

Fonte EGIA

fin de facer chegar a IA ao territorio. Pero debemos preguntarnos si existe o ecosistema axeitado que permita alcanzar estes obxectivos. A estratexia galega é relativamente concreta, pero é mellorable no relativo ao talento. En concreto, nos preocupa a carencia dun programa de inserción de talento en IA nas empresas. Pensamos tamén que son insuficientes o obxectivos de chegar a que o 25% das empresas teñan solucións dixitais avanzadas baseadas na IA, ou a porcentaxe de persoas especializadas en IA na área TIC que se quere alcanzar.

No contexto actual de globalización no que nos atopamos, semella moi complexa a labor de impulsar ou tentar coordinar o avance e implantación nun territorio dunha tecnoloxía tan transformadora. Neste escenario, o Goberno galego, con competencias na materia,

guiado polas directrices da Comisión Europea e do Goberno de España, debe dar pasos rápidos, coordinando ao ecosistema empresarial, de educación superior, centros de investigación e tecnolóxicos, en particular, co fin último de impactar de xeito positivo no benestar da sociedade e na creación de riqueza e emprego de calidade[15]. Con todo, nos últimos anos o poder crecente das tecnoloxías e a transformación dixital dos sectores nas economías propiciaron a creación de múltiples infraestruturas e nodos de colaboración en torno ao impulso da innovación e o emprendemento, programas sectoriais, ou ben especializados directamente en algunhas destas tecnoloxías.

O tratamento do dato e o impacto que provocará a aplicación da Intelixencia Artificial sobre o mesmo, debe preocupar e ocupar ás AA. PP., que nos seus territorios serán responsables de guiar a súa cidadanía e ao tecido empresarial:

- Velando pola aplicación dunha Intelixencia Artificial fiable, definindo un marco normativo e ético para a súa aplicación segura e responsable, e centrada nas persoas.
- Impulsando a "alfabetización", capacitación e formación en IA á cidadanía, de acordo cos seus intereses e necesidades.
- Fomentando a xeración, captación e retención do talento e en accións para o fomento da I+D+I e o emprendemento na economía da Intelixencia Artificial mediante a colaboración público-privada.
- Habilitando programas e infraestruturas que faciliten o despregue da IA no tecido produtivo e a utilización da IA para mellorar a prestación de servizos públicos.

15- Neste sentido, a IA tamén representa riscos para as persoas, a sociedade e a seguridade (fronteiras, ciberseguridade) que están a ser obxecto de políticas e normativas; así, a Resolución do Parlamento Europeo, do 16 de febreiro de 2017, con recomendacións destinadas á Comisión sobre normas de Dereito civil sobre robótica (2015/2103(INL)), o Libro Branco sobre a intelixencia artificial - un enfoque europeo orientado á excelencia e a confianza, 19.2.2020 COM(2020) 65 final ou as, Orientacións da Comisión Europea sobre o reforzo do Código de Boas Prácticas en materia de desinformación, COM(2021) 262 final, etc.

6. O PAPEL DA IA NA EMPRESA E VICEVERSA

Está fóra de toda dúbida que nos últimos anos a IA está a mudar a industria. Ata hai poucos anos a IA estaba relegada fundamentalmente ao eido académico, con excepción dalgúns laboratorios de grandes expresas tecnolóxicas. Sen embargo, a confluencia de varios factores dispararon o interese empresarial na IA e a súa adopción xeneralizada no mundo empresarial. Entre os factores que motivan este interese poderiamos destacar o progresivo avance da dixitalización das empresas e a percepción da IA como un instrumento para potenciar a produtividade e a competitividade, un discurso que ven alimentado por múltiples axentes do sector público e privado, especialmente cando a situación de crise derivada da irrupción da COVID-19 acrecentou a necesidade das empresas por innovar, diferenciarse e ser máis competitivas. Sen ir máis lonxe, a transición dixital é o eixo, xunto coa transición verde, sobre o que pivota o plan de recuperación NextGenerationEU[16] proposto pola Comisión Europea para o período 2021-2027, que prevé mobilizar unha cantidade de fondos públicos e privados sen precedente. Desde o punto de vista da adopción, podemos falar polo menos dos seguintes factores que posibilitaron unha sorte de "democratización" da IA:

- Dispoñibilidade de grandes cantidades de datos representativos dos problemas que se pretenden resolver.
- Dispoñibilidade dunha grande potencia computacional a un custo razoable.
- Dispoñibilidade de contornas de desenvolvemento que encapsulan funcionalidades avanzadas de IA, como Tensor Flow, Caffe, Amazon Machine Learning, entre outras. Isto reduce enormemente a curva de aprendizaxe e a bagaxe técnica necesaria para acometer proxectos no eido da IA.

A confluencia de todos estes factores diminuíu significativamente o risco de embarcarse en proxectos de IA desde o punto de vista empresarial, favorecendo así o seu florecemento na empresa. En calquera caso é importante destacar que en grande medida estamos a falar de tecnoloxías IA que se encadran na rama específica coñecida como aprendizaxe automática (ML – Machine Learning), centrada sobre todo no paradigma de aprendizaxe con redes neuronais profundas (DL - Deep Learning), especializadas na identificación de patróns e diseño de predictores.

Canto do que están a aplicar as empresas a día de hoxe no seu negocio é realmente IA? En realidade, a meirande parte da IA que se está a aplicar na empresa é precisamente aprendizaxe automática que se utiliza fundamentalmente no apoio á toma de decisións. Tal e como manifestou recentemente Jordan,[17] un dos investigadores máis influentes no panorama mundial da aprendizaxe automática, hai bastante confusión ao respecto, xa que os sistemas actuais de aprendizaxe automática non teñen a capacidade de facer razoamentos semánticos de alto nivel que se acheguen aos dos humanos. Empuxados polo "hype" mediático arredor da IA, tamén pódense atopar moitos casos nos que se forzan os límites do que se pode chamar IA. Un estudo realizado en 2019 por un fondo de

16- https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_es
17- https://spectrum.ieee.org/stop-calling-everything-ai-machinelearning-pioneer-says

venture capital londinense puxo de manifesto que unha fracción moi alta de startups europeas que presumen de ser "empresas IA", en realidade non o son, ou ben fan un uso da IA no seu negocio irrelevante. O estudo chegaba a estimar esa cifra nun 40%. Tamén é importante non confundir IA con dixitalización, xa que non son termos intercambiables, aínda que a miúdo se usen como tal.

Con todo, a IA no seu estado de desenvolvemento actual está a producir grandes cambios no mundo empresarial, aplicándose sobre datos de todo tipo: multimedia (imaxe, vídeo, audio), linguaxe natural, datos procedentes de sensores, etc. Asimesmo, tócanse practicamente todos os ámbitos: procesos de fabricación, xestión do negocio, educación/formación, recursos humanos, legal, etc. Nos seguintes apartados (2.1 e 2.2) botamos unha ollada ás dúas principais maneiras nas que a IA está a impactar hoxe en día nas empresas. No apartado 2.3 reflexionamos brevemente na dirección inversa, é dicir, de que maneira a empresa está a impactar hoxe en día na IA.

6.1. O rol da IA na empresa: mellorar o que facemos

Se botamos unha ollada á aplicación da IA no mundo actual da empresa, decatarémonos de que en moitos casos trátase de aplicala aos procesos que xa existen coa fin de acadar unha mellora substancial na eficiencia destes ou incluso automatizalos completamente. Podemos falar dunha sorte de "automatización intelixente"[19] que persegue como obxectivo principal unha redución de custos: facer máis con menos. Polo tanto, estamos a reinventar a maneira de executar os procesos, o cal pode ter un impacto moi relevante nos resultados da organización, pero con frecuencia non se chegan a producir cambios disruptivos na mesma.

Podemos atopar numerosos exemplos de automatización intelixente en practicamente todos os sectores de actividade económica. Por citar algúns:

. Nos procesos de atención ao cliente, onde é cada vez máis habitual interactuar con axentes conversacionais. Neste apartado tamén podemos incluír a automatización de procesos de "onboarding" de clientes, que se basean fundamentalmente en tecnoloxías de recoñecemento biométrico e análise documental.

. Optimización de procesos industriais. Podemos incluír neste apartado as solucións IA baseadas en sensorización e tratamento da información, e a robótica colaborativa. A día de hoxe non hai sector industrial que non estea inmerso na implantación deste tipo de solucións, ou planificando a súa implantación.

. Optimización do uso dos recursos de produción (materias primas, enerxía) e a pegada de carbono. É especialmente interesante o caso da agroindustria, un sector tradicionalmente moi alonxado das tecnoloxías dixitais, que na actualidade está inmerso na aplicación da IA á optimización do uso de fertilizantes, pesticidas, auga para regadío, etc.

. Xestión dos recursos humanos baseada en indicadores obxectivos ("people analytics").

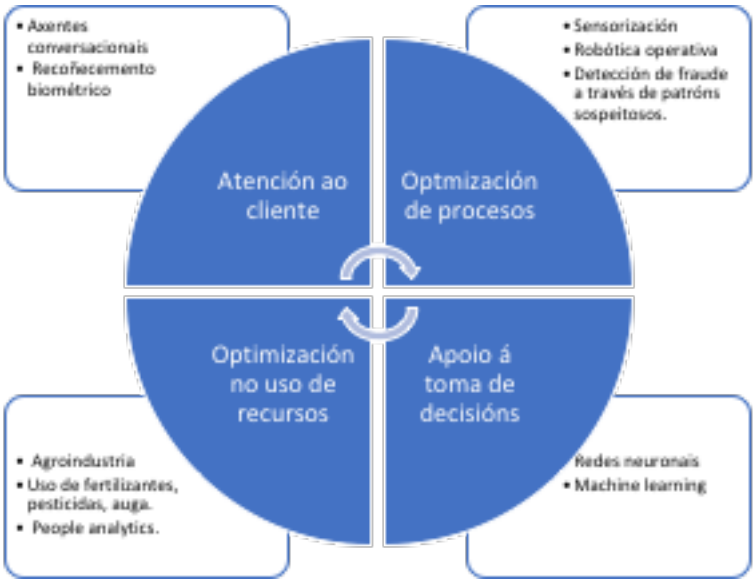
18- https://www.theverge.com/2019/3/5/18251326/ai-startups-europe-fake-40-percent-mmc-report

19- Cómpre non caer no erro de considerar nesta categoría solucións de mera automatización como os RPAs (Robotic Process Automation), que se ocupan de tarefas repetitivas e rutinarias, sen maior intelixencia asociada – aínda que os RPAs poden incorporar IA nos seus procesos, unha tendencia máis recente, coñecida precisamente como "automatización intelixente".

. Detección de fraude, analizando en tempo real grandes cantidades de información e detectado incoherencias ou patróns sospeitosos.

. Apoio á toma de decisións empresariais.

Figura 11.- Impacto esperado do investimento da EGIA



Non debería resultar sorprendente que a maior parte dos esforzos na aplicación da IA ao ámbito empresarial estean actualmente orientados nesta dirección, dada a situación de extrema competitividade e transformación de moitas industrias tradicionais, que buscan, cando menos a curto prazo, seguir mantendo a competitividade mediante a redución de ineficiencias. Tampouco debería resultar sorprendente decatarse de que o maior interese está en aplicar a IA aos procesos que requiren dun maior grao de intervención manual e, polo tanto, son susceptibles de xerar un maior aforro de custos por sustitución de capital humano. Por outra banda, este enfoque tan centrado na optimización de custos é o que xera maior controversia social, pois abre a porta a prescindir de man de obra ou, no mellor dos casos, á necesidade de reeducala/formala e reorientala laboralmente. Como ferramenta competitiva que é, as decisións de inversión e implantación da IA na empresa probablemente estarán cada vez máis suxeitas a criterios ASG (ambientais, sociais e de goberno corporativo) desde un punto de vista amplo de sostibilidade. En calquera caso, a modo de resumo podemos dicir que a aplicación da automatización intelixente persegue fundamental-

mente a protección do valor inherente aos procesos empresariais existentes, e non tanto á creación de novo valor.

6.2.- O rol da IA na empresa: reinventar o que facemos

A IA non se debe ver soamente como unha ferramenta para facer mellor ou dun modo máis eficiente o que xa estabamos a facer. Onde reside o maior potencial é precisamente naqueles eidos nos que a aplicación da IA ten a capacidade de reinvención mediante a creación de novos procesos, servizos, produtos, ou habilitando modelos de negocio radicalmente diferentes, dando lugar, polo tanto, a transformacións disruptivas con potencial de mudar por completo paradigmas empresariais e impactar a nivel social. En contraposición coa automatización intelixente, neste caso a aplicación da IA está orientada á creación de novo valor. É moi importante facer notar que non necesariamente estamos a falar de sistemas de IA con capacidades de razoamento semántico de alto nivel. Pola contra, en xeral seguimos a falar de tecnoloxías de aprendizaxe automática, as mesmas que están detrás da automatización intelixente tratada máis arriba. A principal diferencia está no obxectivo que se persegue coa súa aplicación, como vemos cos seguintes exemplos.

. A industria do retail é probablemente un dos mellores exemplos de reinvención (demostrada) que a IA pode provocar nunha industria a nivel global. Neste caso non se trata da aplicación dunha única ferramenta, senón de múltiples ferramentas IA: análise de patróns dos usuarios, predición de comportamentos, descubrimento de tendencias, previsión de demanda, personalización e recomendación, axentes conversacionais para interactuar cos clientes, optimización das rutas loxísticas, etc. Estas e outras ferramentas transformaron por completo o comercio minorista na última década, creando xigantes online, ao tempo que forzaron a pechar a innumerables negocios tradicionais.

. Aplicacións en biotecnoloxía:

. En xullo de 2021[20], DeepMind anunciaba os resultados obtidos coa súa ferramenta AlphaFold, coa que foi quen de predicir a estrutura 3D de milleiros de proteínas diferentes, tanto humanas como doutros seres vivos. Isto supuxo un dos maiores fitos na bioenxeñaría en décadas, e abre definitivamente as portas a unha nova era na investigación e as aplicacións nese campo.

. Na última década a aplicación de aprendizaxe automática e outras tecnoloxías de IA está a mudar radicalmente a metodoloxía de descubrimento de novos fármacos[21-22], Por medio de aproximacións computacionais baseadas en ferramentas de IA, a industria biofarmacéutica está a redefinir os seus procesos de busca de moléculas candidatas. As grandes farmacéuticas están ou ben a crear os seus propios departamentos de IA, ou ben a aliarse con empresas de IA que lles proporcionan a tecnoloxía necesaria.

. Dun xeito similar, aínda que máis incipiente, a aplicación da IA ao campo da xenética[23] está a xerar enormes expectativas, por exemplo, no tocante á edición de ADN ou á identificación de mutacións malignas.

20- https://www.nature.com/articles/d41586-021-02037-0
21- https://www.nature.com/articles/d41586-018-05267-x
22- https://www.nature.com/articles/d43747-021-00045-7
23- https://ysjournal.com/the-role-of-ai-in-gene-technology/

. Aplicación á ciencia e enxeñaría de materiais: en paralelo á aproximación máis computacional que se ven producindo na biotecnoloxía nos últimos anos, o descubrimento de novos materiais e a predición das súas propiedades[24] son outro dos campos da ciencia no que as ferramentas IA están a cambiar radicalmente o xeito de traballar, ampliando horizontes e acelerando a obtención de novos resultados.

. Creación de vehículos autónomos: automóbiles, vehículos aéreos... a IA é o ingrediente fundamental para dotar aos vehículos do futuro de sistemas avanzados de percepción e toma de decisións que lles permitan alcanzar un nivel de autonomía total, implicando un cambio radical de paradigma na industria, non só dos vehículos senón da mobilidade e transporte en xeral (de mercancías e persoas), e incluso na sociedade no seu conxunto.

. A aplicación da IA á saúde e o benestar ten o potencial de mudar o paradigma completo dos servizos de saúde, pasando do tradicional modelo reactivo (baseado en detectar e tratar) a un modelo preventivo, capaz de adiantarse significativamente aos problemas de saúde, grazas á monitorización continua de datos sobre a nosa saúde, hábitos, etc. e a aplicación de capacidades avanzadas de diagnose.

. A interacción persoa-máquina é un dos tradicionais campos de aplicación da IA, que na última década viu a súa chegada relativamente exitosa ao público masivo, en grande parte de man do retail (como é o caso do asistente por voz de Amazon). Nos próximos anos é previsible que os avances en comprensión/xeración da linguaxe natural, xunto con avances en robótica, dean lugar ás primeiras xeracións de robots asistenciais capaces de estender significativamente a autonomía de maiores e persoas con necesidades de atención especiais.

Os exemplos anteriores deixan claro que a IA está a reinventar diferentes ámbitos económicos, tecnolóxicos e sociais, posibilitando a creación de valor a través de novos produtos, procesos ou servizos: mellora da calidade de vida das persoas, medicamentos máis efectivos, novos materiais máis sostibles, mobilidade máis segura e sostible, etc. Pero, sen dúbida, os grandes beneficiados destas revolucións son as propias empresas tecnolóxicas que están a desenvolver eses novos produtos e servizos baseados en IA, sendo este o caso máis claro de creación de valor (xerando un retorno económico ao tempo que soluciona un problema relevante para o cliente). En ocasións son as propias empresas demandantes as que desenvolven a medida as súas propias solucións, pero máis a miúdo trátase de empresas de recente creación que, cunha forte orientación a produto e vocación internacional, están a desenvolver esas solucións disruptivas e ofrecelas a terceiros baixo diferentes modelos de comercialización, entre os que destaca o pago por uso.

O caso de Amazon é especialmente paradigmático e interesante, porque representa ao mesmo tempo a demanda e a oferta de IA. Inicialmente, Amazon foi unha empresa que apostou polo desenvolvemento propio de IA e tecnoloxías de computación na nube como soporte para mellorar os seus procesos de negocio, sendo isto fundamental para converterse no xigante loxístico e do retail que é hoxe en día. Sendo consciente da potencia dos produtos internos que desenvolveran, Amazon dedicouse a comercializar eses produtos para terceiros, converténdose así tamén nunha das

24- https://www.nature.com/articles/s41524-019-0221-0

grandes tecnolóxicas globais. Hoxe en día Amazon é o principal fornecedor de servizos de computación na nube (a través de Amazon Web Services)[25], e grazas a iso tamén un dos grandes fornecedores globais de aprendizaxe automática como servizo (Machine Learning as a Service - MLaaS). É dicir, Amazon comercializa a súa tecnoloxía de IA para que terceiros constrúan sobre ela as súas aplicacións a medida.

6.3. O rol da empresa na IA

Xa hai tempo que o papel da empresa pasou de mero consumidor de solucións de IA ata chegar a ser un actor moi activo e un dos principais motores tras os avances no estado da arte da IA,[26] un ámbito que tradicionalmente cinguíase ao eido académico. Dado o carácter estratéxico que a IA adoptou rapidamente no mundo empresarial, cada vez máis empresas levan a cabo as súas propias investigacións e incluso lideran as áreas de investigacións máis afíns ao seu negocio. A día de hoxe, unha busca sobre os investigadores máis influentes no campo da IA deixa ás claras que estes nomes atópanse en moitos casos vinculados a grandes tecnolóxicas (DeepMind, Tesla, Apple, Facebook, Baidu, Google...) sendo referentes cada un no seu propio campo: aprendizaxe profunda, aprendizaxe por reforzo, visión por computador, comprensión de linguaxe natural, síntese de imaxes, etc.[27] Asimesmo, actualmente as principais contornas de desenvolvemento para IA[28] son de código aberto, e están ou ben directamente impulsadas por grandes tecnolóxicas ou ben apoiadas por elas[29]. Este grande empuxe á investigación desde a industria vai acompañado dun empuxe similar no ámbito da propiedade industrial. Unha busca rápida na base de datos de patentes de WIPO[30] achega resultados reveladores:

. Entre 2018 e 2021 publicáronse o 93% do total das patentes mundiais (en IA).

. O incremento en número de patentes desde o 2016 supera o 75% anual, acadando o 160% en 2018.

. Por países, China é líder en número de patentes (máis do 60%), seguida de Estados Unidos, xa moi de lonxe, con Korea do Sur en terceiro lugar.

. Os maiores solicitantes de patentes son as empresas, asiáticas en concreto: Baidu, LG, Samsung e Huawei, entre outras. Hai que baixar ata o décimo posto no ranquin para atopar unha empresa non asiática (IBM).

O impulso empresarial ao avance da IA ven motivado, como é obvio, polo interese en obter unha posición de relevancia no control dunha tecnoloxía estratéxica, non só desde o punto de vista da empresa senón tamén xeopolítico. IA, 5G, ciberseguridade, cúantica... son os ámbitos tecnolóxicos onde as principais economías mundiais, a través das súas principais empresas, están a competir por acadar a supremacía. Esta competición ten tamén o seu reflexo nas operacións de grandes investimentos e adquisicións. Segundo datos de Financial Times, tan só en 2021 as grandes compañías

25- https://holori.com/2021-cloud-market-size-and-aws-azure-gcp-market-share/#key-cloud-providers-worldwide

26- https://www.mygreatlearning.com/blog/ai-researchers-and-leaders/

27- Un caso evidente e recente son os catro premiados na modalidade de investigación nos premios Fundación Princesa de Asturias 2022, todos eles traballando en xigantes tecnolóxicos ou colaborando intensamente con eles.

28- https://geekflare.com/ai-frameworks/

29- Relación directa entre contornas de IA e grandes tecnolóxicas: Tensorflow (Google), CNTK (Microsoft), AML (Amazon), Torch (Facebook e Twitter), Caffe (Alibaba).

30- https://patentscope.wipo.int/

tecnolóxicas a nivel global levan investido máis de 264.000 millóns de dólares en adquisicións doutras empresas tecnolóxicas máis pequenas (no só de IA), para afianzar a súa posición de líderes[31]. De xeito similar ao caso das patentes, tamén podemos ver aquí unha grande concentración: durante a última década, as adquisicións por grandes tecnolóxicas (Google, Apple, Facebook, Amazon, Alibaba)[32] ronda o 30% do total das operacións a nivel global.

No caso da IA, pola implantación masiva que xa acadou en múltiples ámbitos que teñen un impacto directo na vida das persoas (e tamén pola acumulación de tanto poder en tan poucos axentes a nivel mundial), preocupan diferentes aspectos desde o punto de vista ético que poñen o acento na responsabilidade empresarial á hora de usar a IA.

Un dos aspectos fundamentais e máis sensibles é a privacidade, xa que a recopilación e análise masiva de datos abre a porta ao acceso a información sensible e ao descubrimento de patróns do noso comportamento e vida persoal, que se poden explotar por provedores de servizos e de terceiros de xeito pouco transparente para o propietario lexítimo deses datos. Probablemente o caso máis paradigmático deste tipo é o ben coñecido de Facebook e Cambridge Analytica[33], que contribuíu de xeito decisivo a incrementar a desconfianza nos sistemas de IA que explotan datos de carácter persoal.

Outro aspecto de preocupación é o dos sesgos na toma de decisións, un problema que ven derivado dos propios sesgos inducidos (intencionadamente ou non) na etapa de aprendizaxe dos sistemas de IA, principalmente nos de tipo supervisado. Reducir (idealmente, eliminar) estes sesgos é un dos obxectivos para garantir o uso non discriminatorio da IA, o cal é especialmente importante naqueles sistemas que son empregados para tomar decisións que impactan directamente na vida das persoas (p. ex. no ámbito laboral, sanitario, financeiro, etc.) e, polo tanto, teñen o potencial de xerar discriminacións (de xénero, raza, idade, estrato social, etc.) con graves consecuencias[34].

En ocasións, obxectivos empresariais lícitos (como incrementar a rentabilidade) poden entrar en conflito de interese cos valores éticos á hora de empregar a IA. Recentemente tivemos outro exemplo paradigmático da man de Facebook, que foi suxeito dun novo escándalo[35], relacionado neste caso con decisións da compañía para favorecer ingresos a costa de, presuntamente, ignorar efectos perniciosos dos seus algoritmos de recomendación e posicionamento de contidos.

A concienciación sobre os efectos dun mal uso da IA, así como o compromiso cos valores éticos na súa aplicación, están cada vez máis presentes nos discursos corporativos. Con todo, o marco regulatorio sobre a IA está a crecer, con Europa á cabeza[36], delimitando ámbitos "sensibles" de aplicación, como son o "people analytics", márquetin, biometría, deepfakes, etc. que van estar suxeitos a controis máis severos e,

31- https://www.ft.com/content/e2e34de1-c21b-4963-91e3-12dff5c69ba4
32- https://numerau.com/blog/gafa-investments-acquisitions/
33- https://en.wikipedia.org/wiki/Facebook%E2%80%93Cambridge_Analytica_data_scandal
34- https://towardsdatascience.com/real-life-examples-of-discriminating-artificial-intelligence-cae395a90070
35-https://www.cbsnews.com/news/facebook-whistleblower-frances-haugen-misinformation-public-60-minutes-2021-10-03/
36- https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1623335154975&uri=CELEX%3A52021PC0206

polo tanto, van ter un impacto na innovación aplicada a estes ámbitos. A priori, ese impacto pode ser negativo, no sentido de que unha maior regulación pode frear as innovacións en IA, pero a longo prazo agárdase que contribúa a xerar máis confianza nas ferramentas e, sobre todo, a garantir que se respecten en todo momento os dereitos fundamentais das persoas. Ademais, o establecemento de certas restricións debería ser un estímulo para o desenvolvemento de novas solucións tecnolóxicas de IA que permitan garantir un uso seguro dos datos e respectuoso coa privacidade (paradigmas como o da "aprendizaxe federada" van nesta dirección). Probablemente veremos a curto prazo a proliferación de contornas de tipo "sandbox" para probar aplicacións de IA en ámbitos sensibles. En calquera caso, a efectividade deste tipo de marcos regulatorios será maior en tanto existan consensos a nivel global, para evitar desequilibrios e vantaxes competitivas inxustas. Neste sentido, Estados Unidos manifestouse recentemente en favor dun desenvolvemento tecnolóxico que promova a privacidade, transparencia e valores democráticos[37].

Volvendo a un plano positivo, a IA é unha fonte de creación de riqueza e progreso social a través da súa aplicación empresarial. Os postos de traballo directamente vinculados á IA (data scientist, data architect, ML engineer, etc.) son de alta cualificación e ben remunerados. A IA pode liberar aos traballadores para que desenvolvan tarefas máis creativas e de maior valor engadido, que hoxe están fóra do alcance da IA. Sen embargo, aínda é unha tarefa pendente, e un compromiso ineludible coa sociedade, a de reubicar a todos aqueles traballadores que van ser desprazados polo efecto da automatización intelixente, e facelos partícipes da revolución da IA en positivo. Un estudo recente[38] realizado en Galicia por investigadores da USC, pon precisamente de manifesto o reto da recapacitación e reciclaxe dos traballadores e directivos no tocante ás competencias dixitais, como unha das claves para aproveitar as oportunidades da transformación que ven da man da dixitalización e a automatización.

6.4. Cal debe ser o camiño a seguir

6.4.1 Espazos de datos para impulsar o ecosistema galego de IA

As empresas galegas non están de costas ás innovacións baseadas na IA, e atopamos numerosos exemplos, tanto desde o punto de vista da oferta como da demanda. Sen embargo, cremos que poñendo en marcha algunhas iniciativas conxuntas entre os axentes sería posible (e desexable) aumentar o número de empresas desenvolvendo produtos e servizos exitosos baseados en IA, así como o número de empresas que se beneficien da aplicación da IA ao seu negocio.

Como xa vimos, moitas das ferramentas e tecnoloxías punteiras detrás das innovacións baseadas na IA son de código aberto, o que significa que en principio non existen grandes barreiras tecnolóxicas para innovar coa IA. Sen embargo, os datos si constitúen hoxe en día unha das barreiras máis claras,

37- https://sciencebusiness.net/news/us-push-democracy-affirming-technology-prizes-and-research-projects
38- https://www.usc.gal/es/investigacion/grupos/valfinap/modules/news/news_0003.html

por diante incluso da dispoñibilidade de talento e tecnoloxía. Desenvolver hoxe en día un produto ou servizo baseado en IA implica en primeira instancia o acceso a datos representativos do problema a resolver, en suficiente cantidade e tamén en calidade. Pódese dicir que os datos son hoxe en día a principal barreira para a verdadeira "democratización" da IA. Os sectores estratéxicos galegos que se poden beneficiar da IA (industria, primario, biotecnolóxico, saúde...) teñen a chave para facilitar este acceso, converténdose así en axentes tractores da innovación ao tempo que poden recoller de primeira man os beneficios. Polo tanto, a primeira proposta concretaríase na creación de "espazos de datos"[39] para democratizar o acceso aos mesmos e a ferramentas de IA especializadas para os sectores en cuestión. A través deses espazos de datos, tanto a oferta como a demanda poden establecer relacións de colaboración e levar a cabo transaccións baseadas na utilización e explotación dos datos dos seus respectivos propietarios. Por suposto, o concepto de espazo de datos non necesariamente significa acceso universal para todos, senón que é necesario establecer mecanismos de acceso e gobernanza que aporten confianza e trazabilidade, e permitan establecer as compensacións axeitadas. Tamén se pode converter nunha oportunidade para desenvolver contornas sandbox en ámbitos específicos (por exemplo na saúde) e posicionar a Galicia como unha rexión pioneira.

Desenvolver os espazos de datos é un reto tecnolóxico en si mesmo, que esixe da cooperación de numerosos perfís altamente especializados e complementarios, tanto pola parte académica e investigadora como pola parte empresarial. Só por mencionar algúns dos perfís técnicos necesarios, podemos citar: creación e depuración de modelos de aprendizaxe, limpeza e curado dos datos, integración continua e ML-OPS, visualización, experiencia de usuario, entre outros. Ademais, sería necesario implicar perfís non técnicos, especialmente no ámbito legal, cumprimento normativo, xestión e ética. Polo tanto, os espazos de datos poden xogar un dobre papel na mobilización do ecosistema innovador arredor da IA: facilitando a innovación sectorial, e favorecendo a colaboración activa entre múltiples axentes. Cómpre destacar que desde o sector público pódese xogar un papel importante impulsando os espazos de datos, especialmente nos ámbitos nos que o propio sector público pode actuar como un fornecedor de datos (saúde, medioambiente, agroforestal...), para aplicacións que poden beneficiar tanto ao propio sector público como á cidadanía. Neste sentido, cómpre mencionar as claras sinerxías coa Estratexia Dixital Galicia 2030 e a Estratexia Galega de Intelixencia Artificial 2021-2030, cun marcado impulso

39- Usando a nomenclatura da Comisión Europea: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12491-Data-sharing-in-the-EU-common-European-data-spaces-new-rules-_en

á economía do dato e que identifican como prioridade a integración de Galicia nos espazos europeos de datos, que son parte esencial da estratexia europea de impulso á Intelixencia Artificial[40].

6.4.2 Creación dun fondo galego para o impulso ás empresas deep tech

Aínda que o termo existe hai décadas, nos últimos anos popularizouse o termo "deep tech", en boa medida grazas aos grandes fondos de capital risco que empezaron a investir de xeito sistemático neste tipo de tecnoloxías. De xeito moi resumido, as deep tech son tecnoloxías habilitadoras, con potencial de solventar problemas de gran calado e a longo prazo (en ocasións aliñados cos Obxectivos de Desenvolvemento Sostible). Trátase de tecnoloxías cun grande trasfondo de I+D, cuxa aplicación, de ter éxito, pode xerar grandes cambios económicos e sociais. O interese dos fondos de capital risco nas deep tech ven da oportunidade que supón aproveitar o posicionamento en tendencias incipientes para chegar a ser pioneiros nun novo ámbito tecnolóxico que ten posibilidades de triunfar no futuro. As empresas deep tech centran os seus esforzos, polo tanto, en avanzar o estado da arte da tecnoloxía sen preocuparse aínda en exceso polo mercado concreto de aplicación. Por definición, as deep tech son atractivas para a súa inversión nos estadios temperáns de madurez tecnolóxica. Entre as deep tech podemos atopar as enerxías limpas, tecnoloxías cuánticas, biotecnoloxía, ciencias de materiais, ciencias da computación e, por suposto, a IA. Deep Mind é probablemente o exemplo máis paradigmático de empresa deep tech no eido da IA, estando detrás de avances tecnolóxicos esenciais tanto da IA como nas súas aplicacións. As startup deep tech teñen máis dificultades ca unha startup promedio para atraer investimento. Por varias razóns, entre as cales podemos destacar o alto risco, derivado dun baixo grao de madurez tecnolóxica e das fortes inversións necesarias nas etapas temperás para financiar os seus investimentos en I+D. Ainda así, os grandes números confirman que os potenciais beneficios compensan o risco e, de feito, a inversión global en deep tech está a medrar globalmente dun xeito sostido, coa previsión de duplicar ou incluso triplicar os niveis actuais en cinco anos[41]. Máis concretamente, a inversión en startups deep tech que desenvolven IA para ámbitos como a biotecnoloxía ou a robótica, está en tendencia crecente, ao mesmo tempo que as inversións en empresas europeas están a medrar axiña, mais aínda están moi por detrás das norteamericanas en volume[42]. No dominio da IA existen actualmente grandes retos que están a atraer a atención de investigadores e inversores en todo o mundo:

(1) IA explicable e certificable.
(2) Intersección da algoritmia con novas arquitecturas HW (p. ex., sistemas neuromórficos).
(3) Seguridade na aprendizaxe automática.
(4) Aplicación da IA á biotecnoloxía, robótica, ciencia de materiais, comunicacións dixitais e ciberseguridade.
(5) Outras.

40- https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-approach-artificial-intelligence
41- https://www.bcg.com/publications/2021/overcoming-challenges-investing-in-digital-technology
42- https://www.stateof.ai/2021-report-launch.html

A segunda proposta, polo tanto, concretaríase en estudar a creación e posta en marcha dun fondo especializado en deep tech para a inversión en iniciativas nacidas en Galicia. O ambicioso obxectivo a longo prazo pode formularse como a creación do primeiro unicornio deep tech netamente galego. Entre outros ingredientes a considerar, estarían o capital privado para financiar etapas iniciais de startups deep tech galegas, incentivos (p. ex. desde o sector público) e novas fórmulas para fomentar a inversión privada, e servizos de venture building que exerzan activamente unha labor de "descubrimento" de iniciativas (nomeadamente nos laboratorios universitarios e nos centros tecnolóxicos), que sexan susceptibles de converterse en startups deep tech con proxección internacional, medrando ao tempo que xeren un impacto directo en sectores estratéxicos en Galicia. Dado o carácter a longo prazo deste tipo de iniciativa, sería necesario estudar os posibles mecanismos de financiamento das diferentes etapas a medio prazo.

7. SITUACION ACTUAL E POTENCIAL DA IA NO TECIDO PRODUTIVO GALEGO

7.1 Situación actual no marco xeral. A súa correspondencia en Galicia

A Intelixencia Artificial aglutina capacidades que van dos sistemas de predición e recomendación ata sistemas de procesado da linguaxe natural, pasando por sistemas de visión por computador e automatización de procesos, entre outros. En Galicia hai grupos de investigación nas tres universidades públicas que traballan en todos estes campos, y así se recolle na Estratexia Galega de Intelixencia Artificial 2030. En comparación co resto do estado, **as tecnoloxías mais desenvolvidas son as de aprendizaxe automática, big data, robots de servicio, asistentes virtuais a clientes ou chatbots, así como o procesamento da linguaxe natural.**

A irrupción da Industria 4.0 e as políticas de dixitalización impulsadas pola administración galega en forma de convocatorias de axudas, son os principais motores tractores que impulsan o uso e transferencia da tecnoloxía. Pero aínda queda moito camiño por percorrer. As PEMES galegas descoñecen o verdadeiro potencial que poden ofrecer estas tecnoloxías, quizais pola falta de información sobre a súa potencial aplicación e a escasa difusión de produtos e servicios que existen no mercado. E ben certo que en xeral tense certa idea do que é a Intelixencia Artificial, pero froito do descoñecemento en detalle e de certos apriorismos, escápaselles ás organizacións gran parte do seu potencial de uso. **As PEMES, son as que teñen máis que facer, pero en moitas delas a situación de partida non é a idónea por atoparse en estadios básicos de dixitalización.**

Por outra banda, o esforzo en inversión que supón incorporar algunhas destas solucións, aínda que non son comparables ás das infraestruturas ou outros activos, teñen o hándicap da concepción de risco económico que poidan derivarse da súa aplicación. Pensar na incorporación da IA en abstracto non é tan simple como integrar ferramentas moi consolidadas, coma poden ser as clásicas ferramentas de reporting ou as aplicacións de xestión da actividade ou produtividade (ERPs, CRMs, MRPs, etc.). Ademais, ten un compoñente de risco que flutúa na forma na que se aborda a súa implementación. Pensemos nun cadro de mando e o seu uso para a toma de decisións fronte á predicción de ventas para o futuro que pode aportar un sistema baseado en IA deseñado para tal fin. Que grao de fiabilidade lle dan as PEMES a estas ferramentas? En que medida as PEMES consideran prioritaria a aplicación da IA no seu día a día?

Ante o tsunami en forma de axudas ou financiamento que estase a despregar no marco dos diferentes plans de actuacións das administracións publicas (rexionais, nacionais ou europeas), para a activación da economía na era postCOVID, gran parte das mesmas céntranse en establecer plans de dixitalización para as PEMES, que traen consigo a aceptación implícita de que o punto de partida non é o máis favorable para a implementación destas tecnoloxías máis punteiras. **Sectores coma a construción, metalurxia e inmobiliario (algúns de-**

les tractores da economía do pais) aínda están pouco avanzados dixitalmente e, polo tanto, son menos proclives a incorporar IA que outros sectores coma a industria, o turismo e o sector TIC.

7.2 Aplicabilidade da IA. Ámbitos e casos de éxito

7.2.1. Ámbitos de aplicación da IA por sector

Hoxe en dia, as empresas son os principais actores do proceso de penetración da Intelixencia Artificial na economía. Por unha banda, son as encargadas de detectar as posibles aplicacións comerciais dunha determinada tecnoloxía de IA, así como de identificar o impacto potencial dunha ferramenta de IA na eficiencia empresarial ou na optimización de custos. Por outra banda, son as propias empresas as que deben deseñar e implantar todo o proceso de innovación aplicada ata obter o resultado final. Polo tanto, a forma en que as empresas internalizan a Intelixencia Artificial é de crucial importancia para determinar o impacto desta tecnoloxía na economía no seu conxunto.

Existen xa sinais moi claras sobre as disrupcións producidas pola IA en múltiples sectores relevantes en Galicia. Caben destacar aplicacións no ámbito da agricultura, onde estanse a desenvolver algoritmos que analizan datos das explotacións agrícolas e factores medioambientais con capacidades de aprendizaxe e que están orientados á toma de decisións xerando respostas en cuestións coma o control de pragas, a agricultura de precisión ou a viabilidade de colleitas. No sector da industria destacan as aplicacións de sistemas de mantemento preditivo, loxística, produción e control de calidade, a través de técnicas de visión por computador principalmente, ou a automatización de tarefas rutineiras a través de sistemas RPA. Se nos centramos mais neste contexto, o sector da automoción e un claro exemplo de aplicación, non só polo proceso en si de fabricación (que é algo compartido por tódolos fabricantes, sexan ou non deste sector), senón tamén pola evolución do sector para a produción de vehículos autónomos. No eido médico, a IA vense aplicando principalmente en dúas vertentes moi claras, a análise intelixente a través de técnicas de visión artificial nas probas radiolóxicas (ej. para detección de tumores, cancros ou calquera outra patoloxía) ou na análise automática dos historiais médicos. Ademais, en Galicia, ten cada dia un papel mais importante a parte derivada de atención ao envellecemento, onde as aplicacións que fan uso de técnicas de linguaxe natural ofrecen unha nova interfaz que favorecen o seguimento e control desta parte da poboación. No ámbito da enerxía, a Intelixencia Artificial está a facilitar sistemas de predición da demanda, tanto a niveis de consumo nos fogares, como o da predición de prezos a corto, medio e longo prazo, algo de vital relevancia para a xestión de comunidades enerxéticas. Predicir picos de consumo ou detectar fallos na rede eléctrica son algúns exemplos da aplicación neste campo.

Pode concluírse que o grao de implantación garda relación co grao de desenvolvemento ou relevancia dos sectores económicos de Galicia, o que non impide ter en conta, como sinala o Informe "Uso de tecnoloxías dixitais por empresas en España"[43], Observatorio Nacional de Tecnoloxía e Sociedade (ONTSI), 2022 que "a adopción de IA varía considerablemente en fun-

43- Ob.cit., pág. 8.

Figura a.- > Exemplos de aplicación sectorial da IA en Galicia



ción do tamaño da empresa e do sector de actividade. Unha de cada tres grandes empresas utiliza sistemas de IA, mentres que nas medianas esta porcentaxe cae ao 14% e nas pequenas é só do 6%". Polo tanto, o tamaño empresarial é unha limitación clara no proceso de uso e difusión das tecnoloxías baseadas na IA no sector produtivo galego. Por outra banda, a especialización produtiva tamén inflúe considerablemente, xa que Galicia ten un alto grao de especialización produtiva en sectores cun menor grado de uso da IA.

Resulta interesante ver como as

Figura 12.- >Empresas que utilizan IA por sector de actividade



Fonte: Uso de tecnoloxías dixitais por empresas en España, ONTSI, 2022.

Figura 13.- Exemplos de empresas que utilizan IA en Galicia



Fonte: Elaboración propia

grandes e non tan grandes empresas en Galicia xa fan uso da Intelixencia Artificial. Na figura 13 móstranse algúns exemplos, pero o número e a diversidade de casos non para de crecer.

Martin Códax presentou en 2019 unha aplicación baseada en IA que fai uso de drones para predicir cando é o mellor momento da vendima. No sector banca, ABANCA tamén presentou ese mesmo ano unha app que fai uso de técnicas de IA para mellorar e personalizar dita aplicación a cada usuario. Hijos de Rivera e INDITEX aplican xa tecnoloxías de IA para a elaboración dos seus produtos, no primeiro caso para mellorar a súa estratexia de negocio e no segundo a súa cadea de subministro, coa finalidade de estar por diante dos seus competidores minoristas. No caso de PSA a súa aposta polo uso da IA céntrase entre outros no coche conectado.

Industria 4.0 e IA

O concepto de Industria Conectada 4.0 baséase no uso de grandes volumes de datos obtidos a través de sistemas ciberfísicos e Internet das Cousas (coñecida comúnmente polo acrónimo en inglés, IoT). O obxectivo en última instancia é chegar a contar con fábricas intelixentes nas que as máquinas e os diferentes recursos non necesiten, cando menos non intensivamente, da intervención humana para a toma de decisións, e conseguir así un efecto transformador nos seus procesos, operacións, produtos e servizos. Na industria 4.0 xogan un papel determinante as tecnoloxías da IA, xa

que danse as circunstancias favorables para a súa implementación. A industria e un gran xerador de datos a todos os niveis, de todo tipo (estruturados e non estruturados), de distinta natureza (provenientes de sistemas de información, maquinaria, sensórica, elementos de control e actuación, etc.), que son con frecuencia o punto de partida para o desenvolvemento de aplicacións baseadas en IA (Figura 14).

Figura 14.- Exemplos de empresas que utilizan IA en Galicia



Fonte: Elaboración propia

7.3 Valorización da IA. Novos modelos de negocio nas empresas

A transformación dixital nas empresas ofrece a capacidade de facer crecer o negocio a partir das vantaxes que ofrece a tecnoloxía, para chegar a novos mercados ou atraer a novos clientes. En certas ocasións soe facerse a analoxía de que os datos son o novo petróleo, xa que datos e petróleo teñen que ser refinados para ter produtos de valor. No caso dos datos, trátase de obter información e coñecemento potencialmente útiles na resolución de problemas, na toma de decisións...

A chave para ter un entorno verdadeiramente centrado nos datos é que calquera que os explote poda convertelos en oportunidades e innovacións. Dende esta perspectiva debe terse en conta a innovación que a IA pode aportar a cada negocio, sexa este cal sexa. Temos entón dous puntos de vista que deberían ser abordados en primeira instancia.

O primeiro deles atende ao valor que a IA lles pode aportar internamente ás PEMES. A IA pode mellorar os procesos, as estratexias de posicionamento ou os servizos e produtos. Trátase neste caso de que a IA interna, a xerada ao redor da propia empresa, responda a uns condicionantes de mercado ou de competitividade nel. Para conseguires este obxectivo **as empresas deben ter unha extratexia baseada nun modelo de gobernanza dos datos que de confianza, xa que de nada vale ter datos que non sexan fiables**. Existen casos de éxito nas PE-

MES galegas que a partires dos propios datos xerados ao redor delas, fan uso da IA para a mellora competitiva.

Por outra parte, os datos poden ser explotados pola propia empresa ou ser compartidos **de forma que poidan ser utilizados por terceiros, xerando así un modelo de negocio baseado tamén na explotación dos datos**. Existen xa iniciativas a nivel europeo e nacional, como e o proxecto Gaia-X, que busca crear un ecosistema de datos no que as empresas poidan aportar e poidan adquirir información para axilizar a incorporación da IA. Neste caso e noutros similares, podemos dicir que os datos están en "venda". A consultora Gartner, no estudio de tendencias de 2020, identificou coma tendencia o mercado de intercambio de datos, pronosticando que **para 2022, o 35% das grandes organizacións serán vendedores ou compradores de datos a través de mercados formais en liña**, fronte ao 25% en 2020. Estes últimos proporcionarán así plataformas únicas para consolidar as ofertas de datos de terceiros e reducir custos estes novos modelos de negocio.

Disponse pois dun contexto que e moi proclive a xeración de novos modelos de negocio baseados nos datos e nas aplicacións ou solucións intelixentes e nas que tanto as propias empresas coma emprendedores e startups poidan participar para obter rendementos. Quizais, os colectivos que maior proveito poidan sacar de inicio sexan precisamente os formados polos emprendedores e empresas startups onde a súa característica áxil permita dar entrada a estas solucións fronte a outra tipoloxía de empresas onde existen menos graos de liberdade para implantar os cambios que estas tecnoloxías aportan. Nin que dicir ten, que ese colectivo de emprendedores e startups ten moito que aportar ao ecosistema, posto que gran parte delas, ou incorporan solucións IA ou aportan solucións IA ao resto do tecido empresarial, como é o caso das empresas de base tecnolóxica.

7.4 Cadea de valor de IA en Galicia

7.4.1 Identificacion da cadea de valor

A intelixencia dun territorio vese reforzada por un ecosistema rexional de innovación ben orquestrado, onde a transformación dixital aplícase de forma consistente en diferentes servizos e sectores da economía. Son moitos os axentes que poden contribuír, fomentar ou beneficiarse da súa aplicación, e non pode circunscribirse a un único sector de actividade. A configuración deste ecosistema, tanto en Galicia coma no resto de comunidades autónomas, está actualmente en proceso de xeración, e son moitos os axentes

Figura 15.- Cadea de valor da IA en Galicia



Fonte: Elaboración propia

que estanse aproximando ao mesmo dende os diferentes eslavóns da cadea de valor, que pode ser conceptualizada nun ecosistema estruturado ao redor de tres tipos de axentes interrelacionados:

- Os axentes do coñecemento
- Os axentes da oferta
- Os axentes da demanda

Na primeiro eslavón desta cadea atopamos os axentes do coñecemento formado polas entidades onde se atopan os centros de coñecemento en Galicia: as tres universidades públicas de Galicia e os centros de investigación e tecnolóxicos, principalmente (figura 16). Nestes axentes xéranse, ao redor dos proxectos de investigación e desenvolvemento, solucións que non existen no mercado nin poden en principio ser aportadas por outros axentes da cadea de valor da IA. Tamén se poden incluír como axentes de coñecemento as empresas especializadas que fan investigación para desenvolver aplicacións baseadas na IA.

Os axentes da oferta son todas aquelas entidades con capacidade para ofrecer produtos e servizos tecnolóxicos xa máis maduros, que poden dar resposta á maior parte das demandas dos diferentes sectores. Trátase, polo tanto, de respostas comerciais ou adaptacións delas aos casos de uso demandados.

Por ultimo, os axentes da demanda son todas aquelas entidades públicas

e privadas nos diferentes sectores de actividade para os cales a implantación das solucións ou aplicacións da IA pode representar vantaxes competitivas para o seu ámbito de actividade ou de negocio. Son, polo tanto, os receptores dos resultados da investigación, e dos produtos e servizos existentes.

Nun estadio ideal, estes axentes deben interrelacionarse, xerando unha carteira de servicios e produtos que deben ter orixe na demanda real das empresas e sector público. Pretender lograr o uso e penetración destas tecnoloxías sen obxectivos claros e sen atender a unha demanda real e un signo evidente de debilidade e inmadurez do tecido produtivo e dos axentes implicados nel.

E de salientar que algúns dos axentes do coñecemento teñen recoñecemento nacional e internacional en materia de IA, ben pola súa experiencia en participación de proxectos de I+D ou por estar clasificados como centros de excelencia nesta materia pola administración publica. Polo tanto, e un polo sobre o que é indispensable apoiarse, dada a súa experiencia e o persoal altamente cualificado co que contan.

Figura 16.- Principais axentes de coñecemento da IA en Galicia

Fonte: Elaboración propia

Pola outra banda, os axentes da oferta están formados principalmente polas empresas de base tecnolóxica ou cunha compoñente tecnolóxica importante. A comunidade galega conta con empresas moi relevantes, en xeral grandes empresas propias ou sedes de expresas externas, tanto nacionais como internacionais. Ademais completan a oferta as PEMES tecnolóxicas cun grao de especialización moi alto en múltiples sectores de actividade, así os clústeres tecnolóxicos (Clúster TIC e Clúster Audiovisual, entre outros), asociacións (AGASOL) e os hubs de innovación (DIHGIGAL e DATALIFE).

Figura 17.- Representación dalgúns axentes da oferta en Galicia



Fonte: Elaboración propia

Obviamente os axentes da demanda son moitos máis e moito máis diversos. Con todo, o ecosistema da demanda esta atomizado en diferentes sectores chave para Galicia: automoción, téxtil, naval e agroalimentario, principalmente. Finalmente, pode considerarse parte do ecosistema e cun papel singular, aos axentes públicos de apoio (Gain, Igape) ou tractores (Amtega ou a Consellería de Sanidade, por exemplo).

7.5 O camiño a seguir. Propostas para as empresas e emprendedores

7.5.1 Camiño a seguir. Estratexias de implantación

- O Papel da Intelixenxia Artificial nas estratexias de dixitalización empresarial

A transformación dixital nas empresas, lonxe de ser o futuro é xa unha realidade. En todo caso, trátase dun proceso máis complexo que o simple uso das ferramentas tecnolóxicas que están ao noso carón. Esta necesidade de transformación dixital fíxose aínda mas evidente coa pandemia, que obrigou a moitos traballadores a instaurar o teletraballo. Estamos inmersos aínda nunha situación que ten que ser utilizada polas empresas, coma unha bola extra nunha partida, para gañar en competitividade a través da dixitalización e a transformación dixital. E necesario que as políticas ou estratexias corporativas ou de xestión das empresas teñan en conta as tecnoloxías e procesos de dixitalización a través de plans ou estratexias específicas, e que abrangue a tódalas áreas de negocio, de forma que a tecnoloxía poda axudar ás estratexias comerciais, ás

melloras de produtividade e á propia xestión. Estas estratexias de dixitalización teñen que servir para que as empresas, e en particular as PEMES, sexan organizacións áxiles, con capacidade para reaccionar rapidamente ante os cambios do mercado.

- Pancas de apoio para implantación de solucións IA

A IA non é unha panacea para calquera desafío da empresa, en todo caso. Hai determinadas accións que deben ser tidas en conta para a identificación e integración de solucións baseadas nesta tecnoloxía. Sobre todo, non caer na tentación de buscar sen máis eliminar postos de traballo, senón impulsar a innovación na empresa [Barro e Davenport, 2019]. Preséntanse a continuación unhas recomendacións a través de pasos que deberían seguir as empresas para conseguir con éxito unha implementación ordeada e graduada:

Paso 1: Identificación dos retos. A misión principal desta etapa é responder á pregunta: Onde está a maior oportunidade de ganancia ou de eficiencia operativa? Dos innumerables casos nos que se pode aplicar a tecnoloxía, cales son os que máis impacto teñen ou poden ter no negocio? Este é quizais a clave de bóveda para identificar as problemáticas ou puntos de mellora na actividade. O actor principal, e que debe dar resposta a estas preguntas, é a propia empresa. Neste sentido, as pequenas empresas e as micropemes poden ter dificultades para desenvolver este proceso, polo que poden precisar de axuda externa.

Paso 2. Especificación. Xa determinada a problemática ou punto de mellora, nesta etapa a pregunta a responder será: En que medida se pode solucionar ou atender a mesma a través da Intelixencia Artificial? Tamén neste caso o actor principal pode ser a propia empresa, sobre todo se conta con persoal técnico especializado. Noutros casos e conveniente recorrer a empresas especializadas na materia a abordar, que non son só as tecnolóxicas en moitas ocasións. E importante tamén ter claro como se atenderá o caso de uso, é dicir, se se dispón de datos do proceso, se é necesaria a integración para trasladar os resultados do caso de uso, que sistemas ou maquinaria é necesario ter en conta, e que esforzos son necesarios para a realización do caso de uso.

Paso 3 Validación. Definido xa o caso de uso, a problemática ou a oportunidade que vai a ser atendida e a contorna de información dispoñible, nesta etapa e onde debe formularse a pregunta: Que valor engadido aportará á empresa o uso de Intelixencia Artificial no ámbito particular no que se pretende aplicar?

Paso 4 Selección. Que servizos dos casos de uso da IA identificados poden ser abarcados de forma interna e cales de forma externa? Cales son as empresas ou provedores mais axeitados para cubrir as necesidades da empresa no mercado de Intelixencia Artificial?. Tratase de definir como implantar a estratexia de IA na empresa, sexa con recursos internos, subcontratacións ou cun modelo mixto. Para unha empresa incipiente na implementación destas solucións e conveniente empezar cun modelo de subcontratación, que permita adquirir coñecemento e dar resposta á problemática dos casos de uso, continuando a partir destas experiencias a modelos mixtos de traballo, coa incorporación paulatina de persoal técnico especializado. So as grandes empresas ou aquelas nas que o seu núcleo de negocio este baseado en solucións de IA teñen a capacidade de abordar un modelo plenamente interno de asunción da IA. Polo tanto, para o resto dos casos, e importante saber quen será o compañeiro de viaxe da nova andaina tecnolóxica. O exposto constitúe un reto de competencias tecnolóxicas que non só incumbe ás persoas traballadoras senón tamén aos directivos e administradores das empresas, que deben alcanzar un grao de competencias e habilidades tecnolóxicas/dixitais que lles permita formular adecuadamente os obxectivos que deben desenvolver os axentes externos, así como o seguimento, correccións, melloras ou xestión dos riscos que poden derivarse da implantación da IA na empresa por colaboradores externos. Con todo, o tecido empresarial galego esta formado por PEMES e micro PEMES que non poden abranguer todos estes pasos, pero non por iso deben quedar fora da implementación destas solucións, xurdindo novamente a necesidade de ecosistemas que cheguen ás pequenas e microempresas, a necesidade de recualificar ás persoas traballadoras e mellorar as competencias dos directivos, administradores e empresarios.

Paso 5 Integración. Neste etapa e onde se implementan as solucións de IA na organización. E importante ter ben claro que os resultados da IA, tal e como se describe ao longo do artigo, teñen o obxectivo de converter datos en información e estes en coñecemento. Esta información ou coñecemento ten que estar claramente integrado nos sistemas da empresas, ben para a toma decisións de forma automática, no caso de mellorar un proceso vinculado á maquinaria, ou ben para que o resultado sexa interpretado e asociado a un determinado output (sistema, reporte, etc…) que requirirá de actuación humana.

Neste “procedemento”, son especialmente importantes os pasos 1 e 5 para o éxito das solucións de IA. A aproximación á IA debese facer a través de retos ou problemas concretos. Ademais, e igual de fundamental a in-

tegración da solución na organización. É aquí onde empezan a aparecer as clásicas barreiras das novas solucións ou cambios nas formas de traballo, que xeran desconfianza e rexeitamento, condeando as solucións dende o principio da súa aplicación.

Aínda así, e importante subliñar a existencia da cadea de valor no ámbito da Intelixencia Artificial en Galicia, onde as empresas pódense dirixir para expor as súas problemáticas. Nalgúns casos pode ser interesante acudir a elas no marco das asociacións ás que pertence a empresa. Ao carón do dito "a unión fai a forza", pódense desenvolver solucións a partires de necesidades comúns de varias empresas, minimizando así o custe das mesmas.

Tamén e recomendable apoiarse nas axudas que as propias administracións brindan para a implementación destas solucións no tecido empresarial. Este tipo de estratexia e moi recomendable, non só polo impacto económico de redución de custes que supón o feito da axuda, senón tamén porque xera unha cultura de colaboración entre empresas ao redor dos consorcios dos proxectos de I+D+i, aumenta o coñecemento das posibles aplicacións da tecnoloxía ao ver como outras empresas fan uso delas, e introdúcese a empresa na cadea de valor.

7.5.2 Barreiras a superar

Entre os principais retos aos que se enfronta a penetración da IA no tecido empresarial, destacan os seguintes:

- Fomento da xeración, captura e acceso aos datos

A IA necesita de datos e as empresas son importantes xeradores de datos, xunto coas AA. PP. Cal e, por tanto, a barreira a superar? O acceso, almacenamento e xestión dos mesmos, entre outros. A industria ten unha capacidade inmensa de xerar datos pero tamén de perdelos ou desaproveitalos. Tamén poden existir barreiras devido a aspectos regulatorios, como os relativos á privacidade de certos datos, o que pode afectar especialmente ás PEMES.

- Captación de capital humano especializado

A falta de traballadores especializados é unha realidade preocupante, e non só en Galicia senón tamén no resto do Estado. A formación, claro, é a chave para diminuír o impacto desta barreira. En todo caso, non pensemos que o factor limitante sexa simplemente a dificultade para atopar profesionais ben formados nas tecnoloxías intelixentes, senón que tamén é crucial que o persoal directivo das organizacións teña un coñecemento suficiente das mesmas, que lle permita liderar os procesos de transformación e innovación das súas organizacións.

- Aumento do nivel de confianza

Entendida non so como a confianza nos resultados dos algoritmos, senón

tamén no ámbito da súa implementación. Queremos reiterar que a Intelixencia Artificial non debería verse como unha forma de abaratar custes a través da substitución de traballadores nas empresas, senón como unha panca de mellora e innovación [Barro e Davenport, 2019]. E inevitable pensar que nalgúns casos a IA pode substituír ás persoas no seu posto de traballo, pero esta non e a característica esencial desta tecnoloxía. A introducións dos robots na era da robotización da industria, cambiou a forma de producir pero tamén creou emprego especializado no manexo dos robots e da maquinaria. Estamos ante un punto de inflexión, onde estes pasos teñen que ser abordados dende diferentes ámbitos para garantir unha correcta implementación da tecnoloxía, non so nas empresas senón tamén na sociedade, reducindo así o rexeitamento que de forma natural ofrece o cambio.

7.6 Dificultades na aplicación da IA

As empresas teñen aínda un coñecemento feble do que é a Intelixencia Artificial e para que serve, froito desa concepción inicial que comentamos anteriormente no apartado da situación actual da tecnoloxía, así como da definición e validación de casos de uso. Significa que unha vez que as organizacións definen un caso de uso para a IA, aínda se enfrontan a un período de tempo cada vez maior(meses ou mesmo anos) para ter un modelo desenvolvido e escalado a produción, coa falta de control dos tempos para comezar a obter beneficio do seu uso.

Ademais, a complexidade dos casos de uso é unha tendencia crecente, o que leva a que as empresas non decidan apostar cando se trata de investir en IA. Por iso, é importante iniciar un proceso de aprendizaxe e desenvolver competencias internas de IA para crear unha cultura de innovación que debe ser iniciada de arriba a abaixo, dende a dirección ata os empregados.

8- PROPOSTAS E RECOMENDACIÓNS

As iniciativas de **coordinación e traballo conxunto** entre os Estados membros, impulsadas pola Comisión Europea, expoñen estruturas e redes de cooperación nas que **Galicia debe de posicionarse** para formar parte das mesmas e captar os recursos e ferramentas que se canalizan mediante estas.

Ante a falla de persoal cualificado é preciso despregar un **programa de inserción de talento** en IA nas empresas que o precisen. Tamén parece necesario establecer **programas formativos**, **tanto para perfiles directivos coma perfiles técnicos**, para que entendan mellor as posibilidades que ofrece a IA e o deseño da estratexia nas súas empresas. A posta en marcha do grao e máster en IA nas universidades públicas galegas no curso 2022/23 é, neste sentido, unha boa noticia.

Parece tamén necesario **incrementar o obxectivo de que o 25%** das empresas teñan solucións dixitais avanzadas, baseadas na IA, no horizonte de 2025, e incrementar o obxectivo de que as empresas TIC conten con especialistas en Intelixencia Artificial, dobrando como mínimo o 20% previsto.

O Goberno galego, con competencias na materia, guiado polas directrices da Comisión Europea e do Goberno de España, debe dar pasos rápidos para **conformar e coordinar un ecosistema empresarial, de universidades, centros de investigación e tecnolóxicos, etc.,** co fin último de impactar de xeito positivo no benestar da sociedade e na creación de riqueza e emprego de calidade. Neste sentido é importante **identificar as empresas que apostan por unha estratexia de adopción temperá e tratar de que sirvan de catalizadores** da IA no tecido produtivo.

O tratamento do dato e o impacto que provocará a aplicación da Intelixencia Artificial sobre o mesmo, debe preocupar e ocupar ás AA. PP., que nos seus territorios serán responsables de guiar a súa cidadanía e dinamizar o tecido produtivo:

- Velando pola aplicación dunha **Intelixencia Artificial** fiable, definindo un marco normativo e ético para a súa aplicación segura e responsable, e centrada nas persoas.
- Impulsando a "alfabetización", **capacitación e formación** en IA da cidadanía, de acordo cos seus intereses e necesidades.
- Fomentando a xeración, **captación e retención do talento** e en accións para o fomento da **I+D+I e o emprendemento** na economía da Intelixencia Artificial e mediante a colaboración público-privada.
- Habilitando programas e infraestruturas que faciliten o **despregue da IA no tecido produtivo** e a utilización da IA para mellorar a **prestación de servizos públicos.**

É tamén preciso crear espazos de datos para impulsar o ecosistema galego de IA. Cremos que poñendo en marcha algunhas iniciativas conxuntas entre os axentes sería posible (e desexable) aumentar o número de empresas desenvolvendo produtos e servizos baseados en IA, así como o

número de empresas que se beneficien da aplicación da IA ao seu negocio.

A creación dun fondo galego para o impulso ás empresas *deep tech*. Creación e posta en marcha dun fondo especializado en deep tech para a inversión en iniciativas nacidas en Galicia. Por poñer un fito especialmente estimulante, deberíamos perseguir a consecución do primeiro unicornio deep tech netamente galego. Entre outros ingredientes a considerar, estarían o capital privado para financiar etapas iniciais de startups deep tech galegas, incentivos (p. ex. desde o sector público) e novas fórmulas para fomentar a inversión privada, así como servizos de venture building que exerzan activamente unha labor de "descubrimento" de iniciativas (nomeadamente nos laboratorios universitarios e nos centros tecnolóxicos), susceptibles de converterse en startups deep tech con proxección internacional, medrando, ao tempo que xeran un impacto directo en sectores estratéxicos en Galicia.

É necesario que as políticas ou estratexias corporativas ou de xestión das empresas teñan en conta as tecnoloxías e procesos de dixitalización a través de plans ou **estratexias específicas**, e que abranguen a tódalas areas de negocio, de forma que a tecnoloxía poda axudar nas estratexias comerciais, na mellora da produtividade e na propia xestión empresarial. Estas estratexias de dixitalización teñen que servir para que as PEMES sexan organizacións áxiles e con capacidade para reaccionar rapidamente ante os cambios do mercado.

É importante iniciar un proceso de aprendizaxe e desenvolver competencias internas de IA para crear unha **cultura da innovación** que deba ser iniciada de arriba a abaixo, dende a dirección ata os empregados.

Como colofón, queremos dicir que, se ben a IA é a tecnoloxía con maior potencial de transformación do tecido produtivo, para sacarlle o seu potencial é necesario integrala en procesos de innovación a todos os niveis: produtos, servizos, procesos, modelos de negocio..., algo que non é nin trivial nin inmediato. Polo tanto, **non é suficiente nin especialmente eficiente limitarse a facer investimentos privados e públicos para incorporar as tecnoloxías intelixentes, e menos aínda se iso só serve para reducir gastos a curto prazo mediante unha automatización que busque a eliminación de traballadores. Ou se aposta por unha incorporación intelixente das tecnoloxías intelixentes, ou teremos ganancias pírricas.**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Accenture. (2016). "Why Artificial Intelligence is the Future of Growth".

Ali, S., & Xie, Y. (2021). The impact of Industry 4.0 on organizational performance: the case of Pakistan's retail industry. European Journal of Management Studies.

Bauer, W., & Vocke, C. (2019). Work in the age of artificial intelligence–challenges and potentials for the design of new forms of human-machine interaction. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics

Barro, S., e Davenport, T. (2019). People and machines: Partners and Innovation, MIT Sloan Management Review, 60 (4), 22-28.

Belhadi, A., Mani, V., Kamble, S. S., Khan, S. A. R., & Verma, S. (2021). Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation. Annals of Operations Research, 1-26.

Bottani, E., Centobelli, P., Gallo, M., Kaviani, M. A., Jain, V., & Murino, T. (2019). Modelling wholesale distribution operations: an artificial intelligence framework. Industrial Management & Data Systems, 119(4), 698–718.

Drydakis, N. (2022). Artificial Intelligence and Reduced SMEs' Business Risks. A Dynamic Capabilities Analysis During the COVID-19 Pandemic. Information Systems Frontiers, 1-25.

Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Bryde, D. J., Giannakis, M., Foropon, C., et al. (2020). Big data analytics and artificial intelligence pathway to operational performance under the effects of entrepreneurial orientation and environmental dynamism: A study of manufacturing organisations. International Journal of Production Economics, 226, 107599

Enholm, I. M., Papagiannidis, E., Mikalef, P., & Krogstie, J. (2021). Artificial intelligence and business value: A literature review. Information Systems Frontiers, 1-26.

Enholm, I. M., Papagiannidis, E., Mikalef, P., & Krogstie, J. (2021). Artificial intelligence and business value: A literature review. Information Systems Frontiers, 1-26.

Goldfarb, A., & Tucker, C. (2019). Digital economics. Journal of Economic Literature, 57(1), 3-43.

Grover, P., Kar, A. K., & Dwivedi, Y. K. (2020). Understanding artificial intelligence adoption in operations management: insights from the review of academic literature and social media discussions. Annals of Operations Research. https://doi.org/10.1007/s10479-020-03683-9.

Haefner, N., Wincent, J., Parida, V., & Gassmann, O. (2021). Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda. Technological Forecasting and Social Change, 162, 120392.

Kim, T. y Yejin, P. (2021). Artificial Intelligence and Firm Performance, Academy of Management, Proceedings, https://doi.org/10.5465/AMBPP.2021.291

Lichtenthaler, U. (2019). An intelligence-based view of firm performance: profiting from artificial intelligence. Journal of Innovation Management, 7(1), 7–20

McKinsey. (2018). “Notes from the AI Frontier. Modeling the Impact of AI on the World Economy”.

PWC. (2018). “The macroeconomic impact of artificial intelligence”.

Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J. F., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. Journal of Business Research, 70, 356-365.

Wamba-Taguimdje, S. L., Wamba, S. F., Kamdjoug, J. R. K., & Wanko, C. E. T. (2020). Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance: the business value of AI-based transformation projects. Business Process Management Journal.

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. O editor dos documentos é o membro nato do Foro, José Francisco Armesto Pina.

Documentos publicados

36/2022-
Unha estratexia en IA para a empresa galega
35/2022-
A reforma que a Administración necesita: Propostas para o SXXI
34/2022-
A reforma do sistema de financiamento:Unha perspectiva dende galicia
33/2021-
A economía social como modelo de desenvolvemento para Galicia
32/2021-
Fuga de talento en Galicia ¿mito o realidad?.
31/2020-
O monte galego do Século XXI.
30/2020-
El sector Fintech: propuesta para desarrollar un HUB en Galicia.
29/2020-
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.

Documentos descargables en:

http://www.foroeconomicodegalicia.es

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.
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 -
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.
10/2015 -
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.

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.

SOCIOS

//ABANCA	Asociación Gallega Empresa Familiar	Casal de Armán
civisglobal construimos entorno	COREN	CRTVG CORPORACIÓN RADIO E TELEVISIÓN DE GALICIA
Cruz Roja	Domusvi Cuidamos personas en buena compañía	Galuresa Algo más que gasolineras
Hierros AÑÓN, S.A.	Estrella Galicia	JEALSA
MEGASA	Naturgy	GrupoNogar
PÉREZ RUMBAO	ReVi	Rodiñas
Rodman	CONSORCIO ZONA FRANCA VIGO	Grupo de investigación GEN Universidade Vigo



//ABANCA

Foro económico de Galicia

UNHA ESTRATEXIA EN IA PARA A EMPRESA GALEGA

Documento 36 / 2022

Autores:

Senén Barro Ameneiro (USC)

Luis Otero González (USC)

Luis Pérez Freire (Gradiant)

Oscar González Represas (ITG)

Manuel Rodríguez Fernández (Deloitte)

Marcos Torres (USC)

www.foroeconomicodegalicia.es