

01-036

PROJECT MANAGEMENT IN THE FRAMEWORK OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE. NEW CHALLENGES AND TRENDS FOR THE DEVELOPMENT OF COMPETENCIES.

Pastor Fernández, Andrés ⁽¹⁾; Cerezo Narváez, Alberto ⁽¹⁾; Otero Mateo, Manuel ⁽¹⁾;
Ballesteros Pérez, Pablo ⁽²⁾; Castilla Barea, Margarita ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de Cádiz, ⁽²⁾ Universitat Politècnica de València

Artificial intelligence (AI) has positioned itself as one of the technologies with the greatest impact on all areas of activity. The profession of Project Manager does not forget issues that affect research, innovation and economic profitability in a wide range of sectors. The National Strategy for Artificial Intelligence (ENIA) in Spain, published in November 2020, establishes six strategic axes in which the Project Manager has new challenges for the development of competencies. This context is replete with opportunities and challenges for the Project Manager. This paper proposes an evaluation system based on Bloom's taxonomy updated to the new context of IA and its application to the model established in the ICB 4.0 of IPMA.

Keywords: Artificial intelligence; competencies, challenges; trends; bloom.

LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS EN EL MARCO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. NUEVOS RETOS Y TENDENCIAS PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS.

La inteligencia artificial (IA) se ha posicionado como una de las tecnologías con mayor impacto en todas las áreas de actividad, de manera que la profesión de Director de proyectos no puede dejar de lado aspectos que afectan a la investigación, innovación y a la rentabilidad económica de una amplia diversidad de sectores. La Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) en España, publicada en noviembre de 2020, marca seis ejes estratégicos en los que el Director de proyecto se enfrenta a nuevos retos para el desarrollo de las competencias. Este contexto está lleno de oportunidades y retos para el Director de proyectos. En el presente trabajo se realiza una propuesta del sistema de evaluación basado en la taxonomía de Bloom actualizada al nuevo contexto de la IA y su aplicación al modelo establecido en la ICB 4.0 de IPMA.

Palabras claves: Inteligencia artificial; Competencias; retos; tendencias, Bloom

Correspondencia: Andrés Pastor Fernández. andres.pastor@uca.es

Agradecimientos: Al Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial de la Escuela Superior de Ingeniería de Cádiz y al Grupo de Investigación TEP955-Ingeniería y Tecnología para la Prevención de Riesgos Laborales (INTELPREV), de la Universidad de Cádiz. Esta obra es resultado del Proyecto de Investigación financiado Ref. PID2019-108669RB-100/AEI/10.13039/501100011033 y del Grupo PAIDI TEP-95



1. Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) nace como disciplina académica en 1950 y ha llegado a nuestras vidas, cambiando el presente del mundo (Rouhiainen, 2018). Las máquinas y la IA no pueden reemplazar a los seres humanos, pero sí pueden servirles de gran apoyo generando oportunidades para el desarrollo global. La IA ha ido atravesando una serie de ciclos de altas expectativas alternados con épocas de menor atención hasta los momentos actuales, en los que se presenta como indispensable para abordar los desafíos que están por llegar (Haenlein y Kaplan, 2019). Gracias a una serie de factores, se ha producido un salto exponencial en la implantación de la IA. Estos factores son:

- El enorme crecimiento en la cantidad de datos disponibles (Duan, Edwards y Dwivedi, 2019)
- Los avances en la potencia y capacidad de los sistemas de computación y almacenamiento (Silva, Bonacelli y Pacheco, 2020)
- La investigación y desarrollo con éxito de nuevos algoritmos y métodos de aprendizaje automático (Shrestha y Mahmood, 2019).

Los sistemas de IA reciben como entrada múltiples datos (casos o ejemplos) y, a partir de ellos, ajustan sus modelos internos hasta encontrar la solución a un problema sin necesidad de establecer de antemano los pasos o instrucciones a seguir, tal y como sucede en los programas informáticos convencionales. En este sentido, la Comisión Europea ha definido a la IA como *“sistemas de software (y posiblemente también de hardware) diseñados por humanos que, ante un objetivo complejo, actúan en la dimensión física o digital: percibiendo su entorno, a través de la adquisición e interpretación de datos estructurados o no estructurados, razonando sobre el conocimiento, procesando la información derivada de estos datos y decidiendo las mejores acciones para lograr el objetivo dado”* (Samoili et al., 2020).

1.1 Nuevas tendencias en Europa.

En febrero de 2020, la Comisión Europea publicó el Libro Blanco sobre la IA: un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza (Unión Europea, 2020). Con base en las expectativas que la IA genera para la mejora de las condiciones sociales, económicas, políticas y sostenibles, tanto en la UE, como a nivel mundial, el documento pone de manifiesto las oportunidades y las amenazas que la IA puede suponer, al conllevar implícitamente una opacidad en la toma de decisiones que, en muchas ocasiones, estarán en manos de sistemas inteligentes. Otro de los aspectos que se abordan es la pérdida de intimidad y la intromisión en la vida de las personas, dada su proclividad a la invasión en su privacidad, así como otros peligros que pueden redundar en la propia seguridad física de los usuarios de la IA.

Puesto que el contexto de la IA está relacionado con una competencia feroz a nivel mundial (Horowitz, 2018; Shao, Yuan y Wang, 2020), se deben establecer estrategias para aprovechar las oportunidades de la IA y así poder abordar los retos a los que nos enfrentamos, existiendo de esta manera un equilibrio entre el avance tecnológico y el respeto hacia los derechos de las partes interesadas.

Para conseguir integrar la IA en una organización se tiene que confiar en la tecnología (Glikson y Woolley, 2020). Es un requisito indispensable para evitar las barreras en cualquier proceso y por ello, los profesionales que se dediquen a trabajar en este ámbito, tienen que crecer en competencias que conjuguen el avance tecnológico que supone la IA con los principios éticos

y de respeto de los derechos fundamentales que la sociedad establece en su marco común de convivencia (Siau y Wang, 2020).

En nuestra sociedad, el dato es un elemento que cada vez toma mayor valor. El volumen de datos producido en el mundo va en aumento rápidamente. En mayo de 2020 se llegaron a consumir 59 zetabytes y existe la previsión de que esta cifra se multiplique por 10 para el año 2024 (IDC, 2020). Los datos se almacenan, se analizan y se estructuran para poder marcar estrategias en las organizaciones. La comercialización de los mismos (Zhao *et al.*, 2019) es un activo para poder llegar a encontrar nichos de mercado e incluso para marcar tendencias en la investigación, innovación y desarrollo de nuevos productos o servicios.

La IA como combinación de tecnologías que agrupa datos, algoritmos y capacidad informática (Nitzberg y Zysman, 2021) es un elemento que puede generar diferenciación en el entorno global. La digitalización y su integración en los procesos de la sociedad (Andreeva y Yolova, 2018), fomenta la aplicación de la IA para generar un ecosistema que afecta directamente a las diferentes partes interesadas (ciudadanos, empresas y gobierno).

El uso de la IA se ha impuesto en diferentes sectores, desde el industrial (Liu *et al.*, 2021), aeroespacial (Wang *et al.*, 2019), farmacéutico (Al-Marie, 2021) y médico (Korinek y Stiglitz, 2021), tal y como ha quedado patente tanto en la predicción, como en el abordaje de la pandemia provocada por la COVID-19 que aún estamos padeciendo, así como en otros sectores que no tienen tanta visibilidad, pero con los que convivimos a diario (publicidad predictiva, etc.).

Además de los aspectos que se han indicado anteriormente, la IA tiene un impacto directo en las políticas de impulso que persiguen los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Vinuesa *et al.*, 2020), estimulando el desarrollo de iniciativas verdes y respetuosas con el Medio Ambiente, así como el uso responsable de las energías y recursos.

Europa está sentando las bases para el desarrollo de la IA con respecto a las normas de Derecho y velando por la seguridad de los usuarios. Para ello se apoya en la creación de un ecosistema de:

- Excelencia, a partir de la I+D+I y el fomento de incentivos en las PYMEs se persigue la implantación de sistemas de IA, que generen valor en todas las etapas en las que interviene cada uno de los interesados.
- Confianza, que garantice los derechos y las normas de protección de los consumidores como usuarios finales, pero a su vez como eje principal sobre el que se centra la estrategia de implantación y regulación de la IA.

Son numerosas las líneas de actuación que se han propuesto para que la estrategia europea de IA de sus frutos (Annoni *et al.*, 2018). Desde políticas que impulsan el uso de la IA en el sector público, hasta colaboraciones con empresas privadas y apoyos económicos para llevarlas a cabo, uso de infraestructuras y datos para que la implantación de la IA sea una realidad. Estas actuaciones no dejan de lado preocupaciones tan importantes a nivel internacional como las relacionadas con el respeto de los derechos fundamentales, especialmente la dignidad humana, el pluralismo, la inclusión, la ausencia de discriminación y la protección de la privacidad y de los datos personales, por lo que la Unión Europea (Starke y Lünich, 2020) se esforzará por exportar estos valores al resto del mundo, todos relacionados con la ética y promoción de los valores.

En este sentido, se apuesta por el desarrollo de competencias para garantizar la adaptación a las nuevas necesidades de la IA (Ketamo *et al.*, 2019; Wilkens, 2020). La formación, destrezas y habilidades en este ámbito repercutirán directamente en la transformación verde y digital, así como en el uso de los datos y las tecnologías basadas en el análisis contextual y en el aprendizaje predictivo. Todos estos aspectos, aun empleando diferente terminología y

adaptación temporal, son básicos para el desarrollo de proyectos exitosos según establece la ICB 4.0 (IPMA, 2018).

Pero no todo son ventajas, ya que son evidentes los riesgos asociados a la mala utilización de la IA, ya sea de forma intencionada, como por error (Javanmardian y Samandari, 2019). Unas veces se puede temer porque la toma de decisiones se deja en manos de algoritmos que aprenden de manera autónoma, como es el caso de la disciplina Machine Learning (Dunjko y Briegel, 2018) y esas decisiones no siempre son acertadas hasta que el entrenamiento es completo. En otras ocasiones, existen riesgos por el propio diseño del sistema de IA (Osoba Osonde, 2017). También se pueden presentar por defectos a la hora de diseñar el sistema de IA, añadiendo así aspectos relacionados con la responsabilidad civil, al estar integrados en tecnologías con sistemas inteligentes, como es el caso de los coches autónomos (Ma *et al.*, 2020). Por último, cabe mencionar el riesgo de la pérdida de datos, como consecuencia asociada, de toda la información vinculada a los procesos: desde el propio conocimiento relevante de la organización, hasta los datos personales. A todos los efectos, el Libro Blanco de la Comisión Europea (Comisión Europea, 2020) ha dispuesto que para que una aplicación de IA se considere de riesgo, se deben presentar de forma simultánea los dos siguientes criterios:

- Que el sector de aplicación sea también calificado como de riesgo. Por ejemplo: sanidad, energía, transporte, ...
- Que la actividad gestionada por la IA sea crítica y, por ende, causa principal de la materialización del riesgo.

Dadas las características de los criterios, una Dirección certificada que dirija y gestione proyectos deberá tener presente dichas restricciones, para que sus competencias sean plenas a la hora de ejercer su trabajo.

1.2. Estrategia nacional en IA

Las directrices establecidas en el Libro Blanco europeo se han trasladado al ámbito nacional a través de la Agenda España Digital 2025 (Gobierno de España, 2020). En ella, se considera a la IA como uno de los pilares principales para el desarrollo económico de nuestro país.

Se parte de una magnífica situación para acometer los cambios que requiere esta nueva revolución, ya que se han ido realizando inversiones en infraestructuras tecnológicas que permiten acometer las nuevas actividades propias de la IA, como son las asociadas a las tecnologías de la información (Almenara y Gimeno, 2019), la digitalización y supercomputación (Fernández *et al.*, 2020). Además, hay numerosos grupos de investigación, tanto públicos como privados, que están focalizando los esfuerzos para aprovechar esta situación privilegiada.

La estrategia nacional de IA no se entiende solamente como un ámbito de investigación científica o de innovación (tecnológica) para el desarrollo empresarial e industrial. Es un elemento que transforma la economía global, desde los Servicios Públicos hasta las iniciativas privadas.

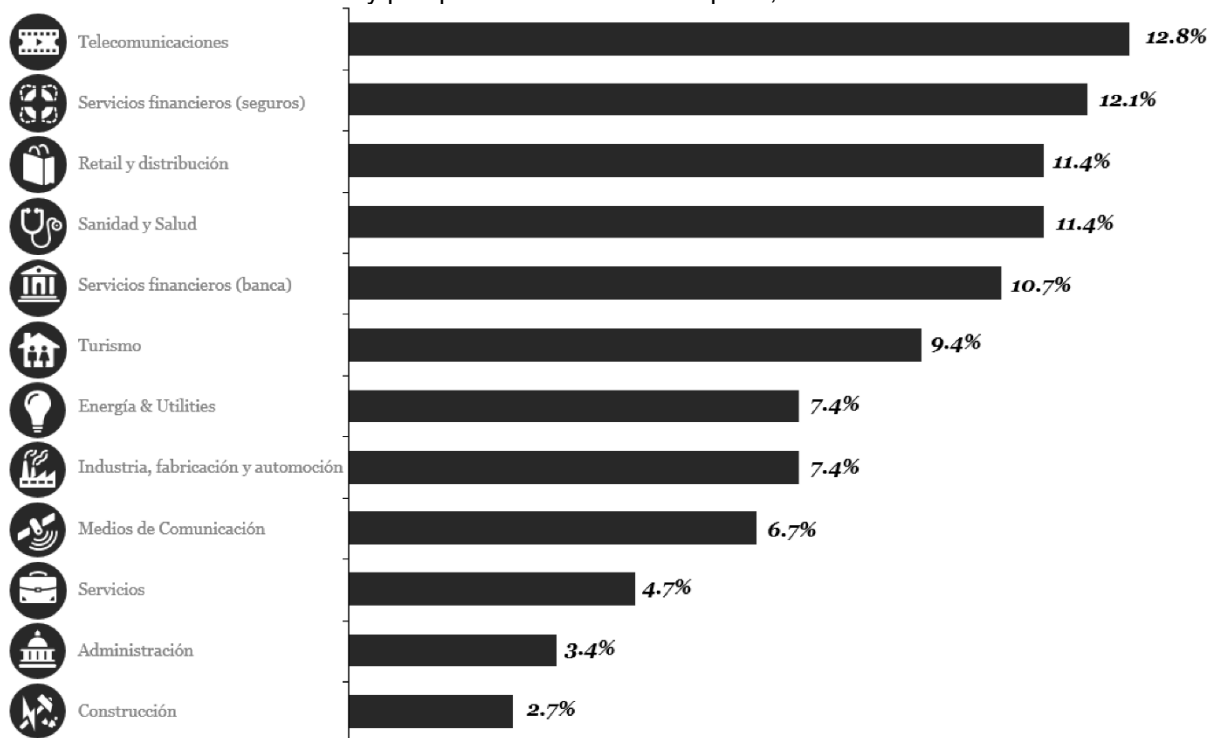
Para poder abordar con éxito todos los cambios, es necesaria la colaboración de las diferentes disciplinas que están cercanas a la IA, como son la matemática, ciencias de la computación, ingenierías industriales, ingenierías informáticas, sociología, biología, etc., así como las relacionadas con el ámbito de la salud, las humanísticas y también las jurídicas. Por tanto, la IA abarca numerosos campos de conocimiento que, en sí, son fuente de generación de habilidades y destrezas que desarrollan las competencias de las personas y, por tanto, en este entorno, es de gran utilidad disponer de un modelo que pueda desarrollar competencias

que ayuden al éxito de la estrategia, así como un sistema para evaluar la adquisición de las mismas.

Los sectores que mayor impacto están teniendo en España se indican en la Figura 1.

Figura 1. Sectores susceptibles de aplicación de la IA a corto/medio plazo.

Fuente: Realidad y perspectivas de la IA en España, PWC & Microsoft. 2018



Los objetivos que se persiguen en la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial en España son:

1. Excelencia científica e innovación en Inteligencia Artificial
2. Proyección de la lengua española
3. Creación de empleo cualificado
4. Transformación del tejido productivo
5. Entorno de confianza en relación a la Inteligencia Artificial
6. Valores humanistas en la Inteligencia Artificial
7. Inteligencia Artificial inclusiva y sostenible

Y para cada uno de estos objetivos, se han definido varios planes de acción que se desarrollan en seis ejes estratégicos:

1. Impulsar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en IA.
2. Promover el desarrollo de capacidades digitales, potenciar el talento nacional y atraer talento global.
3. Desarrollar plataformas de datos e infraestructuras tecnológicas que den soporte a la IA.
4. Integrar la IA en las cadenas de valor para transformar el tejido económico.

5. Potenciar el uso de la IA en la Administración Pública y en las misiones estratégicas nacionales.
6. Establecer un marco ético y normativo que refuerce la protección de los derechos individuales y colectivos, a efectos de garantizar la inclusión y el bienestar social.

2. Metodología

A partir del modelo establecido en la Estrategia Nacional de IA, en la que se han fijado objetivos específicos y ejes estratégicos para su logro, se han definido unas líneas maestras de actuación. Estas líneas están reflejadas en la Tabla 1. De manera gráfica, el modelo que se analiza es el que se representa en la Figura 2.

Tabla 1. Líneas de acción para cada eje de la Estrategia Nacional de IA.

EJE	MEDIDA
1	<ol style="list-style-type: none">1. Red Española de Excelencia en IA2. Refuerzo del sistema de contratos pre/post-doctorales de investigación en IA.3. Flexibilizar la trayectoria científica del personal investigador en IA.4. Promover nuevos centros nacionales de desarrollo tecnológico multidisciplinar con especial foco en neurotecnologías.5. Programa de ayudas a empresas para el desarrollo de soluciones en IA y datos.6. Reforzar la red de Centros de Innovación Digital (Digital Innovation Hubs: DIH) especializados en IA a nivel de investigación.7. Crear el Programa de Misiones de I+D+I en IA para abordar grandes desafíos sociales.
2	<ol style="list-style-type: none">8. Desarrollo del Plan Nacional de Competencias Digitales.9. Promover una mayor oferta formativa en Formación Profesional y universitaria orientada a la IA.10. Puesta en marcha del Programa “SpAIIn Talent Hub”.11. Ayudar a la homologación de títulos y acreditaciones para la atracción de talento internacional, promoviendo el femenino.
3	<ol style="list-style-type: none">12. Creación de la Oficina del Dato y del Chief Data Officer.13. Creación de espacios compartidos de datos sectoriales e industriales y repositorios descentralizados y accesibles.14. Impulso al Plan Nacional de Tecnologías del Lenguaje.15. Refuerzo de las Capacidades Estratégicas de Supercomputación (cloud, edge, quantum).16. Puesta en marcha del Proyecto Datos por el Bien Social.

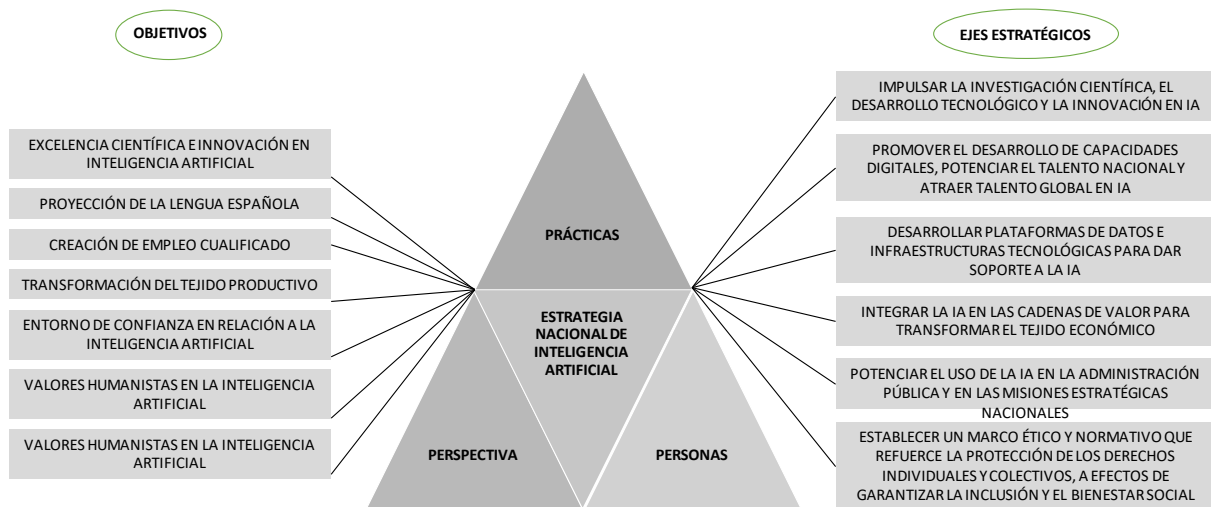
EJE	MEDIDA
4	<p>17. Lanzamiento de programas de ayudas para empresas para incorporación de IA en los procesos productivos de las cadenas de valor.</p> <p>18. Programas de impulso a la transferencia de innovación en IA mediante los Centros de Innovación Digital especializados en IA de carácter industrial.</p> <p>19. Lanzamiento del Fondo NextTech de capital riesgo público-privado para impulsar el emprendimiento digital y crecimiento de empresas en IA.</p> <p>20 Desarrollo del Programa Nacional de Algoritmos Verdes.</p>
5	<p>21. Incorporar la IA en la administración pública para mejorar la eficiencia y eliminar cuellos de botella administrativos.</p> <p>22. Poner en marcha un laboratorio de innovación para nuevos servicios y aplicaciones de la IA en la Administración Pública</p> <p>23. Fomentar las competencias IA en la AAPP.</p> <p>24. Programa “IA para una gestión pública basada en datos”.</p> <p>25. Promover misiones estratégicas nacionales en el ámbito de la administración pública donde la IA puede tener impacto (foco en salud, justicia, empleo).</p>
6	<p>26. Desarrollo de un sello nacional de calidad IA.</p> <p>27. Poner en marcha observatorios para evaluar el impacto social de los algoritmos.</p> <p>28. Desarrollar la Carta de Derechos Digitales.</p> <p>29. Puesta en marcha de un modelo de gobernanza nacional de la ética en la IA (Consejo Asesor IA).</p> <p>30. Promoción de foros de diálogo, sensibilización y participación nacionales e internacionales en relación a la IA.</p>

Estas líneas son las que sientan las bases de los proyectos para poder hacer realidad la Estrategia Nacional de IA en nuestro país.

Para desplegar las políticas en proyectos que se deriven de estas líneas de actuación, se necesitarán profesionales de la dirección y gestión de proyectos que sean competentes, capaces de cumplir con los objetivos y requisitos establecidos. Entre los diferentes modelos internacionales de Dirección de Proyectos, el establecido por IPMA en la ICB 4.0 establece las competencias estructuradas en los tres ámbitos de aplicación: personales, prácticas y de perspectiva.

Cada una de las líneas de actuación presenta relaciones directas, por la propia definición de cada competencia en el modelo IPMA, y también, relaciones derivadas de las establecidas en la propia ICB 4.0, en la que se indica, por cada competencia, aquellas con las que tiene relación, en cada uno de los casos.

Figura 2. Modelo competencial de la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial

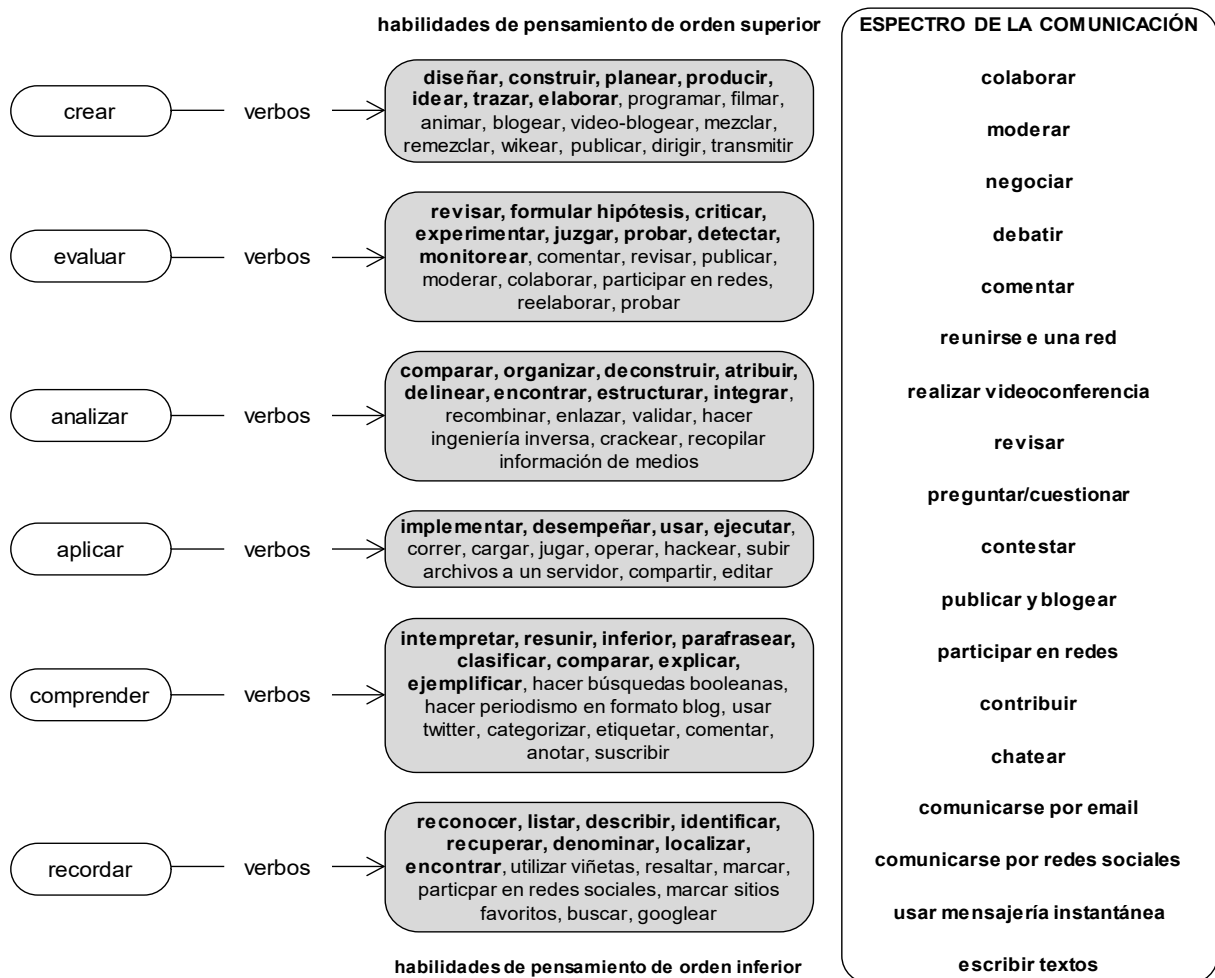


Tal y como se expresa en la ICB 4.0, podemos determinar los indicadores clave de competencias, que se encuentran en el anexo "E" de la ICB4.0. Este grado de adquisición de cada competencia, en base a dichos indicadores, se evalúa basándose en el modelo taxonómico de Bloom (Bloom *et al.*, 1956; Anderson *et al.*, 2001), que consta de una serie de niveles (conocer, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear) contruidos con el propósito de asegurar una adquisición significativa y perdurable de las competencias.

En el presente trabajo, se presenta una propuesta que servirá para evaluar el nivel de adquisición de competencias de un director de proyectos, de acuerdo con el marco establecido por la actualización realizada en 2009 por Andrew Churches (Churches, 2009) de la taxonomía de Bloom para la era digital, que casa los niveles cognitivos de Bloom con las habilidades digitales del siglo XXI, añadiendo formas de utilizar las tecnologías de la web 2.0 a cada nivel de la taxonomía revisada.

En función del nivel demostrado en cada uno de los elementos taxonómicos, el individuo tendrá un nivel competencial determinado, mejorando el dominio psicológico cognitivo y su aplicación directa a la dirección de los proyectos. Este dominio categoriza y ordena habilidades de pensamiento. La taxonomía parte de habilidades de pensamiento de orden inferior y evoluciona hacia habilidades de pensamiento de orden superior tal y como se aprecia en la Figura 3.

Figura 3. Actualización de la taxonomía de Bloom a la era digital.
Adaptación de (Churches, 2009)



Por tanto, para poder realizar una evaluación basada en la taxonomía actualizada de Bloom a la era digital, se propone la adaptación del Anexo D de la ICB4.0 tal y como se muestra en la en Tabla 2, considerando en los 6 niveles del modelo el espectro de comunicación relacionado con las habilidades de pensamiento.

Tabla 2. Propuesta de modificación del Anexo D para evaluación de competencias

Elementos de Competencia		Crear	Evaluar	Analizar	Aplicar	Comprender	Recordar
PERSONAS	Autorreflexión y autogestión						
	Integridad personal y fiabilidad						
	Comunicación personal						
	Relaciones y participación						
	Liderazgo						
	Trabajo en equipo						
	Conflictos y crisis						
	Ingenio						
	Negociación						
	Orientación a resultados						
	PRÁCTICA	Diseño del proyecto					
Requisitos, objetivos y beneficios							
Alcance							
Tiempo							
Organización e información							
Calidad							
Finanzas							
Recursos							
Aprovisionamiento y asociaciones							
Planificación y control							
Riesgo y oportunidad							
Partes interesadas							
Cambio y transformación							
Selección y equilibrio							
PERSPECTIVA	Estrategia						
	Gobernanza, estructuras y procesos						
	Cumplimiento, estándares y regulaciones						
	Poder e interés						
	Cultura y valores						

A través del análisis de cada una de las competencias mediante cuestionarios establecidos para cada nivel taxonómico, así como mediante los procedimientos establecidos por el Organismo Certificador en Dirección de Proyectos en su sistema de Garantía de Calidad, se

tendrá mayor conocimiento de los elementos necesarios para la obtención de la acreditación en los distintos niveles establecidos en el estándar 4-L-C (IPMA, 2021).

Este tipo de propuestas ha sido ya propuestas en el ámbito de la enseñanza de gestión de proyectos. (Zhang, Yuan y Yu, 2019) utilizan la taxonomía de Bloom para establecer una serie de contenidos del aprendizaje, definición de palabras clave y métodos de aprendizaje, proponiendo clases invertidas y cooperación en grupos. (Karanja y Malone, 2020) relacionan los criterios de aprendizaje en gestión de proyectos con el marco taxonómico de Bloom, mejorando el plan de estudios al proponer la participación activa de los estudiantes. No obstante, lo hacen sobre el marco original y revisado de Bloom, no incluyendo la adaptación a la era digital. Si bien incluyen estos estudios incluyen los cursos preparatorios para los procesos (exámenes) de certificación, lo hacen sobre la base de conocimientos de PMI, no contemplando la evaluación de la experiencia o la pericia, por ejemplo.

3. Análisis de los resultados y conclusiones.

La ICB 4.0, en su anexo D, no está actualizada al modelo de Bloom para la era digital. En un contexto de incipiente digitalización y automatización, muchas de las competencias técnicas están empezando a ser desarrolladas por IA, aunque el Director de Proyectos no delegue su responsabilidad. En este escenario, hay que tener en cuenta que la estrategia nacional promocionará la implantación de los ejes con sus acciones, tendiéndose a delegar en la IA para el desarrollo de funciones que, todavía, se realizan en el seno del equipo de proyecto. No obstante, el ámbito de la ICB 4.0 es específico para la evaluación de las capacidades de una persona, por lo que, en otro ámbito, habría que analizar otras competencias que fueran específicas de su profesión.

Respecto de las competencias personales, la IA entra de lleno en aquellas en las que los algoritmos hacen más humanas a las máquinas o se integran en el análisis de datos, proponen soluciones a las negociaciones, etc. Por ello, el Director de Proyectos que está familiarizado con la IA acabará teniendo más probabilidad de éxito que uno que no haya desarrollado competencias digitales alineadas con las propias del modelo IPMA. Por tanto, el grado de valoración de las competencias debe ser mayor y así quedará reflejado en la adaptación del modelo de Bloom actualizado.

La nueva propuesta está adaptada al contexto de la IA, entre las que se destaca la línea 8 del eje 2, que incluye el desarrollo de competencias digitales. Al usar esta nueva forma de análisis de las competencias, además de evaluar la experiencia, se valoran los conocimientos, habilidades y destrezas con base en el modelo adaptado de Bloom a la era digital, actualizando la herramienta de valoración en el proceso de certificación para el contexto actual. Las competencias que conforman el modelo IPMA son un buen referente para el contexto relacionado con la nueva realidad de la IA.

En el proceso cognitivo de aprendizaje, se pueden visibilizar los avances y principales obstáculos del plan de carrera en un Director de proyectos y analizar el plan de brechas profesionales, fomentando el desarrollo profesional mediante el uso de la evaluación con la actualización de la taxonomía de Bloom.

Las competencias que marca el modelo IPMA proporcionan una amplia cobertura y los indicadores clave de las competencias abarcan las necesidades del marco establecido en la Estrategia del Plan Nacional de Inteligencia Artificial, por lo que un profesional certificado por IPMA, que posea experiencia y conocimientos en IA, se encontrará con un amplio horizonte de posibilidades laborales.

Las competencias digitales corresponden a una de las líneas que se integran en los ejes estratégicos del Plan Nacional, por lo que es de interés la actualización del modelo descrito en la ICB4.0 al propuesto en este trabajo, que se ha adaptado específicamente al nuevo

contexto. Para la puesta en marcha de esta Estrategia, la inversión pública prevista para el periodo 2021-2023 es de 600 millones de euros. A estos, se le añaden los del fondo Next Tech para impulsar el emprendimiento en tecnologías digitales habilitadoras de 3.300 millones de euros en inversiones privadas. Toda esta inversión servirá de elemento dinamizador entre los diferentes agentes para impulsar proyectos y así poder cubrir los objetivos que la IA nos demanda para este nuevo presente. Por tanto, se necesitarán profesionales cualificados en dirección de proyectos.

4. Referencias bibliográficas.

Al-Marie, T. (2021) «Digital Pharmacy», en, pp. 201-210. doi: 10.1007/978-3-030-65896-0_18.

Almenara, J. C. y Gimeno, A. M. (2019) «Information and Communication Technologies and initial teacher training. Digital models and competences», *Profesorado*, 23(3), pp. 247-268. doi: 10.30827/profesorado.v23i3.9421.

Anderson, L. W. *et al.* (2001) *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Reading (EE.UU.): Addison Wesley Longman.

Andreeva, A. y Yolova, G. (2018) «The Digitization of the Economy and the Challenges Faced by Labor Law», *SSRN Electronic Journal*. doi: 10.2139/ssrn.3423342.

Annoni, A. *et al.* (2018) *Artificial Intelligence: A European Perspective*. Disponible en: <https://ideas.repec.org/p/ipt/iptwpa/jrc113826.html>.

Bloom, B. S. *et al.* (1956) *The Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goals. Handbook 1: Cognitive Domain*. Nueva York (EE.UU.): David McKay Company.

Churches, A. (2009) *Bloom's Taxonomy for the Digital Age*, Eduteka.

Comisión Europea (2020) *Libro Blanco sobre la inteligencia artificial: un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza*. Bruselas (Bélgica): Publications Office of the European Union.

Duan, Y., Edwards, J. S. y Dwivedi, Y. K. (2019) «Artificial intelligence for decision making in the era of Big Data – evolution, challenges and research agenda», *International Journal of Information Management*, 48(January), pp. 63-71. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.021.

Dunjko, V. y Briegel, H. J. (2018) «Machine learning & artificial intelligence in the quantum domain: A review of recent progress», *Reports on Progress in Physics*, 81(7). doi: 10.1088/1361-6633/aab406.

Fernández, Á. *et al.* (2020) «Integrating supercomputing clusters into education: a case study in biotechnology», *Journal of Supercomputing*, 77(3), pp. 2302-2325. doi: 10.1007/s11227-020-03360-5.

Glikson, E. y Woolley, A. W. (2020) «Human Trust in Artificial Intelligence: Review of Empirical Research», *Academy of Management Annals*, 14(2), pp. 627-660. doi: 10.5465/annals.2018.0057.

Gobierno de España (2020) *Plan España Digital 2025*. Madrid (España).

Haenlein, M. y Kaplan, A. (2019) «A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence», *California Management Review*, 61(4), pp. 5-14. doi: 10.1177/0008125619864925.

Horowitz, M. C. (2018) «Artificial intelligence, international competition, and the balance of power», *Texas National Security Review*, 1(3), pp. 37-57.

IDC (2020) *IDC's Global DataSphere Forecast Shows Continued Steady Growth in the Creation and Consumption of Data*, International Data Corporation (IDC).

IPMA (2018) *Bases para la Competencia Individual ICB 4.0*. Editado por IPMA. IPMA.

IPMA (2021) *Standar 4-L-C*.

Javanmardian, K. y Samandari, H. (2019) «Confronting the risks of artificial intelligence», *McKinsey Quarterly*, 2, pp. 1-9.

Karanja, E. y Malone, L. C. (2020) «Improving project management curriculum by aligning course learning outcomes with Bloom's taxonomy framework», *Journal of International Education in Business*. doi: 10.1108/JIEB-05-2020-0038.

Ketamo, H. *et al.* (2019) «Mapping the future curriculum: Adopting artificial intelligence and analytics in forecasting competence needs», en *European Conference on Intellectual Capital*. Pescara (Italia): ECIC, pp. 144-153.

Korinek, A. y Stiglitz, J. E. (2021) «Covid-19 driven advances in automation and artificial intelligence risk exacerbating economic inequality», *BMJ*, p. n367. doi: 10.1136/bmj.n367.

Liu, J. *et al.* (2021) «The effect of artificial intelligence on carbon intensity: Evidence from China's industrial sector», *Socio-Economic Planning Sciences*, p. 101002. doi: 10.1016/j.seps.2020.101002.

Ma, Y. *et al.* (2020) «Artificial intelligence applications in the development of autonomous vehicles: A survey», *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 7(2), pp. 315-329. doi: 10.1109/JAS.2020.1003021.

Nitzberg, M. y Zysman, J. (2021) «Algorithms, Data, and Platforms: The Diverse Challenges of Governing AI», *SSRN Electronic Journal*. doi: 10.2139/ssrn.3802088.

Osoha Osonde, W. W. I. (2017) *An Intelligence in Our Image: The Risks of Bias and Errors in Artificial Intelligence*. Santa Mónica (EE.UU.): Rand.

Samoili, S. *et al.* (2020) *AI Watch - Defining Artificial Intelligence. Towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence*, Joint Research Centre (European Commission). doi: 10.2760/382730.

Shao, Z., Yuan, S. y Wang, Y. (2020) «Institutional Collaboration and Competition in Artificial Intelligence», *IEEE Access*, 8, pp. 69734-69741. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2986383.

Shrestha, A. y Mahmood, A. (2019) «Review of deep learning algorithms and architectures», *IEEE Access*, 7, pp. 53040-53065. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2912200.

Siau, K. y Wang, W. (2020) «Artificial Intelligence (AI) Ethics», *Journal of Database Management*, 31(2), pp. 74-87. doi: 10.4018/JDM.2020040105.

Silva, V. J., Bonacelli, M. B. M. y Pacheco, C. A. (2020) «O sistema tecnológico digital: inteligência artificial, computação em nuvem e Big Data», *Revista Brasileira de Inovação*, 19, pp. 1-31. doi: 10.20396/rbi.v19i0.8658756.

Starke, C. y Lünich, M. (2020) «Artificial intelligence for political decision-making in the European Union: Effects on citizens' perceptions of input, throughput, and output legitimacy», *Data & Policy*, 2, p. e16. doi: 10.1017/dap.2020.19.

Unión Europea (2020) «Libro Blanco sobre la inteligencia artificial: un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza». Bruselas, p. 31.

Vinuesa, R. *et al.* (2020) «The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals», *Nature Communications*, 11(1), p. 233. doi: 10.1038/s41467-019-14108-y.

Wang, J. *et al.* (2019) «Artificial Intelligence for advanced non-conventional machining processes», *Procedia Manufacturing*, 41, pp. 453-459. doi: 10.1016/j.promfg.2019.09.032.

Wilkens, U. (2020) «Artificial intelligence in the workplace – A double-edged sword», *The International Journal of Information and Learning Technology*, 37(5), pp. 253-265. doi: 10.1108/IJILT-02-2020-0022.

Zhang, Y., Yuan, C. y Yu, H. L. (2019) «Study on Application of Bloom's Taxonomy in Engineering Project Management Course», *Journal of Physics: Conference Series*, 1176, p. 042016. doi: 10.1088/1742-6596/1176/4/042016.

Zhao, Y. *et al.* (2019) «Machine learning based privacy-preserving fair data trading in big data market», *Information Sciences*, 478, pp. 449-460. doi: 10.1016/j.ins.2018.11.028.

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

