



A/A Sr. D. Patxi López

Valencia, 3 de junio de 2020.

**Asunto:** Propuesta "Inteligencia Artificial y Desarrollo Humano. Propuesta ciudadana para la Comisión de Reconstrucción Social y Económica".

Por la presente, adjunto le remito una segunda propuesta ""Inteligencia Artificial y Desarrollo Humano. Propuesta ciudadana para la Comisión de Reconstrucción Social y Económica"" relacionada con el área "REACTIVACIÓN ECONÓMICA". La propuesta es fruto de las conclusiones de tres reuniones de trabajo sobre Inteligencia Artificial y Desarrollo Humano promovidas desde la Cátedra de privacidad y Transformación Digital Microsoft-Universitat de Valencia. Esta iniciativa integra a casi 300 personas provenientes de todas las disciplinas científicas, la empresa y la Administración.

El documento integra un análisis profundo de las necesidades de cambio de nuestro modelo formativo para incorporar las competencias indispensables en materia de pensamiento computacional y científico, inteligencia artificial, y transformación digital desde una óptica centrada en los valores de la dignidad, los derechos humanos y el uso de la tecnología para el bien común.

En el mismo se propone una reflexión dirigida a impulsar un cambio en los planes de estudio de aquellas titulaciones que forman a nuestros futuros formadores, -como magisterio o pedagogía-, las titulaciones técnico-científicas, y las jurídicas y económicas. En nuestra opinión la transición que impone la transformación digital y los retos de la economía de la llamada Cuarta Revolución exigen una reflexión mesurada, pero que no admite dilación. Este documento, aporta claves que esperamos sean de utilidad.

Quedo a su disposición, si estiman pertinente una eventual comparecencia de los investigadores que en su momento coordinaron cada una de las áreas.

Y para que así conste.

Ricard Martínez Martínez. Director de la Cátedra



# Inteligencia Artificial y Desarrollo Humano

# Propuesta ciudadana para la Comisión de Reconstrucción Social y Económica

29 de mayo de 2020

### Inteligencia Artificial y Desarrollo Humano

### Propuesta ciudadana para la Comisión de Reconstrucción Social y Económica

$\overline{}$							
(	$\cap$	n	+.	$\triangle$	n	IC	
	U		u	て		ıu	ı

l. Re	sumen ejecutivo6
1.	Propuestas de actuación 7
1.3	1 EJE 1: La formación en IA de profesionales STEM y del profesorado 7
	1.1.1 Formación universitaria para los futuros docentes de todos los niveles educativos 7
	1.1.2 Formación universitaria para puestos de trabajo relacionados con la IA 10
	1.1.3 Formación universitaria transversal del profesional en IA: "Alrededor de la IA" 10
	1.1.4 Tecnologías inteligentes al servicio de un aprendizaje personalizado 11
1.2	2. EJE 2: La formación en IA en el ámbito de las ciencias jurídicas12
	1.2.1 La dimensión axiológica del derecho
	1.2.2 La integración transversal de las tecnologías de la información o de los conceptos relacionados con la inteligencia artificial en las distintas materias
	1.2.3. Las competencias digitales de profesores, profesionales en ejercicio, y futuros egresados
	1.2.4. La adquisición de herramientas funcionales vinculadas al soporte jurídico al desarrollo tecnológico
	1.2.5 La adquisición de conocimientos adicionales en el ámbito científico técnico 15
1.	3 EJE 3: La formación en IA en el ámbito de la economía y la empresa15
	1.3.1 Competencias y habilidades de los alumnos de ADE en materia de IA y digitalización
	1.3.2 Conocimientos específicos en IA y digitalización
	1.3.4 Impacto específico por áreas de conocimiento
	LISIS DETALLADO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DESDE LOS TRES EJES DE ACCIÓN PUESTOS
II. EJ	E 1: La formación en IA de profesionales STEM y del profesorado19
	Introducción
	Alcance del análisis
	Formación universitaria para los futuros docentes de todas las etapas educativas
	24
3.2	1. La visión retrospectiva25
3.2	2. La visión contextualizadora28
3.3	3. La visión prospectiva30

	Formación universitaria para puestos de trabajo relacionados o	
4.1.	Las titulaciones actuales en Ingeniería informática	
4.1.	Nuevos perfiles profesionales especializados en IA	
4.2.	La IA en otras titulaciones STEM	
4.3. 4.4.		
	Recomendaciones para mejorar la situación actual	
	La formación transversal del profesional en IA: Afrededor	
<b>6.</b>	Tecnologías inteligentes al servicio de un aprendizaje perso	nalizado
		40
6.1.	Cuestiones Fundamentales en el Aprendizaje Personalizado	42
6.2.	Objetivos	48
6.3.	Áreas de Actuación	49
	Propuestas de contenidos cur	
7.1.	En la formación de formadores	
7.1.	En titulaciones STEM	
7.2.	En la formación transversal de los profesionales en IA: Alrededor de la IA	
	Conclusiones para la	
9	Rei	erencias
		69
III. EJE 2	2: La formación en IA en el ámbito de las Ciencias Jurídicas	74
	Intro	
1.1.	La informática como instrumento en la era mainframe	
1.2.	Las decisiones automatizadas.	
1.3.	La Inteligencia Artificial como instrumento. La analítica aplicada al derecho.	
1.4.	La IA como herramienta de asistencia a la formación del jurista	
1.5.	La incorporación de la norma a la programación informática	
	El impacto de la inteligencia artificial en los planes de estudio de las profe ones jurídicas	
	La dimensión axiológica del derecho	
2.1.		
2.2. relac	La integración transversal de las tecnologías de la información o de los conceionados con la inteligencia artificial en las distintas materias	•
2.3.	Las competencias digitales de profesores, profesionales en ejercicio, y futuro	
	sados	
2.4.	La adquisición de herramientas funcionales vinculadas al soporte jurídico al	
desai	rrollo tecnológico	83

2.5.	La adquisición de conocimientos adicionales en el ámbito científico técnico	89
	La introducción de contenidos relacionados con la inteligencia artificial en los pla o de las titulaciones jurídicas	
3.1.	Planteamiento general	89
3.2. las a	Aportaciones relativas a la introducción de la IA/robots inteligentes autónomo asignaturas de derecho administrativo que se imparten en el grado de derecho	
3.3. finar	La incorporación de la inteligencia artificial a los planes de estudios de derechonciero y tributario	
3.4.	Contenidos de derecho constitucional y avances tecnológicos	96
3.5. tema	La IA en las asignaturas impartidas por el área de filosofía del derecho: posible as a incluir en los programas.	
3.6. las a	Aportaciones relativas a la introducción de la IA/robots inteligentes autónomo asignaturas de derecho mercantil que se imparten en el grado de derecho	
3.7. las a	Aportaciones relativas a la introducción de la IA/robots inteligentes autónomo asignaturas de derecho del trabajo que se imparten en el grado de derecho	
3.8.	Aportaciones en derecho civil	103
3.9.	Aportaciones en derecho penal	104
IV. EJE	3: La formación en IA en el ámbito de la economía y la empresa	106
	Introc	
	Competencias y habilidades de los alumnos de ADE en materia de IA y digital	
	Conocimientos específicos en IA y digital	
	Impacto específico por áreas de conoci	
5 <b>Estr</b> a	rategias para incorporar las competencias y los conocimientos específicos a las a	ctuales
-	pinión del profesorado sobre diversos aspectos relativos a la adaptación de la tit E	
	Experiencias nacionales e internac	
9	Refe	rencias
	ıs	
ALICAUS	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	140

### I. Resumen ejecutivo.

La Cátedra Privacidad y Transformación Digital Microsoft — Universidad de Valencia viene celebrando desde julio de 2018 una serie de reuniones de reflexión y debate donde han participado más de 200 expertos de distintas disciplinas, principalmente provenientes del ámbito del Derecho, la Tecnología, la Economía y la Salud.

En estas reuniones de trabajo centradas en el lema Inteligencia artificial y desarrollo humano, celebradas en Valencia (julio 2018), Granada (diciembre 2018) y Santiago de Compostela (julio 2019), se abordó el escenario actual de la Inteligencia Artificial y su impacto en las personas desde el punto de vista de todas las disciplinas (Derecho, Tecnología, Economía y Salud). En el escenario de la Cuarta Revolución Industrial, se señalaba la urgente necesidad de definir ciertos pilares básicos que deberían orientar las políticas públicas y la normativa en materia de Inteligencia Artificial:

- Situar la dignidad del ser humano y la garantía de los derechos fundamentales como límite infranqueable para el desarrollo de la tecnología.
- Asegurar la responsabilidad de las personas y entidades que desarrollen algoritmos de IA.
- Garantizar modelos de desarrollo basados en datos legítimamente obtenidos, con procesos orientados a verificar su calidad, y con claros deberes de verificar las consecuencias del uso de la IA en condiciones de ensayo previo.
- Asegurar el principio de transparencia de los algoritmos que deben ser auditables.
- Obligar a la trazabilidad de los sistemas cuando se pongan en juego valores fundamentales como la salud de las personas, la discriminación o la vigilancia policial.
- Ordenar la nulidad de cualquier decisión con consecuencias jurídicas y materiales, y particularmente de las pruebas incriminatorias, cuando vulneren estos principios básicos.
- Situar la garantía de la autodeterminación individual, de la libertad de las personas y de los colectivos en los que se integran como un límite absolutamente intangible.

Fruto de este trabajo ha sido la elaboración de un documento con aportaciones y conclusiones, que identifica 10 retos básicos:

- 1. El potencial de disrupción de la Inteligencia Artificial y la automatización inteligente cambiará nuestro mundo.
- 2. La Inteligencia artificial debe regirse por principios éticos.
- 3. El carácter innovador de la tecnología no justifica la vulneración de principios jurídicos básicos.
- 4. El Derecho debe adaptar sus procesos, técnicas y contenidos a los cambios exponenciales de la Inteligencia Artificial.
- 5. Las políticas de open data que garanticen el acceso a datos son esenciales para la innovación en Inteligencia Artificial.
- 6. Deben diseñarse políticas públicas específicamente orientadas a la Inteligencia Artificial.
- 7. Es necesaria una educación orientada a las competencias digitales.
- 8. Debe fomentarse la inversión en I+D+i y colaboración público-privada.
- 9. La Universidad debe ser uno de los motores en el liderazgo la investigación en Inteligencia Artificial.
- 10. Las políticas públicas deben orientarse a evitar la exclusión social.

La tercera reunión se celebró tras la presentación de la Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia Artificial. A partir de este documento se propuso profundizar en el debate con dos objetivos esenciales:

- Analizar las estrategias europea y nacional en Inteligencia Artificial.
- Abordar los retos que IA y el desarrollo de la tecnología de la información plantean para la formación universitaria.

Este documento, por tanto, presenta un análisis de la situación actual elaborado por distintos grupos de trabajo y desde tres ejes de acción en el ámbito de la Educación:

- EJE 1: La formación en IA de profesionales STEM y del profesorado.
- EJE 2: La formación en IA en el ámbito de las ciencias jurídicas.
- EJE 3: La formación en IA en el ámbito de la economía y la empresa.

En esta primera parte del documento se presentan las propuestas concretas de acción de forma esquematizada y, en la segunda parte del documento, se aborda el análisis completo detallado.

### 1. Propuestas de actuación.

### 1.1 EJE 1: La formación en IA de profesionales STEM y del profesorado.

Fruto del trabajo del grupo de expertos resultan las siguientes conclusiones generales:

- 1. Con respecto a la **formación de profesionales en el ámbito de la IA**, es urgente que se tomen medidas para aumentar su número y competencia, y no solo para el ejercicio profesional en los distintos ámbitos, ya que todos, de un modo u otro, se están viendo y se verán aún más afectados por la IA, sino para desarrollar la IA misma o desarrollar nuevos modelos de actividad y negocio a su alrededor. En este sentido, es imprescindible adecuar la formación universitaria a las necesidades actuales y futuras del mercado laboral y de la sociedad en general, sugiriendo mejoras en la organización de las universidades en el apartado 4.4.
- 2. En cuanto a la formación de las competencias transversales alrededor de la IA, se identifican carencias en el currículum en cuestiones relacionadas con la ética, la privacidad, la desigualdad social, los fundamentos del derecho (en IA), la economía y empresa digitales y la innovación y automatización basadas en tecnologías inteligentes. En el apartado 7.3 se plantean propuestas de posibles asignaturas que cubran estas competencias. No pensemos que es suficiente formar en la componente tecnológica; si no tenemos siempre presente que las tecnologías, también las de la IA, han de ser pensadas para el bien de las personas, individual y colectivamente, pagaremos las consecuencias.
- 3. En relación con las tecnologías inteligentes aplicadas a la personalización de la formación, se han identificado aspectos éticos y sociales y cuestiones relacionadas con la gestión inteligente de datos, en cuanto a su recolección, análisis y su uso en modelos predictivos. En el apartado 6.3 se proponen actuaciones a llevar cabo y se incide en el potencial de la IA en la personalización de la educación.

1.1.1 Formación universitaria para los futuros docentes de todos los niveles educativos. Se proponen las siguientes líneas de acción:

RESPONSABILIDAD DE LAS POLÍTICAS E INSTITUCIONES EDUCATIVAS

- Diseñar y planificar modelos de inmersión digital a corto, medio y largo plazo, basados en objetivos de aprendizaje explícitos y realistas que se sustenten en las necesidades y demandas específicas del profesorado, alumnado o requerimientos de la sociedad.
- 2) Revisar el proceso de selección para el acceso a los cuerpos docentes (debe estar coordinado con la actualización de los títulos y el MAES), contando como mérito en la fase de concurso la CDD, o al menos actualizando los temarios para incluir cuestiones relacionadas con:
  - a) Desarrollo de la CDD y discente, como prescribe la legislación educativa, nacional e internacional.
  - b) Competencias digitales de las organizaciones educativas (DigCompOrg) [10].
  - c) Pensamiento computacional.
  - d) Innovación e investigación educativa con TICs.
  - e) Seguridad, privacidad, buenas prácticas y uso ético y crítico de las TIC.
- 3) Apuesta decidida por la *Formación Permanente* del profesorado, que incluya como elemento estructural el desarrollo de la CDD, la innovación, la investigación y la aplicación de las TAC/TIA.

#### PLANES DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

- 4) Considerar la CD una competencia clave en los currículums de todos los planes de formación universitarios.
- 5) Revisar los planes de estudio, de *Formación Inicial* de Ciencias de la Educación, Magisterio y MAES, estableciendo la CDD como una competencia profesional imprescindible y curricular.
- 6) Instar a las administraciones educativas a que en todas las titulaciones universitarias (formación inicial y postgrados) se cursen, de manera troncal, créditos relacionados con la CDD, la cultura digital para producir conocimiento y el uso de las aplicaciones de las TAC /TIA.
- 7) Incentivar al profesorado de ramas sociales y humanísticas a participar en el liderazgo y la promoción del uso de la tecnología de la IA, y al profesorado de carreras técnicas (Ingeniería Informática, Telecomunicaciones, etc.), a promover la reflexión crítica, ética y social en el diseño de la tecnología.

### DISEÑOS CURRICULARES Y ENCAJE TECNOLOGÍA-PEDAGOGÍA

- 8) Impulsar el uso de las tecnologías emergentes (TAC/TIA) asociado a las pedagogías emergentes, toda vez comprobado que el uso tradicional, teórico y expositivo de recursos digitales no consigue innovación ni mejora en los procesos didácticos. Corresponde integrar las TIC/TIA asociado al constructivismo y al aprendizaje permanente y ubicuo. Promover la innovando con modelos tecno-pedagógicos como la gamificación, el flipped classroom, el aprendizaje servicio (ApS), por proyectos o el colaborativo, entre otros.
- 9) Potenciar e institucionalizar la adopción de soluciones tecnológicas basadas en IA que favorezcan un aprendizaje, activo, personalizado, de calidad y que faciliten los procesos de enseñanza, evaluación y gestión docente y otras tareas más sistemáticas, para fomentar la parte creativa de los docentes en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

### **C**ENTROS UNIVERSITARIOS, DE FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN

- 10) Potenciar e institucionalizar la adopción de soluciones tecnológicas basada en IA dentro de los propios centros educativos para facilitar su gobierno, gestión y administración.
- 11) Creación de una nueva figura docente con perfil híbrido educador/tecnólogo, que facilite y de soporte en el centro para el diseño y puesta en marcha de dinámicas educativas que empleen las TIC. Sería conveniente crear para ello una titulación híbrida en Ciencias de la

- Educación e Ingeniería Informática, más que una doble titulación por agregación de lo que en ambas y por separado resulta fundamental.
- 12) Implantar la figura del coordinador/dinamizador TAC/TIA en todos los centros educativos, atendiendo a cuatro líneas estratégicas:
  - a) Formación digital e innovación docente (p.e. integración de pedagogías y tecnologías emergentes);
  - b) Seguridad, ética y buenas prácticas;
  - c) *Dinamización y difusión de cultura digital* (favoreciendo redes profesionales e institucionales, interdisciplinares e interuniversitarias, de trabajo);
  - d) Asesoramiento y buena gestión de recursos digitales (p.e. optimizando la seguridad, el mantenimiento y actualización de los equipos y servicios digitales).
- 13) Promover líneas de reflexión, innovación e investigación interdisciplinares centradas en la dimensión pedagógica del aprendizaje digital, respondiendo a las repercusiones éticas, sociales y legales derivadas de los procesos de inmersión tecnológica.
- 14) Favorecer la colaboración multidisciplinar, interdepartamental e interuniversitaria en la impartición de esos títulos, involucrando al profesorado con ambos perfiles (educadores y tecnólogos).
- 15) Identificar los recursos necesarios para el entrenamiento de esas competencias en el aula.
- 16) Potenciar e institucionalizar la comunidad de colaboración entre los centros educativos para el intercambio de experiencias en el aula. Los centros más innovadores pueden "aconsejar" y facilitar la gestión del cambio en otros centros más tradicionales.
- 17) Revisar las tareas y la carga de los docentes en los centros para integrar en el horario lectivo la formación continua, la cooperación con otros docentes en el desarrollo de proyectos interdisciplinarios, el intercambio de experiencias y la mejora continua.

### ADOPCIÓN/MODELO DE FORMACIÓN EN COMPETENCIA DIGITAL

- 18) Tomar como referencia para desarrollar la CD del profesorado, el Marco Común del INTEF y el DigCompEdu de la Comisión Europea, reforzando sub-competencias como la seguridad, la privacidad y la ciudanía digital ética y crítica y la integración de la Inteligencia Artificial.
- 19) Instar a desarrolladores y empresas de hardware y software educativo a que, además de atender a la eficiencia y la usabilidad tecnológica en los dispositivos, consideren la funcionalidad específica, didáctico-pedagógica y la promoción de valores educativos que deben promover dichos dispositivos (p.e. lenguaje integrador y no sexista, transmisión de roles no estereotipados, fomento de la autonomía intelectual, creatividad y uso responsable y crítico, garantía de privacidad, seguridad protección de datos...)

### FINALIDAD/PRINCIPIOS DE ACCIÓN DE LAS TAC/TIA

- 20) Garantizar que las políticas de inmersión y formación digital se apoyen en principios o ejes transversales básicos:
  - a) Garantizar la equidad y la integración;
  - b) Considerar la perspectiva de género en los procesos de formación y empoderamiento tecnológico;
  - c) Integrar la sostenibilidad y la perspectiva medio-ambiental;
  - d) Reducir las brechas digitales y prevenir las malas praxis o el uso acrítico (adicciones, sedentarismo...);
  - e) Promover el uso crítico, social y ético de las tecnologías (TAC/TIA).

- 21) Prevenir las actitudes tecno-escépticas y las creencias distópicas que la integración de las TAC/TIA está generando en sectores de la comunidad educativa y en la sociedad; conocido que dicha percepción condiciona su uso e integración eficaz. También deberían moderarse las excesivas expectativas que en ocasiones se depositan en dichas tecnologías.
- 22) Poner límites a las TAC/TIA y diseñar estrategias que reduzcan las brechas digitales (de género, intergeneracionales, actitudinales, etc.), las malas praxis u otros riesgos potenciales como: la sobreexposición digital, las tecno-adicciones, el ciber-acoso, el aislamiento social, o la promoción de estilos y hábitos de vida sedentarios.

### 1.1.2 Formación universitaria para puestos de trabajo relacionados con la IA.

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 23) Considerar las indicaciones de la Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia Artificial que se resaltando en este caso la prioridad 4 y la recomendación 6:
  - La prioridad número 4 establece que se debe desarrollar un sistema que fomente la formación transversal y profesional en Inteligencia Artificial.
  - La recomendación 6 recoge la necesidad de incluir la IA en el sistema educativo como palanca de cambio tecnológico del país.
- 24) Adoptar medidas concretas para impulsar el crecimiento del número de profesionales en IA en España.
- 25) Mejorar la organización de las Universidades en cuanto a:
  - La agilidad para modificar las enseñanzas.
  - Eliminar la endogamia en la toma de decisiones.
  - Estudiar las posibilidades de compartir titulaciones entre universidades complementarias.
  - Modificar el enfoque metodológico buscando orientaciones a proyectos.

### 1.1.3 Formación universitaria transversal del profesional en IA: "Alrededor de la IA".

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 26) En nuestra opinión, al menos los siguientes contenidos deberían ser abordados en la formación de formadores de las distintas etapas educativas (Infantil, Primaria, Secundaria y Formación Profesional).
  - Pensamiento Computacional en Educación.
  - Introducción a la Programación.
  - Programación educativa.
  - Ciudadanía Digital.
  - Robótica educativa.
  - Diseño e Impresoras 3D en el Aula.
  - Tecnologías Interactivas Educativas.
- 27) En nuestra opinión, al menos los siguientes contenidos de IA deberían ser abordados en la formación de los profesionales STEM, pudiendo adaptarse en cada caso a la titulación concreta dependiendo de la disciplina.
  - Inteligencia Artificial para STEM.
- 28) En nuestra opinión, al menos los siguientes contenidos alrededor de la IA deberían ser abordados en la formación de los profesionales en IA, organizados en materias diferenciadas o no, dependiendo de las circunstancias a las que ya hemos aludido. Por ejemplo, la

formación de un informático especializado en IA no será igual que la de un ingeniero químico, aunque este reciba una formación en IA que complemente la de su ámbito de formación dentro de los contenidos propios en dicha ingeniería.

- Ética e Inteligencia Artificial: Hacia una tecnología confiable.
- Privacidad e Inteligencia Artificial.
- Desigualdad Social e Inteligencia Artificial.
- Fundamentos del derecho en la IA.
- Economía y empresas digitales.
- Innovación y automatización basadas en tecnologías inteligentes.

### 1.1.4 Tecnologías inteligentes al servicio de un aprendizaje personalizado.

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 29) Promover el aprendizaje colaborativo basado en el uso de sistemas inteligentes.
- 30) Aplicar técnicas y metodologías que permitan un Aprendizaje Adaptativo centrado en la persona.
- 31) Desarrollar y aplicar sistemas de evaluación automática y personalizada de respuestas abiertas.
- 32) Promover el engagement del estudiante incentivando su participación y asistiéndole en el aprendizaje de forma personalizada.
- 33) Promover el engagement e involucración del profesorado en el proceso facilitándole herramientas para la gestión de la docencia y el aprendizaje a través de la aplicación de analíticas de aprendizaje.
- 34) Explorar metodologías soportadas por herramientas inteligentes (tecnologías de minería de datos y las analíticas de aprendizaje) que ofrezcan soluciones escalables en cursos con elevado número de estudiantes (p.ej., MOOCs)
- 35) Mejorar la experiencia del estudiante en su interacción con los recursos ofrecidos promoviendo la accesibilidad y adaptabilidad de los mismos.
- 36) Promover el desarrollo de sistemas recomendadores educativos basados en la combinación de técnicas de minería de datos y analíticas con el conocimiento experto docente.
- 37) Promover la transparencia en el uso de las técnicas de IA garantizando la "explicabilidad", "privacidad" y "concienciación" por parte del usuario de los posibles sesgos y limitaciones existentes en los resultados obtenidos.
- 38) Potenciar el aprendizaje de capacidades esenciales de carácter transversal entre los estudiantes mediante el uso de sistemas inteligentes; entre las que se podría mencionar: auto-regulación del aprendizaje, meta-conocimiento sobre la evolución de sus capacidades, capacidades sociales y colaborativas, liderazgo responsable, emprendimiento, responsabilidad social.

### Recolección de Datos

- 39) Inventariar todos los datos disponibles (con especial atención a aquellos que faltan).
- 40) Desarrollar un único data warehouse.
- 41) Mejorar los procedimientos y objetivos de las encuestas de valoración sobre cursos, grados, servicios, procedimientos... (se trata aquí de hacerlos más operativos y simples, a la vez que acordes con los métodos de valoración más actuales).

- 42) Publicar datos anonimizados para promover la investigación, tanto interna como externa de la institución (se trataría de desarrollar un repositorio que cubra los antedichos temas, garantizando los aspectos éticos y de privacidad).
- 43) Desarrollar un programa de incentivos para realizar investigaciones dentro de la institución: apoyando trabajos de fin de grado y máster (TFG y TFM), tesis doctorales (PhD), premios, becas...

### Análisis de Datos

- 44) Desarrollar un modelo del estudiante basado en técnicas de segmentación y clusterización.
- 45) Establecer protocolos para producir reportes que muestren los resultados del análisis de forma estandarizada o bajo demanda (para cursos, grados, facultades...)
- 46) Desarrollar sistemas operativos de análisis para producir reportes y analíticas en tiempo real para los estudiantes.
- 47) Desarrollar herramientas de visualización y cuadros de mandos (dashboards) para todos los principales agentes involucrados.
- 48) A través del uso de los datos disponibles realizar comparativas de análisis de la diversidad de metodologías de la institución.
- 49) Analizar diferentes posicionamientos sobre las tasas de abandono (dropout rates) estableciendo las posibles causas y soluciones.
- 50) Poniendo en Funcionamiento los Modelos Predictivos
- 51) Desarrollar un sistema recomendador educativo (SRE) de soporte a la gestión de la matrícula y la selección de estudios.
- 52) Desarrollar indicadores de alerta para activar posibles intervenciones con estudiantes en situación de riesgo.
- 53) Desarrollar un sistema predictivo que sirva como entrada al SRE.
- 54) Incrementar el entendimiento del rendimiento académico a través de la interpretación de los modelos predictivos.
- 55) Desarrollar modelos de "historia-cero" para los nuevos cursos.
- 56) Estudio de la implementación de los modelos predictivos a-lo-largo y dentro de la diversidad de metodologías de la institución dada.

### 1.2. EJE 2: La formación en IA en el ámbito de las ciencias jurídicas.

Vivimos en un escenario de profunda complejidad y superproducción normativa que afecta gravemente la gobernanza y hace inaplicable una gran parte de las normas. Esta superproducción no sólo afecta a la actuación del legislativo, también deriva de la suma de los impactos que provienen del Derecho de la Unión Europea, y de la cada vez mayor producción no sólo de normas reglamentarias, sino del llamado soft-law integrado por documentos de muy diversa naturaleza: actos administrativos, informes, procedimientos sancionadores, normas técnicas, normas de calidad, normas y compromisos corporativos... Esta complejidad causa un profundo impacto en el cumplimiento normativo de las organizaciones públicas y privadas. Se impone el uso de herramientas analíticas que permitan una simplificación del enfoque en estas materias, una mayor calidad en la producción legislativa, y en su caso una gobernanza del marco jurídico disponible.

En un breve plazo, de forma cotidiana aprenderemos / estudiaremos a través de IA, bots y VR. Partimos de la idea que este momento se está acercando, puesto que las herramientas de

programación que se disponen actualmente (tipo TensorFlow o PyTorch) ya precisan de una reducida participación de los ingenieros y es muy probable que en breve tengamos marcos de DL que sean de uso generalizado y se comercialicen ampliamente; es decir, lo utilizaremos como ahora trabajamos en una plataforma tipo Blackboard o como una wikipedia por campos inteligente. Con todo, hoy por hoy, precisamos la ayuda de los técnicos para la programación y sería prudente contar con ellos en algún momento, pues como se ha dicho, ahora más que nunca, el medio es el mensaje.

Por otra parte, el conocimiento se va a crear de forma constante, lo que generará una complejidad solo manejable por IA. Por otra parte, la adaptabilidad al medio (pe., investigación, práctica forense, asesoramiento empresarial o gestión de riesgos) exigirá una perspectiva muy orientada hacia objetivos precisos y variables. Ello se fundamenta en que no solo va a evolucionar el conocimiento sino la realidad económica y social, por lo que es poco seguro que soluciones anteriores, tipo precedentes, que valgan para hoy sean adecuadas para mañana (la incertidumbre en el mundo real tiene que aumentar en igual medida que los cambios de paradigmas).

Otra dimensión desde el cual deberá ser enfocada a la inteligencia artificial, se refiere al impacto que debería tener la incorporación al propio código de programación de los principios y valores que deberían inspirar el cumplimiento normativo.

Si como se viene afirmando nos encontramos inmersos en la cuarta revolución industrial, en la revolución de la transformación digital, en el mundo de la inteligencia artificial, este nuevo contexto social, económico, e incluso político necesitará de una configuración específica del mundo del derecho que debería cambiar al ritmo y velocidad de la propia evolución tecnológica y preparar a las generaciones de profesionales que deberán ser capaces de guiar el cumplimiento normativo en este territorio.

Para ello, es necesario definir una estrategia de cambio en los planes de estudio del área jurídica, que, en principio, debería abarcar cinco grandes ámbitos.

### 1.2.1 La dimensión axiológica del derecho.

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 57) Desde el punto de vista de la investigación será cada vez más necesario dedicar esfuerzos significativos a establecer valores relevantes y útiles para guiar la investigación científica.
- 58) Los valores humanos deben inspirar los enfoques esenciales en la formación de los futuros juristas. Resulta fundamental conseguir un desarrollo humanístico, basado en los valores, que ponga a las personas en el centro del aprendizaje.
- 1.2.2 La integración transversal de las tecnologías de la información o de los conceptos relacionados con la inteligencia artificial en las distintas materias.

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 59) Ofrecer al estudiante una primera aproximación que le permitiera familiarizarse con los conceptos básicos o con el fenómeno tecnológico a partir de modelos descriptivos centrados en el objetivo de que el estudiante fuera capaz de entender la tecnología y sus consecuencias jurídicas.
- 60) Integrar los contenidos relacionados con la Inteligencia Artificial y las tecnologías de la información en las asignaturas.

- 61) Complementariamente definir asignaturas específicas ofrecidas especializadas en las aplicaciones al Derecho de las nuevas tecnologías y, en particular, de la inteligencia artificial con carácter complementario u optativo.
- 62) Incrementar las competencias digitales de profesores, profesionales en ejercicio, y futuros egresados.
- 63) Fomentar la adquisición de herramientas funcionales vinculadas al soporte jurídico al desarrollo tecnológico.

### 1.2.3. Las competencias digitales de profesores, profesionales en ejercicio, y futuros egresados.

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 64) Definir las competencias que un profesional del derecho debería incorporar, y a tendiendo no sólo a los estudiantes en formación sino al conjunto de los docentes. Tentativamente puede apuntarse que las competencias deberían responder a las siguientes preguntas:
  - a) cómo construir sistemas hiper-complejos;
  - b) cómo plantear problemas nuevos en entornos complejos y difíciles;
  - c) cómo desarrollar estrategias alternativas de resolución de problemas;
  - d) cómo elegir, interpretar y corregir los fundamentos, los argumentos y las soluciones alternativas ofrecidas por los sistemas;
  - f) cómo desarrollar los modelos de razonamiento jurídico computacional y el análisis de los materiales jurídicos;
  - g) cómo adaptarnos a los nuevos entornos económicos y sociales como base o sustrato de las construcciones jurídicas;
  - h) cómo desarrollar la creatividad / intuición / inteligencia emocional / autonomía necesarias para poder construir;
  - i) cómo trabajar colaborativa y horizontalmente entre personas humanas;
  - j) cómo van los profesores a tutorizar la enseñanza basada en sistemas (con y sin supervisión);
  - k) cómo crear nuevos entornos de aprendizaje basados en sistemas;
  - I) cómo producir y tutorizar sistemas de evaluación automática;
  - m) cómo aprender a desarrollar esas competencias y otras que sean necesarias para seguir aprendiendo durante toda la vida;
  - n) todo ello con independencia de las competencias técnicas necesarias para el manejo de las nuevas herramientas.

### 1.2.4. La adquisición de herramientas funcionales vinculadas al soporte jurídico al desarrollo tecnológico.

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 65) Los profesionales del derecho deben estar preparados para asumir las dinámicas propias de la gestación de un proyecto de naturaleza tecnológica en sus distintas fases. Y, por tanto, adaptar su metodología para hacerla funcional al modelo de gestión de los proyectos de desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- 66) Ser capaces de descender a la realidad material. El derecho aplicado a la tecnología exige de un esfuerzo adicional de comprensión. En este ámbito la intensidad de la exigencia es muy alta y obliga a una interacción abierta en la que la receptividad y comprensión es determinante.

- 67) Formar en una concepción abierta y dinámica del cumplimiento normativo. Los proyectos de IA van a obligar a desarrollar un enorme esfuerzo de interpretación sistemática del ordenamiento desde sus principios y valores constitucionales al Ordenamiento sectorial, de lo local a lo trasnacional. Pero esta apertura no sólo es material, también lo es metodológica.
- 68) Complementar la formación del futuro profesional del derecho con materias relacionadas con:
  - Análisis de riesgos.
  - Análisis de impacto, y análisis económico del derecho.
  - Gestión y desarrollo de proyectos.
  - Gobernanza de las tecnologías de la información.

### 1.2.5 La adquisición de conocimientos adicionales en el ámbito científico técnico

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 69) Impulsar una mayor presencia de la cultura científica y técnica en los ciclos preuniversitarios de los estudiantes que acceden a los estudios jurídicos.
- 70) Asegurar la adquisición de conocimientos adicionales en el ámbito científico técnico. La implantación de asignaturas de formación básica en los planes de estudio de los grados en Derecho que proporcionen una aproximación al nuevo entorno tecnológico, incluida la inteligencia artificial, con una orientación específicamente dirigida a los estudiantes de Ciencias sociales y jurídicas.
- 71) Adquirir conocimientos básicos sobre tecnologías de la información y las comunicaciones que permitan a los juristas generar un vocabulario compartido y transmitir los valores jurídicos que deben ser incorporados a los proyectos.

### 1. 3 EJE 3: La formación en IA en el ámbito de la economía y la empresa.

En los últimos años parece haberse instalado en la sociedad y en la opinión pública una crítica recurrente centrada en la distancia entre la Universidad y la realidad socioeconómica, en la asunción de que la primera no es capaz de ofrecer una formación adecuada a las necesidades reales de las empresas. Esta crítica se acompaña de un escenario de inserción laboral poco optimista, caracterizado por elevadas y persistentes tasas de paro juvenil, una devaluación progresiva de las titulaciones universitarias y la inflación de titulados, además del aumento de la precariedad laboral entre los poseedores de titulaciones académicas superiores. En respuesta a este debate, se han realizado numerosos llamamientos sobre la pertinencia de una profunda reflexión sobre la adecuación de la formación universitaria a una realidad empresarial inmersa en un escenario –global, dinámico, volátil, postindustrial- diferente. En el fondo de esta reflexión subyace la presunción de que la formación que se imparte en las Universidades pudiera no adecuarse a las necesidades actuales de la sociedad de mercado.

En este contexto, uno de los factores de mayor vulnerabilidad lo introduce la tecnología, que está cambiando el mundo y reestructurando la producción eliminando las tareas rutinarias. Las competencias altamente valoradas en la actualidad como la inteligencia y las cualidades cognitivas perderán importancia en favor de otras como la curiosidad, la empatía, la adaptabilidad o la agilidad emocional. En definitiva, supone el avance hacia lo que conocemos como "softskills", donde la capacidad de resolución de problemas, la adaptabilidad y el aprendizaje continuo, la colaboración, el liderazgo y la inteligencia emocional ganan puestos en la escala de preferencias en la demanda de capacidades para la empleabilidad (Global CEO Survey, PWC 2017). En este mismo grupo de necesidades se destacan las habilidades de programación. Por otra parte, las principales transformaciones tecnológicas, que incluyen la IA, el machine learning, Internet de las cosas o big data, cambian el tipo de habilidades que

requieren los titulados. De acuerdo con la Unesco (2018) es preciso revisar los programas académicos para incorporar las habilidades tecnológicas, digitales y "softskills", así como mejorar las capacidades del profesorado para que las instituciones educativas sean sitios clave para certificar dichos conocimientos.

En el caso particular de España, dentro del marco de la Agenda Digital se ha llevado a cabo la iniciativa "Formación para la Excelencia" de la que forma parte el denominado *Libro Blanco de Titulaciones del sector de la Economía Digital* publicado en el año 2015 por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en cuya elaboración ha colaborado la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). En el apartado 2 del Libro Blanco de Titulaciones del sector de la Economía Digital se incluye un "Estudio de la demanda de Títulos del ámbito de la Economía Digital y estudio de la oferta por parte de las universidades españolas", que muestra un claro desajuste entre oferta y demanda de títulos en competencias digitales.

### 1.3.1 Competencias y habilidades de los alumnos de ADE en materia de IA y digitalización Se proponen las siguientes líneas de acción:

72) Mejora de capacidades para el acceso, tratamiento, gestión y aprovechamiento de la información, además de otra serie de conocimientos específicos de aplicabilidad creciente como son la programación:

### 1.3.2 Conocimientos específicos en IA y digitalización

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 73) Es necesario un bloque de fundamentos que cubra, por una parte, la breve historia de la nueva economía digital y, por otra parte, conceptos básicos sobre gestión de datos, matemáticas y programación, necesarios para entender los paradigmas de la IA.
- 74) Es necesario, por tanto, que los nuevos graduados entiendan cómo se construyen las plataformas tecnológicas, cuál es su ciclo de vida, y en qué momento empiezan a generar valor.
- 75) Es fundamental que en el plan de estudios se estudien qué tecnologías son relevantes, cuáles son las metodologías implicadas y qué objetivos se persiguen con la digitalización de los procesos industriales.
- 76) Es necesaria la aplicación de técnicas analíticas para descubrir relaciones entre datos y nuevos patrones, y la aplicación de IA para desarrollar modelos de clasificación y razonamiento sobre los datos, y modelos predictivos que mejoren los procesos y las tomas de decisión empresarial.
- 77) En una economía controlada cada vez más por máquinas y algoritmos es fundamental la definición de objetivos y estrategias que satisfagan un cierto código ético.

### 1.3.4 Impacto específico por áreas de conocimiento

### Se proponen las siguientes líneas de acción:

- 78) Sería preciso incorporar los fundamentos de programación y la minería de datos y big data como herramientas transversales que posteriormente tienen un amplio uso en áreas específicas como el marketing, las finanzas, la contabilidad o la gestión empresarial.
- 79) En el área de finanzas pensamos que tanto la revolución digital como la automatización y la inteligencia artificial están transformando considerablemente la formación específica que precisan los alumnos. Los fundamentos de programación, los algoritmos y la analítica de datos, incluyendo el aprendizaje automático, pueden ser útiles para el análisis de mercados, gestión de carteras y productos financieros, así como para la planificación financiera de las empresas o el análisis de riesgos.
- 80) En el ámbito de las Fintech, es preciso conocer los nuevos modelos de negocio de las entidades financieras digitales, los nuevos medios de pago (criptodivisas) y la tecnología blockchain en la que se fundamentan, así como la tokenización.
- 81) El internet de las cosas, aprendizaje automático y minería de datos pueden ser muy útiles en la toma de decisiones de inversión y financiación y en la creación de nuevos negocios financieros.
- 82) El área de Organización de Empresas, y más concretamente la de Comercialización de mercados es una de las áreas de mayor incidencia de la tecnología digital, la automatización y la IA. En este nuevo contexto, resulta imprescindible proceder a una completa revisión y actualización de contenidos del área, de cara a su actualización y ajuste con el entorno de negocios actual.
- 83) La tecnología puede hacer poco relevantes algunas partes del trabajo contable (En la formación de los alumnos puede ser importante introducir aspectos relativos a: Software Contable, IA y Big data, formatos electrónicos de gestión de la información y gestión en la nube.

Análisis detallado de la situación actual desde los tres ejes de acción propuestos

# II. EJE 1: La formación en IA de profesionales STEM y del profesorado.

Coordinación	María del Carmen Romero Ternero (Universidad de Sevilla)			
Grupo de trabajo				
	<ul> <li>D. Juan Torres Mancheño, Profesor de Formación Profesional en el IES l'Estació (Ontinyent, Valencia)</li> <li>Etapa universitaria:</li> <li>Dra. Mª Carmen Romero Ternero, Profesora Titular de Tecnología Electrónica de la Universidad de Sevilla (coordinadora del grupo)</li> <li>Dr. Senén Barro Ameneiro, director científico del CiTIUS (Centro Singular de Investigación en Tecnologías Inteligentes) de la Universidad</li> </ul>			
	<ul> <li>de Santiago de Compostela</li> <li>Dr. Antonio Bahamonde Rionda, Profesor Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Oviedo</li> <li>Dra. Amparo Alonso Betanzos, Profesora Catedrática de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidade da Coruña</li> <li>Dr. José Díaz Barahona, Profesor Titular de Didáctica de la Expresión Corporal de la Universidad de Valencia</li> <li>Dr. Jesús González Boticario, Profesor Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la UNED</li> </ul>			

### 1. Introducción

El grupo de trabajo ha tenido en cuenta tanto las líneas estratégicas en IA del Ministerio como el contexto actual, que se analiza a lo largo del documento, para centrar el debate en cuatro líneas diferenciadas:

- 1. Formación universitaria para los futuros docentes de todos los niveles educativos.
- 2. Formación universitaria para puestos de trabajo relacionados con la IA.
- 3. Formación universitaria transversal del profesional en IA: "Alrededor de la IA".
- 4. Tecnologías inteligentes al servicio de un aprendizaje personalizado.

Este análisis preliminar evidencia la necesidad de una revisión significativa de la formación del profesorado en las etapas preuniversitarias, tanto en su formación continua como en su

formación universitaria inicial. Asimismo, se pone de manifiesto el salto cualitativo entre las competencias en IA demandadas por el mercado laboral y la formación universitaria en IA que actualmente se oferta en el ámbito de la Ingeniería Informática. Adicionalmente, se identifican carencias en competencias transversales que deberían ser contempladas en la formación de profesionales en IA.

Por otro lado, el análisis aborda también la cuestión del aprendizaje personalizado a través del uso de tecnologías inteligentes y su posible despliegue en instituciones educativas.

A partir del análisis, en cada una de las líneas se proponen actuaciones concretas.

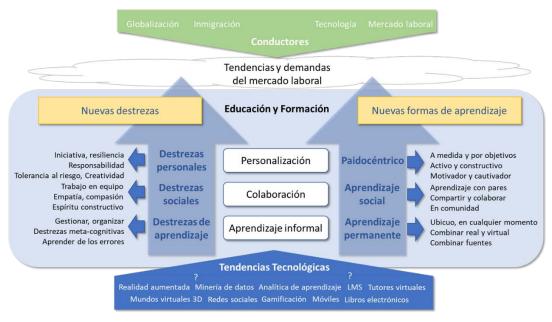
Por último, esta sección incluye un apartado de propuestas de contenidos curriculares en las tres líneas de formación universitaria que, sin ánimo de ser exhaustivo, sí pretende servir como punto de partida para la reflexión.

#### Contexto

En relación con la profesionalización en el ámbito de la IA, este estudio se centra en el análisis y elaboración de propuestas relacionadas con las siguientes líneas de prioridad extraídas de la Estrategia Española de I+D+i en Inteligencia Artificial (IA) [1]:

- Prioridad 2. Establecer áreas estratégicas donde desarrollar actividades de I+D+I en IA. En el marco de la IA para la Sociedad, una de las áreas estratégicas es **Educación**.
  - En este contexto, la I+D+I puede contribuir al desarrollo de las tecnologías en las que se basa la IA. Puede mejorar el aprendizaje y modernizar los sistemas educativos y formativos de nuestro país, planteándose como una nueva oportunidad para resolver viejos retos y nuevos desafíos en Educación.
- Prioridad 3. Definir y desarrollar acciones que permitan la transferencia de conocimiento.
  - Mantener la línea de buenas prácticas: Colaboración público-privada en ecosistemas tecnológicos mixtos y convocatorias de CPI dirigidas a la IA.
  - o Coordinación entre la Red de Nodos y de Centros de Excelencia y los DIH.
  - Crear una plataforma computacional donde los agentes de I+D+I puedan experimentar sus desarrollos antes de lanzarlos al mercado.
  - o Herramientas de capacitación dirigidas a habilidades y certificaciones en IA.
  - Analizar/fomentar el uso de las herramientas de financiación del Plan Estatal de I+D+I para el fomento de la transferencia del conocimiento haciéndolos más dinámicos.
  - Prioridad 4. Desarrollar un sistema que fomente la formación transversal y profesional en IA.
    - La I+D+I es responsable de participar en la transformación educativa y responder a la necesidad de formaciones transversales y específicas siguiendo los desarrollos de las tecnologías de la IA.
    - Esta adaptación de la formación debe extenderse a las metodologías de capacitación profesional en un contexto de aprendizaje permanente y accesible.

Numerosos estudios e informes apuntan desde hace ya más de una década a la importancia de que los gobiernos hagan esfuerzos por facilitar en sus planes de estudio oficiales un enfoque de aprendizaje para toda la vida (véase Figura 1) [2]. Las primeras referencias se enmarcaban en el ámbito de la Educación Superior, pero debido a la rápida evolución de la tecnología y a la forma en que esta ha afectado a toda la Sociedad, esa idea se ha ido extendiendo a todos los niveles educativos. En la Figura 2, se puede ver el marco de aprendizaje que propone la OCDE para el horizonte 2030.



Esquema conceptual del aprendizaje permanente

Traducido de Redecker et al. (2011). The Future of Learning: Preparing for Change, JRC Scientific and Technical Reports, European Comission.

Figura 1. Esquema conceptual del aprendizaje permanente de Redecker et al. (2011).

Las tecnologías de la información han irrumpido en las aulas y llegan para quedarse, aunque bien es cierto que en la práctica esas innovaciones provienen, en la mayoría de los casos, del voluntarismo particular de los docentes en determinados centros educativos [12] y no son resultado de un plan organizado y gobernado para aprovechar las tecnologías a favor de una formación personalizada y de calidad a lo largo de todos los niveles educativos.

Redecker et al. (2011) [2] consideraban dos grandes influencias externas a la educación y la formación de las personas: 1) las tendencias y demandas del mercado laboral y 2) las tendencias tecnológicas en Educación. Estos autores ya hablaban de nuevas destrezas (*soft-skills*) y nuevas formas de aprendizaje.

Es evidente que las tendencias y demandas del mercado laboral apuntan a la creación de nuevos roles y perfiles profesionales con un marcado carácter tecnológico y, concretamente, en el ámbito de la Inteligencia Artificial.

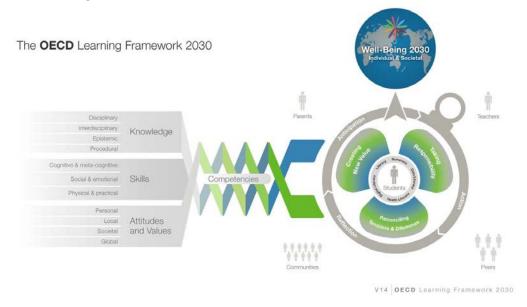


Figura 2. Marco de aprendizaje 2030 de la OECD (extraído de OCDE (2018) [4].

Adicionalmente, hay que considerar el impacto en la brecha de género ya existente que supondrá la automatización de ciertos trabajos tradicionalmente ocupados por mujeres. En relación con este tema, es interesante consultar un informe publicado recientemente por el *Institute For Women's Policy Research* en los EEUU [3].

La Comisión Europea se ha pronunciado explícitamente a este respecto en el Plan Coordinado Europeo en IA (febrero 2019) [5]: "TAKES NOTE OF the shortages of ICT professionals, engineers, Artificial Intelligence specialists and other associated professionals in Member States; EMPHASISES the urgency of promoting a deeper understanding of the underlying concepts of digitalization and Artificial Intelligence, incorporating digital skills with a special focus on Artificial Intelligence at all levels of education and, increasing the availability of high-quality ICT programmes, with a focus on automation, robotics and Artificial Intelligence as well as software reliability and security, in tertiary education; UNDERLINES the need for scaling up existing efforts, for example in cooperation with the European Institute of Innovation and Technology, to mature the ICT profession, vocational training and lifelong learning in the area of Artificial Intelligence while promoting gender balance and diversity within the sector; STRESSES the need for specific actions at Union level to retain Artificial Intelligence researchers and specialists in Europe, complementary to national measures; CALLS FOR a broader approach towards an education for Artificial Intelligence, science, technology, engineering and mathematics at all levels and the training of professionals in the current labour market".

Así mismo, en el marco de este Plan se promueven las siguientes acciones [6]:

- Adapting learning and skilling programmes and systems to prepare Europe's society and its future generations for AI.
- Include the skills dimension in the national AI strategies (by mid-2019) and map the national education offer, the skills needs (AI also needs to be part of/integrated in other disciplines such as law, human sciences, environment, health) and the training priorities for AI, paying particular attention to inclusion and to attracting more women to AI studies (by end 2020). Strategies should address the whole cycle of formal education, vocational training, higher education and post-docs. At the same time, more focus should be put on life-long learning, in order to allow also people already in employment to acquire and improve their skills related to AI.
- Explore how AI could be incorporated into the curricula of programmes for secondary and tertiary education, including vocational training. Commission will issue a report with the support of the Member States on this by early 2020 and support model actions in selected regions.
- Explore avenues to support the inclusion of AI modules in multi-disciplinary Master programmes (e.g. in e-health, fintech, e-government) and in adult training programmes with the focus on people with higher education and work experience.
- Beyond 2020 the Commission proposes that the Union provides a total of EUR 700 million to support advanced skills (for AI, HPC and cybersecurity) as part of the Digital Europe Programme through:
  - Master degrees,
  - On-the-job trainings and traineeships for young people and professionals needing to gain experience
  - Short-term trainings for the workforce to become knowledgeable in AI.
- Mainstream ethical principles developed by the Union in the training schemes and programmes proposed above.

En la segunda reunión de las Jornadas de IA y Desarrollo Humano celebrada el 10 de diciembre de 2018, se destacaron dos aspectos que se considerarán en este análisis: 1) la Educación transversal en IA para especialistas y ciudadanos en general, y 2) el uso de la IA para la mejora del proceso educativo.

En el primer caso, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Es necesario cambiar el modelo educativo, contemplando la hibridación formativa de ciencias, tecnologías y humanidades, formando para pensar y actuar y no solo para saber.
- Esa formación debe estar orientada al bien común, realizarse a todos los niveles y empezar cuanto antes: desde el principio del modelo educativo, cambiando modelos y procesos. No sólo debe estar orientada a crear expertos en IA sino a formar a los ciudadanos en general. La educación evita desigualdades, como ya se observa en transformaciones anteriores como la brecha digital. La educación continua y transversal puede ayudar a evitar la brecha que pueda provocar la cuarta revolución industrial en términos de brecha digital de la IA y cambios en los puestos de trabajo.
- Los perfiles STEM son de gran importancia en una nación, en EEUU se ha estimado que por cada trabajador de perfil STEM se generan 5 empleos indirectos estables. Aun así, este proceso educativo se debe tratar desde una perspectiva más amplia aún que los estudios STEM, pasando a los estudios STEAM, incluyendo las Artes y las Humanidades. Las grandes empresas tecnológicas estadounidenses ya están aplicando este modelo en sus empleados, creando equipos multidisciplinares.
- El cambio del modelo educativo debe comprender el paso de los actuales modelos basados en procesos de memorización a otros que contemplen y promuevan la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación y la colaboración. Cuanto más deleguemos en las máquinas más debemos formarnos en lo que ellas aún no hacen.
- Este cambio de modelo necesita de la implicación de muchos actores, no sólo los docentes y estudiantes sino también las familias y los gestores políticos y de instituciones educativas.
- Puesto que el cambio normativo puede llevar mucho tiempo y se requieren acciones inmediatas, se pueden aplicar proyectos como los talleres de jóvenes en secundaria, los campus tecnológicos, los micro-cursos de formación transversal en temáticas de IA para formación continua a lo largo de la vida (en formato MOOC).
- A corto plazo se podrían aplicar también iniciativas gubernamentales como la inclusión de materias transversales para complementar la formación en todos los grados universitarios y evitar la excesiva especialización (antiguo modelo de libre configuración).
- Todos estos procesos formativos necesitan una formación de docentes y estudiantes en competencias digitales, considerando modelos como DigCompOrg y DigCompEdu [7].

En el segundo caso, el uso de la IA para la mejora del proceso educativo, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El uso de la IA en los procesos educativos se plantea como una nueva oportunidad para resolver viejos retos y nuevos desafíos.
- La IA posibilita una personalización de la educación.
- Permite afrontar aspectos como la evaluación e identificación de altas competencias en el estudiantado (modelos predictivos de IA), el tratamiento de estudiantes con diversidad funcional (analítica del aprendizaje, sistemas adaptados basados en IA), los nuevos modelos de tutorización (sistemas inteligentes de tutorización), sistemas de recomendación y retroalimentación; predicción del fracaso temprano, detección de estudiantes anómalos, evaluación de competencias, etc. (analítica del aprendizaje).

 El uso de las propias técnicas de IA en aprendizaje puede ayudar a salvar la brecha digital y formativa de la población, mejorando el aprendizaje.

### 2. Alcance del análisis

Una buena aproximación al problema de las carencias de competencias para el mercado laboral podría ser la propuesta por el gobierno de Australia [8], que afirma que para reforzar el futuro mercado laboral hay que trabajar en los cinco pilares que se muestran en la Figura 3.

Desde el ámbito universitario, se puede trabajar en los cinco pilares, si tuviéramos en cuenta todo el mapa de titulaciones universitarias independientemente de la disciplina. Es evidente que una mayor alfabetización digital de toda la población, se dedique a lo que se dedique, puede facilitar la construcción de una cultura STEM y la mitigación de la tecnofobia que un gran porcentaje de la población sufre actualmente. Esto podría tener como consecuencia que aumentara el porcentaje de personas que se formaran en ámbitos STEM de cara a su inclusión en el ámbito profesional y, más concretamente, en IA.

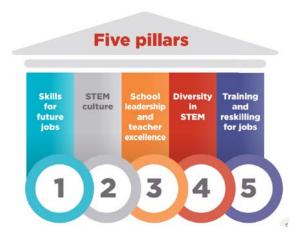


Figura 3. Los cinco pilares para reforzar el futuro mercado laboral (extraído de GWA 2019) [8].

No obstante, considerar todas las titulaciones queda fuera del alcance de este foro.

El análisis realizado por este grupo de trabajo ha tenido en cuenta tanto las líneas estratégicas en IA como el resto del contexto descrito en el apartado anterior, para centrar el debate de la "Sesión I: La formación en IA de profesionales STEM y del profesorado" en cuatro líneas:

- 1. Formación universitaria para los futuros docentes de todos los niveles educativos.
- 2. Formación universitaria para puestos de trabajo relacionados con la IA.
- 3. Formación universitaria transversal del profesional en IA: "Alrededor de la IA".
- 4. Tecnologías inteligentes al servicio de un aprendizaje personalizado.

En los siguientes apartados se aborda el análisis para cada una de las líneas.

# 3. Formación universitaria para los futuros docentes de todas las etapas educativas

En la primera reunión se identificó la importancia de contemplar el cambio en niveles educativos previos a la formación universitaria. Así, se ha involucrado en este análisis a docentes en activo y cuya experiencia puede contribuir enormemente al análisis que se plantea en este grupo de trabajo, participando una persona de cada etapa educativa (Infantil, Primaria, Secundaria y

Formación Profesional). Todos ellos son docentes con un perfil innovador y que incorporan con éxito las tecnologías a la práctica en el aula:

- Dña. Mª José Cortés Moreno, Profesora de Infantil en el CEIP La Raza (Sevilla)
- D. Antonio García Arias, Profesor de Primaria en el CEIP Joaquín Carrión Valverde (San Javier, Murcia)
- Dña. Lucía Esther Quintero González, Profesora de Secundaria en el IES Punta Larga (Candelaria, Tenerife)
- D. Juan Torres Mancheño, Profesor de Formación Profesional en el IES l'Estació (Ontinyent, Valencia)

En esta línea se identifican las cuestiones a considerar para que la Educación en las etapas preuniversitarias facilite la profesionalización en el ámbito de la IA. Para ello se abordan tres visiones: de dónde venimos (retrospectiva), dónde estamos (contextualizadora) y hacia dónde deberíamos enfocar los esfuerzos (proyectiva).

### 3.1. La visión retrospectiva

Es probable que la tecnología y la educación jamás hayan tenido una vinculación y una complicidad tan evidente como en la actualidad. *Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, Smartphone, cloud computing, mobile learning,* representan a las omnipresentes TIC que llegan para quedarse y cambiarlo todo (Carr, 2011) [24]. Tecnologías que, paradójicamente ofrecen tantos servicios como servidumbres, medios con un enorme potencial que al tiempo pueden causar profundas desigualdades. En todo caso "No hay persona, organización, empresa o gobierno alguno que pueda pasar por alto toda esta revolución tecnológica" (Soto, 2009: p.5) [25]. Esta sociedad red, hipertecnificada, conectada y mass-mediática, opera profundas transformaciones, varía la manera de crear y producir conocimiento y cuestiona el paradigma de enseñanza técnico y reproductivo vigente (Robinson & Aronica, 2015) [26].

En el ámbito educativo, el potencial de transformación y mejora de las TIC parece no cuestionarse, aunque investigaciones realizadas en las dos últimas décadas, indican que los educadores todavía no han sabido aprovecharlas; teniendo su uso poco impacto en los procesos de innovación didáctica y en la mejora de la enseñanza (Díaz, 2015; Casey, Goodyear & Armour, 2016; Johnson, Adams, Cummins, Estrada, Freeman & Hall, 2016) [27][28]. Se está produciendo lo que Knight (2006) denomina "cambio sin cambio", pues hay mayor dotación tecnológica y apertura a la novedad sin mejora pedagógica evidente. Como advierte Trujillo (2015) [29], estamos invirtiendo más en recursos y en formación tecnológica del profesorado que en ideas para saber cómo utilizarlos. Lo que confirma que las TIC son necesarias, pero no suficientes para mejorar la calidad de la educación (Johnson, et al., 2016) [28]. Este uso tecnológico poco eficaz ha convertido a la competencia digital (CD) en una prioridad de los sistemas educativos nacionales e internacionales (incentivando el diseño de numerosos estándares de formación tecnológica del profesorado, tanto generales como específicos, tales como INTEF 2017 [7]) e introducido en la agenda educativa la necesidad de reformular los procesos de inmersión digital.

A continuación, se hace una breve reflexión sobre cómo han sido estos procesos de inmersión y formación digital en el ámbito educativo. Esta visión retrospectiva es necesaria pues aporta información valiosa sobre cuáles han sido los principales logros, dificultades y limitaciones. El necesario análisis y diagnóstico previo puede ayudar a proyectar y planificar la escuela/educación del futuro y el papel (roles) de las tecnologías de la inteligencia artificial (TTIA).

### 3.1.1. Logros, Limitaciones y Dificultades en los Procesos de Integración Digital

Pese al evidente impacto de las TIC y su enorme potencial transformador, su integración en el contexto académico supone todavía un desafío. Así lo evidencia la literatura que revela el poco uso y transformación educativa de las TIC en las aulas de países desarrollados como en

Norteamérica o Europa (p.e. Sánchez-Antolín, Ramos y Sánchez, 2014) [42]. Buckingham (2008) mantiene que la incorporación de la tecnología parece seguir un ciclo recurrente de anuncios grandilocuentes seguidos de desilusión y recriminaciones. En este sentido Meneses, Fàbregues, Jacovkis y Rodríguez-Gómez (2014: pp.82-83) [43] indican que la escuela en España es "un buen ejemplo de introducción desordenada de las TICs, con un claro acento en la dotación de infraestructuras y escasa atención a las necesidades y capacidades del contexto educativo".

Las TIC solo son herramientas (p.e. Díaz, García & Pañego 2019 [33]) y aunque ofrecen muchas posibilidades, siguen siendo instrumentos mediadores que, a pesar de las expectativas depositadas en ellas, por la sociedad y la escuela (Díaz, 2015) [32], no están cumpliendo todas las expectativas generadas.

A **nivel autonómico**, las distintas autonomías han desarrollado diversos planes y proyectos cuyo objetivo era avanzar en la integración de las TIC en las aulas. A modo ilustrativo, en Andalucía se han venido desarrollado proyectos desde 1986, primero con el Plan Alhambra (estableciendo algunos principios para la enseñanza de la informática en los centros educativos), seguido del Plan Zahara XXI (en el que se extendía a la formación del profesorado), el Plan Averroes en 1996 (creando una red de centros que usan Internet como herramienta de formación, información y comunicación), Plan And@red (consecuencia del Decreto 72/2003 de Medidas de impulso a la Sociedad del Conocimiento en Andalucía; da lugar a la creación del Centro de Gestión Avanzado que mantiene servidores de los centros e implementa software necesario bajo GuadalinexEdu) y el Plan Escuela TIC 2.0 en colaboración con el Ministerio de Educación (dotación de material y convocatorias de centros TIC -práctica docente- y DIG -gestión escolar-). A pesar de ello, a día de hoy la práctica en el aula con TIC sigue siendo casi anecdótica y de carácter lúdico, dependiendo del voluntarismo del profesorado.

A nivel nacional, se certifica el escaso impacto de las TIC en la mejora de la enseñanza y los aprendizajes (p.e. Area, 2008; Almerich et al., 2011; BECTA, 2007; Plan Avanza, 2007; Martín, Picos y Ejido, 2010) [35][36][37], el escaso impacto del uso de las TIC en la escuela, la poca mejora de la calidad de la enseñanza y la escasa relevancia en la generalización de prácticas novedosas. Los trabajos indican que ni el aumento en la dotación de los centros en infraestructuras y recursos, ni los planes de formación del profesorado destinado al desarrollo de las habilidades de uso del *hardware* y *software* informático, están aportando innovación en los procesos de enseñanza-aprendizaje que se desarrollan en las aulas. En otra macroinvestigación de Sigalés, Mominó, Meneses y Badía (2008) [38], sobre las TIC en España aprecian: a) que los directivos y el profesorado joven parecen tener mayor CD que los veteranos; b) que los docentes de más edad y las profesoras parecen tener menor CD y menor uso de las TIC; c) la tecnología se usa generalmente para trasmisión de conocimientos teóricos o para la búsqueda de información, quedando al margen su utilización en la construcción autónoma de aprendizajes o en actividades que fomenten la autonomía intelectual del alumnado.

Macro-estudios internacionales, realizados en el contexto europeo, por instituciones educativas en la primera década del siglo XXI (p.e. a través del Proyecto "Definition and Selection of Key Competencies", OCDE de 2002 [39]; Balanskat, Blamire & Kefala, 2006 [40]), permiten significar algunas conclusiones: a) se constata una evolución y una mejora continua de la CD en los distintos países, más de habilidades tecnológicas que de CD orientada a la mejora de los aprendizajes del alumnado; b) que las TIC se usan para apoyar las pedagogías existentes más que para innovar en la forma de enseñar; c) que los diferentes programas nacionales de desarrollo de CD han tenido un impacto limitado en las competencias pedagógicas del profesorado y en los métodos de enseñanza utilizados; d) que el profesorado que más usa las TIC pertenece a las áreas de ciencias, matemáticas e informática; e) que las TIC suelen usarlas profusamente aquellos maestros y maestras que son usuarios experimentados; y f) que las TIC pueden mejorar la enseñanza optimizando nuevas y mejores maneras de aprender y de enseñar.

En definitiva, se confirma que los docentes todavía no han podido aprovechar el potencial formativo de las TIC para enriquecer los ambientes de aprendizaje, estimular la participación activa del alumnado y generar conocimiento aplicado. Sobre la investigación y el desarrollo: se recomienda considerar métodos de investigación sensibles al contexto y orientados al proceso, crear vínculos más fuertes entre la investigación y la práctica y fomentar en mayor medida la investigación nacional sobre el impacto local de las TIC.

Los procesos de inmersión digital en el sistema educativo están siendo, excepto experiencias minoritarias, la *historia de una oportunidad perdida* (Díaz, 2019) [33], produciéndose "*impermeabilidad tecnológica*", es decir, insuficiente aprovechamiento e impacto real de las TIC en la enseñanza-aprendizaje.

Algunas causas que podrían explicar la escasa penetración y eficacia de las de las TIC son señaladas por Díaz (2105, 2019) [32][33]. A saber:

- 1. La escasa formación del profesorado, su resistencia al cambio, a la escasez de recursos y medios tecnológicos disponibles o a la dificultad para adaptarse a los retos que plantea la sociedad de la información y el conocimiento.
- 2. La nula o insuficiente formación en CD recibida durante la formación inicial (en los estudios de Diplomatura, Grado o Máster del ámbito de las Ciencias de la Educación), junto con la orientación tecnológica que tiene la formación permanente, hace que los educadores no se consideren capacitados para hacer un uso práctico y pedagógico de esas tecnologías (Díaz, 2015).
- 3. La integración anecdótica de las TIC; consistente en hacer un uso puntual, recreativo y lúdico de la tecnología educativa.
- 4. El desconocimiento de la existencia de numerosos servicios, herramientas y materiales curriculares multimedia, o la infravaloración de sus posibilidades educativas, hace que se usen de forma residual en las clases.
- 5. El desconcierto de una parte del profesorado, formado en la cultura analógica por la inferioridad frente a sus alumnos (nativos digitales) más motivados y preparados para usar las TIC, hace que muchos se cuestionen cómo pueden desarrollar la CD de sus discentes si ellos carecen de dicha competencia (Valverde y Valverde, 2011) [34].
- 6. La falta de infraestructuras, medios y el necesario mantenimiento del equipamiento tecnológico en las aulas y departamentos de los centros escolares, explica la ausencia de enseñanzas y aprendizajes implementados con recursos digitales.

Existen otras causas que limitan y condicionan negativamente el uso de TIC. Entre éstas destacan:

- a) las elevadas cargas docentes del profesorado dejan poco margen para introducir innovaciones;
- b) el exiguo presupuesto con el que cuentan los *departamentos* impide la adquisición de software y hardware con el que implementar la docencia. Ante la documentada impermeabilidad tecnológica de la Educación y la mejorable CD del profesorado se pueden extraer algunas conclusiones.

Esta lenta penetración de las TIC (en una sociedad completamente tecnificada) justifica la necesidad de replantearnos los procedimientos de inmersión digital seguidos hasta la fecha. Reconociendo los avances (proyectos y planes de estudio, mayor dotación de medios, mayor penetración de TIC en el ámbito educativo, interés profesional, etc.) debemos apostar por reformular las políticas institucionales de formación en CD, incorporar nuevos medios como la

Inteligencia Artificial, competencias y habilidades profesionales como vía para conseguir dicha integración.

### 3.2. La visión contextualizadora

Es evidente que las tendencias y demandas del mercado laboral apuntan a la creación de nuevos roles y perfiles profesionales con un marcado carácter tecnológico y, concretamente, en el ámbito de la Inteligencia Artificial.

Así pues, ante la pregunta "¿por qué crees que no se incorporan las competencias digitales y la Inteligencia artificial en el aula?", el profesorado de todas las etapas de las enseñanzas preuniversitarias participante en este grupo de trabajo ha identificado las siguientes dificultades, que, como se verá, han sido tenidas en cuenta en la visión prospectiva.

### A. Planes de estudio: Formación Inicial del profesorado.

- En la formación del profesorado (titulaciones de Magisterio y del MAES¹), en ocasiones no existe ninguna formación en Competencia Digital Docente (CDD), y cuando existe tiene una orientación tecnocéntrica basada exclusivamente en el conocimiento de las herramientas y las competencias para su aplicación didáctica.
- Escasa formación como usuarios e inadecuada como creadores de contenidos. En la mayoría de las áreas, ni siquiera se ofrece al alumnado de Magisterio recursos educativos digitales para el aula.
- En las titulaciones de Magisterio y del MAES la formación con respecto a la Inteligencia artificial es anecdótica y sólo en áreas de especialización científico-técnica para el caso de Secundaria y Formación Profesional.

### B. Formación permanente del profesorado.

- Los Centros de Formación de profesorado en ocasiones no disponen de una oferta adecuada sobre competencias digitales para el profesorado.
- La formación permanente suele tener carácter puntual, instrumental y tecnocéntrico, orientada al manejo del software o hardware de moda (Realidad virtual, 3D, uso de tabletas,) y no a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje, la evaluación o la innovación educativa.
- Los Centros de Formación de profesorado no suelen disponer de ninguna oferta sobre Inteligencia artificial.
- Los Centros de Formación de profesorado no suelen disponer de una oferta adecuada sobre protección de datos y uso seguro y sostenible de las TIC.
- La formación continua de los docentes en tales competencias ha de ser pragmática, no una formación básica de contenidos y herramientas que después no las puedan llevar al aula por falta de práctica e inseguridad o problemas técnicos.
- Los métodos utilizados no son atractivos con lo que se pierde la posibilidad de estimular el gran potencial y la capacidad creativa en el aula.
- No existe un plan de formación para el desarrollo de la CD (profesorado, personal no docente, familias, etc.) en el Plan General Anual (PGA).
- Los centros carecen de mediadores o pacificadores TIC, encargados de supervisar y mediar cuando surgen problemas derivados del uso de TIC. Tampoco se regulan dichos usos en el reglamento de régimen interno de los centros, que generalmente prohíben el uso de dispositivos móviles.
- Todavía existe un número importante de docentes con dificultades para usar las TIC.

<sup>1</sup> Máster Universitario en Profesorado en Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. Obligatorio para acceder a pruebas de selección de profesorado.

- Baja alfabetización del profesorado en lo que respecta a la Inteligencia Artificial.
- El profesorado no dispone de horas de formación autónoma dentro de su horario lectivo para poder formarse sobre este ámbito.
- No se favorece el uso de herramientas en línea, así como compartir recursos.
- No hay una cultura generalizada de conexión ni colaboración con el resto de docentes a través de herramientas digitales con el objetivo de interactuar y participar en comunidad o redes.
- La administración no incentiva al profesorado que utiliza TIC. Se debiera motivar e incentivar a aquel profesorado que creara contenido digital. Es una competencia de vital importancia para el profesorado ya que esta tarea desarrolla la creatividad, crear y editar nuevos contenidos para adaptarlos a cada una de las realidades donde desarrolla su labor docente.

### C. Currículo de la etapa educativa

- La competencia digital no está correctamente concretada dentro del currículo. Da la sensación de que la competencia digital es sinónimo de utilizar tabletas y pizarras digitales.
- Dentro del currículo no se concretan por cada área contenidos relacionados con las TIC y mucho menos con la Inteligencia artificial.
- Quizá habría que introducir una asignatura relacionada con la utilización de las TIC para el alumnado como usuario y como creador de contenido, donde se podrían recoger áreas como la Inteligencia artificial, la robótica, ...
- Dificultad para incorporar la Inteligencia artificial en el aula debido a la falta de elementos curriculares que lo regulen (estándares de aprendizaje, contenidos, etc.)
- Todo lo relacionado con la Inteligencia artificial se da como parte de la educación no formal (a veces, a través de las AMPAS).
- Existe el error de base de creer que este tipo de aprendizajes son más propios de etapas educativas posteriores.
- En general, el profesorado que tiene interés y buena actitud hacia las TICs, no sabe cómo desarrollar la CD de su alumnado, ni hacer un aprovechamiento real y trasformador de los medios de los que dispone.

### D. Centros educativos y costes económicos

- Falta de espacios para llevar a cabo programas relacionados con la IA.
- Falta de recursos materiales para llevar a cabo programas de IA.
- Dificultades económicas de los centros públicos para la compra de material o programas relacionados con la IA.
- Falta de acuerdos con empresas privadas para llevar a cabo programas de IA en el aula.
- Falta de promoción de las instituciones sobre este tipo de programas, especialmente para Educación Infantil y Primaria.
- Los equipos son obsoletos y no se actualizan ni se reparan. No contamos con un equipo humano de técnicos en hardware y software que se desplace a los centros para resolver cuestiones técnicas.
- Aunque las Administraciones Educativas Autonómicas cuentan con sistemas de gestión de centros escolares:
  - o Poco profesorado y alumnado accede y/o participa en comunidades educativas en red.

- El profesorado no utiliza los recursos que la plataforma institucional pone a su alcance (cuaderno del profesorado, mensajería, observaciones compartidas, actividades evaluables...).
- Del mismo modo, un porcentaje muy bajo utiliza las plataformas colaborativas institucionales para compartir información y experiencias entre todos los centros educativos.

### 3.3. La visión prospectiva

Las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento y de la Inteligencia Artificial (TAC/TIA)² están llamadas a cambiar la cultura universitaria, la generación y la aplicación del conocimiento; aunque por el momento seguimos teniendo más expectativas que resultados. La institución educativa y su profesorado necesitan integrar de manera eficaz estas tecnologías emergentes para lo cual deben adaptar su discurso y sus prácticas pedagógicas si quieren inspirar y formar a los jóvenes del futuro (UNESCO, 2016) [41]. Los procesos de formación e inmersión digital del profesorado, alumnado y de la sociedad, sean voluntarias o involuntarias, son irreversibles. Por ello se requieren políticas planificadas y rigurosas que mejoren las iniciativas voluntaristas, tecno-estériles y coyunturales emprendidas hasta la fecha. La integración de las TAC/TIA no debe plantearse exclusivamente en términos materiales, porque tan importante como poseer recursos y medios digitales, es saber optimizarlos, determinando qué finalidades y límites les ponemos.

A partir del análisis expuesto en el apartado anterior, se proponen los siguientes ejes de acción en cuanto a la formación universitaria para los futuros docentes de todos los niveles educativos:

### RESPONSABILIDAD DE LAS POLÍTICAS E INSTITUCIONES EDUCATIVAS

- 84) Diseñar y planificar modelos de inmersión digital a corto, medio y largo plazo, basados en objetivos de aprendizaje explícitos y realistas que se sustenten en las necesidades y demandas específicas del profesorado, alumnado o requerimientos de la sociedad.
- 85) Revisar el proceso de selección para el acceso a los cuerpos docentes (debe estar coordinado con la actualización de los títulos y el MAES), contando como mérito en la fase de concurso la CDD, o al menos actualizando los temarios para incluir cuestiones relacionadas con:
  - f) Desarrollo de la CDD y discente, como prescribe la legislación educativa, nacional e internacional [9].
  - g) Competencias digitales de las organizaciones educativas (DigCompOrg) [10].
  - h) Pensamiento computacional [11].
  - i) Innovación e investigación educativa con TICs [12].
  - j) Seguridad, privacidad, buenas prácticas y uso ético y crítico de las TIC [13].
- 86) Apuesta decidida por la *Formación Permanente* del profesorado, que incluya como elemento estructural el desarrollo de la CDD, la innovación, la investigación y la aplicación de las TAC/TIA.

#### PLANES DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

\_

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) son aquellas que incluyen a las TIC más un componente metodológico necesario para que se genere un aprendizaje significativo, es decir, las tecnologías están enfocadas al servicio del aprendizaje y la adquisición de conocimientos. Este tipo de tecnologías apuestan por un entorno de aprendizaje más personalizado, o lo que se conoce como PLE (por sus siglas en inglés) en donde el alumno es protagonista de su conocimiento. TIA son las Tecnologías de la Inteligencia Artificial aplicadas a la Educación.

- 87) Considerar la CD una competencia clave en los currículums de todos los planes de formación universitarios.
- 88) Revisar los planes de estudio, de *Formación Inicial* de Ciencias de la Educación, Magisterio y MAES, estableciendo la CDD como una competencia profesional imprescindible y curricular.
- 89) Instar a las administraciones educativas a que en todas las titulaciones universitarias (formación inicial y postgrados) se cursen, de manera troncal, créditos relacionados con la CDD, la cultura digital para producir conocimiento y el uso de las aplicaciones de las TAC /TIA.
- 90) Incentivar al profesorado de ramas sociales y humanísticas a participar en el liderazgo y la promoción del uso de la tecnología de la IA, y al profesorado de carreras técnicas (Ingeniería Informática, Telecomunicaciones, etc.), a promover la reflexión crítica, ética y social en el diseño de la tecnología.

### DISEÑOS CURRICULARES Y ENCAJE TECNOLOGÍA-PEDAGOGÍA

- 91) Impulsar el uso de las tecnologías emergentes (TAC/TIA) asociado a las pedagogías emergentes [15], toda vez comprobado que el uso tradicional, teórico y expositivo de recursos digitales no consigue innovación ni mejora en los procesos didácticos. Corresponde integrar las TIC/TIA asociado al constructivismo y al aprendizaje permanente y ubicuo. Promover la innovando con modelos tecno-pedagógicos como la gamificación, el flipped classroom, el aprendizaje servicio (ApS), por proyectos o el colaborativo, entre otros.
- 92) Potenciar e institucionalizar la adopción de soluciones tecnológicas basadas en IA que favorezcan un aprendizaje, activo, personalizado, de calidad y que faciliten los procesos de enseñanza, evaluación y gestión docente y otras tareas más sistemáticas, para fomentar la parte creativa de los docentes en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

### **C**ENTROS UNIVERSITARIOS, DE FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN

- 93) Potenciar e institucionalizar la adopción de soluciones tecnológicas basada en IA dentro de los propios centros educativos para facilitar su gobierno, gestión y administración.
- 94) Creación de una nueva figura docente con perfil híbrido educador/tecnólogo, que facilite y de soporte en el centro para el diseño y puesta en marcha de dinámicas educativas que empleen las TIC. Sería conveniente crear para ello una titulación híbrida en Ciencias de la Educación e Ingeniería Informática, más que una doble titulación por agregación de lo que en ambas y por separado resulta fundamental.
- 95) Implantar la figura del coordinador/dinamizador TAC/TIA en todos los centros educativos, atendiendo a cuatro líneas estratégicas:
  - e) Formación digital e innovación docente (p.e. integración de pedagogías y tecnologías emergentes);
  - f) Seguridad, ética y buenas prácticas;
  - g) *Dinamización y difusión de cultura digital* (favoreciendo redes profesionales e institucionales, interdisciplinares e interuniversitarias, de trabajo);
  - h) Asesoramiento y buena gestión de recursos digitales (p.e. optimizando la seguridad, el mantenimiento y actualización de los equipos y servicios digitales) [20].
- 96) Promover líneas de reflexión, innovación e investigación interdisciplinares centradas en la dimensión pedagógica del aprendizaje digital, respondiendo a las repercusiones éticas, sociales y legales derivadas de los procesos de inmersión tecnológica.
- 97) Favorecer la colaboración multidisciplinar, interdepartamental e interuniversitaria en la impartición de esos títulos, involucrando al profesorado con ambos perfiles (educadores y tecnólogos).

- 98) Identificar los recursos necesarios para el entrenamiento de esas competencias en el aula.
- 99) Potenciar e institucionalizar la comunidad de colaboración entre los centros educativos para el intercambio de experiencias en el aula. Los centros más innovadores pueden "aconsejar" y facilitar la gestión del cambio en otros centros más tradicionales.
- 100) Revisar las tareas y la carga de los docentes en los centros para integrar en el horario lectivo la formación continua, la cooperación con otros docentes en el desarrollo de proyectos interdisciplinarios, el intercambio de experiencias y la mejora continua.

### ADOPCIÓN/MODELO DE FORMACIÓN EN COMPETENCIA DIGITAL

- 101) Tomar como referencia para desarrollar la CD del profesorado, el Marco Común del INTEF [10] y el DigCompEdu de la Comisión Europea [20], reforzando sub-competencias como la seguridad, la privacidad y la ciudanía digital ética y crítica y la integración de la Inteligencia Artificial.
- 102) Instar a desarrolladores y empresas de hardware y software educativo a que, además de atender a la eficiencia y la usabilidad tecnológica en los dispositivos, consideren la funcionalidad específica, didáctico-pedagógica y la promoción de valores educativos que deben promover dichos dispositivos (p.e. lenguaje integrador y no sexista, transmisión de roles no estereotipados, fomento de la autonomía intelectual, creatividad y uso responsable y crítico, garantía de privacidad, seguridad protección de datos...)

### FINALIDAD/PRINCIPIOS DE ACCIÓN DE LAS TAC/TIA

- 103) Garantizar que las políticas de inmersión y formación digital se apoyen en principios o ejes transversales básicos:
  - o) Garantizar la equidad y la integración;
  - p) Considerar la perspectiva de género en los procesos de formación y empoderamiento tecnológico;
  - q) Integrar la sostenibilidad y la perspectiva medio-ambiental;
  - r) Reducir las brechas digitales y prevenir las malas praxis o el uso acrítico (adicciones, sedentarismo...);
  - s) Promover el uso crítico, social y ético de las tecnologías (TAC/TIA).
- 104) Prevenir las actitudes tecno-escépticas y las creencias distópicas que la integración de las TAC/TIA está generando en sectores de la comunidad educativa y en la sociedad; conocido que dicha percepción condiciona su uso e integración eficaz. También deberían moderarse las excesivas expectativas que en ocasiones se depositan en dichas tecnologías.
- 105) Poner límites a las TAC/TIA y diseñar estrategias que reduzcan las brechas digitales (de género, intergeneracionales, actitudinales, etc.), las malas praxis u otros riesgos potenciales como: la sobreexposición digital, las tecno-adicciones, el ciber-acoso, el aislamiento social, o la promoción de estilos y hábitos de vida sedentarios.

## 4. Formación universitaria para puestos de trabajo relacionados con la IA.

En el caso de la formación propia de los profesionales en el ámbito de la IA, se identifica una brecha sustancial entre la formación universitaria ofrecida actualmente en los grados y másteres de Ingeniería Informática y de otras titulaciones STEM en España y las competencias específicas requeridas en los puestos de trabajo, y de forma más significativa en aquellos relacionados con la IA.

Esta sección hace referencia directamente a los pilares 1 y 5 de la Figura 3 [8], donde se pondrá el foco tanto en las titulaciones actuales como en los nuevos perfiles profesionales especializados en IA que están surgiendo.

### 4.1. Las titulaciones actuales en Ingeniería informática

Los títulos de Grado y Máster en Ingeniería Informática en España se basan en el Acuerdo del Consejo de Universidades (B.O.E. 4 de agosto de 2009), por el que se establecen recomendaciones para la propuesta de títulos oficiales en el ámbito de las profesiones de Ingeniero Informático.

Se establece que para obtener la titulación de Ingeniero Informático es necesario estudiar el Grado en Ingeniería Informática y, a continuación, el Máster Universitario en Ingeniería Informática. En las distintas universidades, puede haber hasta cinco especialidades inspiradas en las recomendaciones de currícula de ACM/IEEE task Force de 2005 (https://www.acm.org/education/curricula-recommendations):

- Ingeniería de Software
- Ingeniería de Computadores
- Sistemas de Información
- Computación
- Tecnologías de la Información

Posteriormente, ha habido correcciones al Computer Curricula ACM/IEEE en 2008 y 2013, y en la más reciente edición de 2017 se ha añadido un sexto curriculum:

Ciberseguridad (edición de 2017)

La presencia de la IA en estas recomendaciones es claramente limitada. El resultado es que los Planes de Estudio de las Universidades españolas contienen típicamente una asignatura sobre IA (Sistemas Inteligentes) que tiene un carácter general y a la que el alumnado llega sin la suficiente formación previa.

En los Másteres profesionales se mantiene el mismo reparto de materias que en los grados y la IA vuelve a tener en ellos una presencia testimonial.

Hay otros másteres oficiales disponibles, pero no son de tipo profesional, sino de investigación. En particular, de los dedicados a la Inteligencia Artificial se pueden mencionar los siguientes:

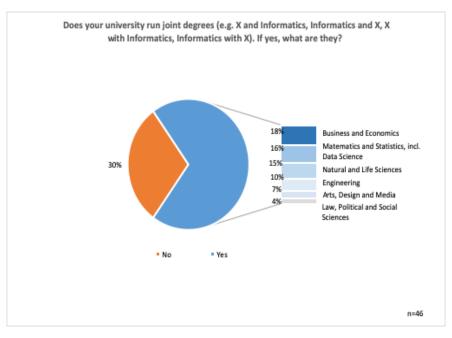
- AEPIA (Asociación Española para la Inteligencia Artificial) junto con la UIMP
- Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
- Universidades de Granada
- Politécnica de Madrid
- Universitat de Barcelona
- Universidad Politécnica de Valencia
- Universidad de Sevilla

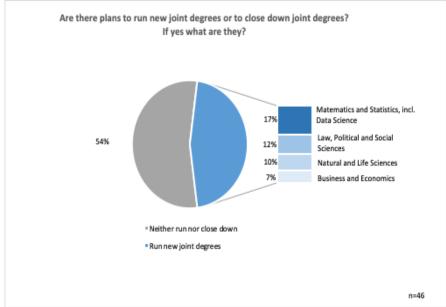
### 4.2. Nuevos perfiles profesionales especializados en IA

La asociación Informatics Europe (IE) durante este último año ha creado un grupo para estudiar el papel de la Informática en las universidades más allá de los estudios de Ingeniería Informática (Wide Role of Informatics at Universities). La relevancia de este informe radica en la amplia participación de universidades europeas (47 en total) y en el énfasis que pone en la IA como el

punto de encuentro de la Informática con otras áreas de conocimiento y el surgimiento de nuevas profesiones.

Los resultados más destacados de la encuesta en esta sección se recogen en la Figura 4.





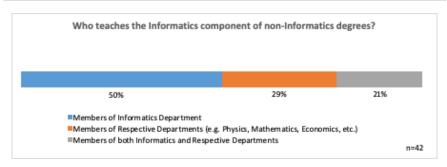


Figura 4. Algunos resultados de la encuesta Wide Role of Informatics at Universities de Informatics Europe.

Cabe destacar que la **Ciencia de Datos** está adquiriendo un gran protagonismo, debido a sus múltiples aplicaciones en diversos sectores de la industria, siendo impartida actualmente en al menos nueve universidades en España (véase Tabla 1).

Tabla 1. Grados impartidos actualmente en España de Ciencia de Datos.

Universidad	Titulación de Grado (nota de corte)
Universidad Carlos III de Madrid	Ciencia e Ingeniería de Datos (11.013)
Universidad Politécnica de Cataluña	Ciencia e Ingeniería de Datos (11.810)
Universidad Pompeu Fabra	Ingeniería Matemática en Ciencia de Datos (10.958)
Universidade da Coruña	Ciencia e Ingeniería de Datos
Universidad Politécnica de Valencia	Ciencia e Ingeniería de Datos (9.754)
Universidad Pública de Navarra	Ciencia de Datos
Universidad Autónoma de Barcelona	Ingeniería de Datos
Universitat Autònoma de Barcelona	Matemática Computacional y Analítica de Datos (10.078)
Universitat Autònoma de Barcelona	Grado en Ingeniería de Datos
Universitat Oberta de Catalunya	Ciencia de Datos Aplicada
Universitat de Valencia	Ciencia de Datos

A esta lista hay que añadir un número indeterminado de otras universidades que ya están preparando una oferta en esta materia. Un ejemplo es la Universidad de Oviedo, que desde 2017 está inmersa en la construcción de una meditada oferta.

Asimismo, en otras universidades se imparten titulaciones de máster en Ciencia de Datos, como es el caso de la Universidad de Valencia, Granada, Barcelona, Autónoma de Madrid, Carlos III de Madrid, la Universidad de Sevilla, o las universidades en Internet como UNIR o UOC.

En la Figura 5 se muestra un mapa de personas dedicadas a Ciencia y Tecnología y la oferta académica en IA a nivel europeo. En España aún son pocas las titulaciones específicas de IA.

En el informe de la Comisión Europea titulado "The Future of Work? Work of the Future! On how artificial intelligence, robotics and automation are transforming jobs and the economy in Europe", Michel Servoz (2019) [21] analiza en detalle la situación actual sobrevenida por la transformación del mercado laboral como consecuencia del avance, entre otras, de las tecnologías inteligentes. En la Figura 6 se puede ver un resumen de los datos resultantes de dicho informe.

Por otro lado, en el informe "Future of Jobs 2018" [22] del Foro Económico Mundial se describe el panorama de las profesiones emergentes más demandadas para el año 2020 (Figura 7), estando varias de ellas directamente relacionadas con competencias específicas de la IA. Asimismo, se muestra cómo un gran porcentaje de las compañías encuestadas para la realización del informe pretenden adoptar tecnologías relacionadas con la IA (Figura 8) y cómo

la mayor barrera de adopción de las nuevas tecnologías es la falta de destrezas apropiadas para desplegar dichas tecnologías (Figura 9). Se prevé que los ingresos proyectados por el mercado de la Inteligencia Artificial siga aumentando en los próximos años (Figura 10), pero los salarios de los profesionales en el ámbito de la Ingeniería Informática en España siguen siendo bajos en relación con otros países europeos (Figura 11), perjudicando a la atracción del talento.

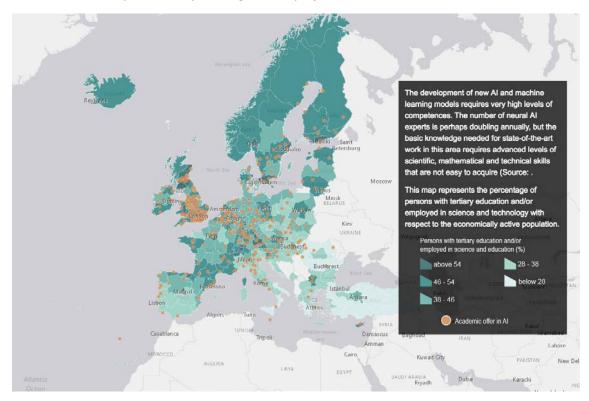


Figura 5. Mapa de personas dedicadas a Ciencia y Tecnología y oferta académica en IA.

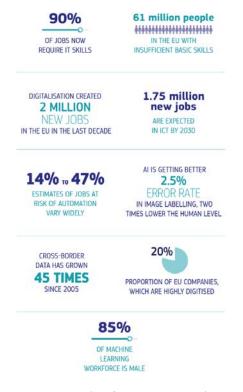


Figura 6. Situación del mercado laboral según informe de la Comisión Europera de Servoz (2019) [21].



Figura 7. Profesiones emergentes y cambio global previstos para 2022 según el Foro Económico Mundial (2018) [22].

### Technology adoption in industry (share of companies surveyed)

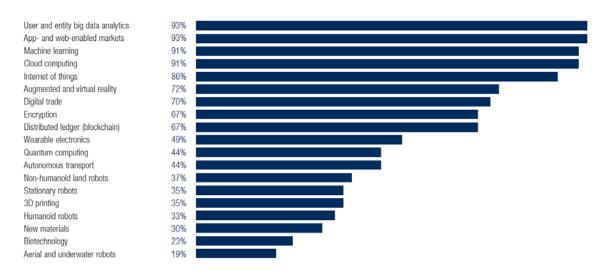


Figura 8. Adopción de la tecnología en la industria prevista para 2022 según el Foro Económico Mundial (2018) [22].

### Barriers to adoption of new technologies (share of companies surveyed)

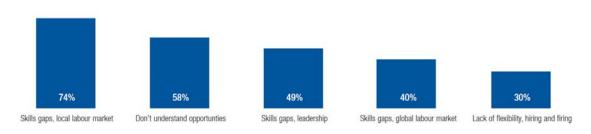


Figura 9. Barreras para la adopción de las tecnologías en la industria según el Foro Económico Mundial (2018) [22].

## **INGRESOS PROYECTADOS POR EL MERCADO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Cifras y proyecciones mundiales calculadas en millones de dólares

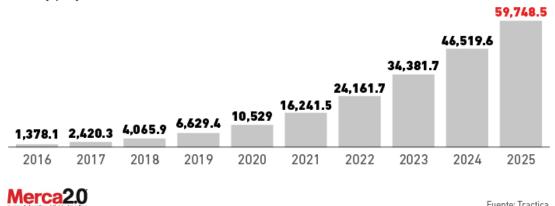


Figura 10. Ingresos proyectados por el mercado de la Inteligencia Artificial (Fuente: Tractica).

Fuente: Tractica

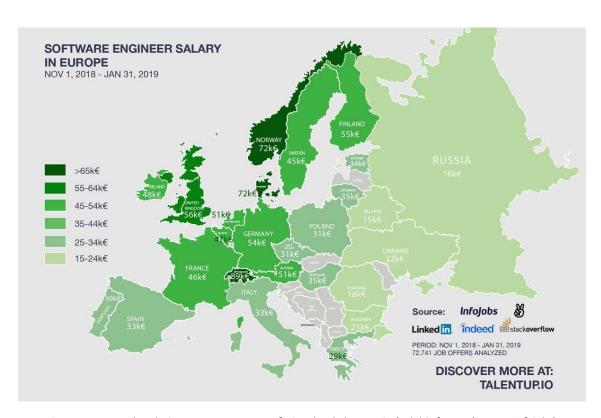


Figura 11. Mapa de salarios en Europa para profesionales de la Ingeniería del Software (Fuente: Infojobs).

Otro informe elaborado por Indeed (2018) [23] muestra un ranking de profesiones que actualmente se demandan en el mercado laboral y que requieren competencias específicas en IA (Figura 12).

#### Top 10 jobs involving AI skills

Top jobs seeking artificial intelligence or machine learning skills

Rank	Job	% of job descriptions that contain artificial intelligence or machine learning	% of jobs open after 60 days
1.	Machine learning engineer	94.2%	40.8%
2.	Data scientist	75.1%	33.0%
3.	Computer vision engineer	64.6%	45.2%
4.	Algorithim engineer	37.4%	48.6%
5.	Principal scientist	28.8%	46.4%
6.	Computer scientist	27.6%	63.8%
7.	Research engineer	24.3%	44.1%
8.	Statistician	24.0%	29.0%
9.	Director of analytics	23.3%	34.5%
10.	Data engineer	22.1%	34.8%

Figura 12. Ranking de trabajos más demandados que requieren competencias relacionadas con IA (Indeed 2018) [23].

#### 4.3. La IA en otras titulaciones STEM

A pesar de que son ya muchas las aplicaciones de la IA a otras disciplinas, la IA está prácticamente ausente en la mayoría de las titulaciones STEM. La organización académica de las universidades y la toma de decisiones políticas hace muy difícil incluir contenidos relacionados con la IA en otras titulaciones. No obstante, se desea resaltar que debería ser incluida, al menos, en las titulaciones siguientes:

- Todas las de STEM
- Negocios, marketing
- Derecho
- Sociología
- Formación del Profesorado

#### 4.4. Recomendaciones para mejorar la situación actual

La primera recomendación es considerar las indicaciones de la Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia Artificial que se mencionó al principio del documento, resaltando en este caso la prioridad 4 y la recomendación 6:

- La prioridad número 4 establece que se debe desarrollar un sistema que fomente la formación transversal y profesional en Inteligencia Artificial.
- La recomendación 6 recoge la necesidad de incluir la IA en el sistema educativo como palanca de cambio tecnológico del país.

La segunda recomendación es adoptar medidas concretas para impulsar el crecimiento del número de profesionales en IA en España. Por ejemplo, Francia propone en su plan nacional de IA multiplicar por tres el número de graduados, másteres y doctorados, así como incluirla en FP, mientras que, en Alemania, además, se propone la creación de cátedras especializadas.

La tercera recomendación es tratar de mejorar la organización de las Universidades en cuanto a:

- La agilidad para modificar las enseñanzas.
- Eliminar la endogamia en la toma de decisiones.

- Estudiar las posibilidades de compartir titulaciones entre universidades complementarias.
- Modificar el enfoque metodológico buscando orientaciones a proyectos.

# 5. La formación transversal del profesional en IA: "Alrededor de la IA"

Todos los profesionales, independientemente de su formación, deberían tener consciencia de la importancia de la IA en nuestra sociedad, por su impacto social y económico (Figura 13). En ese sentido se identifican como cuestiones importantes aquellas relacionadas con la ética, la transparencia, la brecha de género, el derecho, la economía y la empresa, la automatización inteligente del empleo...

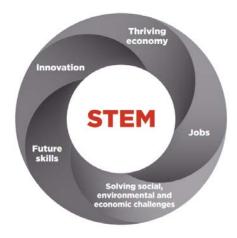


Figura 13. El impacto de STEM (extraído de GWA 2019) [18].

La formación de profesionales en IA, en particular a través de las titulaciones STEM y, muy singularmente, en el grado en Ingeniería Informática, requiere no solo de una formación en las tecnologías propias o de soporte de este ámbito sino también en contenidos que realmente encaucen su desarrollo y aplicación en beneficio de la sociedad, de la creación de riqueza y de la mejora de la calidad de vida de las personas. La IA la crean las personas y debe ser creada para ellas. Por ello, los planes de estudio deben tener muy en cuenta este cometido y desarrollarlo a través de contenidos que aborden el impacto social y económico de la IA, el deseable y el real, para lo que proponemos un conjunto de contenidos formativos que pueden desarrollarse a través de materias, cuyo alcance temático, desarrollo metodológico, engarce con otros contenidos, tanto tecnológicos como socioeconómicos, variará mucho en función de la titulación y de sus objetivos formativos, entre otros condicionantes.

En el apartado 7 del EJE 1 se presentan propuestas de contenidos curriculares de carácter transversal que deberían ser considerados en la renovación de los planes de estudio de las titulaciones existentes de Ingeniería Informática y de las nuevas que se creen especializadas en IA.

# 6. Tecnologías inteligentes al servicio de un aprendizaje personalizado

No es ninguna novedad el que la Inteligencia Artificial (IA) sea utilizada en los procesos educativos, menos aun cuando está siendo una herramienta cada vez más presente en todos los ámbitos de actuación. Tampoco lo es que la IA sea aplicada a la educación, dado que hay

sobradas muestras de su utilidad a lo largo de cuatro décadas de investigación y desarrollos (Lane, McCalla, Looi, & Bull, 2016).

Lo que sí es una novedad es que sea una demanda sentida el utilizarla ya como una herramienta clave de utilidad en todos los niveles educativos. Con ella se pretende afrontar los retos pendientes y desarrollar las nuevas oportunidades que surgen de una sociedad altamente dependiente de la gestión inteligente de un número creciente datos y recursos.

Es precisamente la cantidad de datos disponibles, y la mejora de los modelos y herramientas aplicados, la que ya está facilitando que las soluciones basadas en IA tengan un éxito que antes no disfrutaban. Surge así como tarea urgente la generación de recursos digitales, cada vez mejor categorizados, cuya interconexión (o enlazado) permitirá desarrollar soluciones cada vez más efectivas.

Las analíticas de los datos, a través de las evidencias encontradas, permiten abordar problemas largamente estudiados pero de difícil solución hasta la fecha, como pueda ser, por ejemplo, predecir el abandono de un estudiante (Hew, Qiao, & Tang, 2018; Ortigosa et al., 2019). De estas nuevas evidencias se derivan acciones tanto metodológicas como organizativas que afectan no sólo a unos profesores o estudiantes dados, sino a toda la institución, como se discutirá más adelante.

Con esta visión, y con la constatación de que aplicar IA en la Educación Superior ya no es una cuestión de investigación sino de voluntad de afrontar retos ineludibles con las nuevas técnicas disponibles, es con la que en este documento se sugieren una serie de cuestiones básicas que convendría abordar cuanto antes.

Se parte de una realidad en la que **no existen soluciones estándar ni un catálogo de productos para todos los problemas existentes**. Por ello, la situación actual exige una voluntad de gobernanza en las universidades que cubra todos los ámbitos involucrados: tecnológicos, metodológicos y organizativos. La necesidad de un planteamiento global que cubra todo lo implicado nace de la naturaleza de las tareas planteadas. Por ejemplo, si se considera la necesidad de desarrollar un sistema de gestión de datos centralizado ("data warehouse") único que evite duplicidades y potencie la relación entre los datos existentes, las **cuestiones técnicas** involucradas en su desarrollo y gestión deberían tener en cuenta desde su autenticidad, consistencia y transparencia, pasando por su correcto etiquetado o clasificación, hasta todas las derivadas de su uso, lo que conlleva tratar adecuadamente las **cuestiones de privacidad y ética**. Esto supone llegar a acuerdos sobre quién, cuándo, cómo y para qué, podrá hacer uso de esos datos.

En otras palabras, no se trata tanto de concretar las tecnologías disponibles para empezar a utilizarlas sino de realizar un diagnóstico global de todos los temas implicados y definir luego unos objetivos que se estructuran en diversas áreas de actuación.

En las universidades a distancia, el uso continuo de las últimas tecnologías disponibles en cada momento ha permitido desarrollar recursos y estructuras de gestión de los mismos que serán ahora necesarios para todas las universidades. Hoy en día, en tanto que ya no hay "distancias" y los estudiantes demandan servicios online que respondan a sus necesidades, cualquier tipo de enseñanza se ve afectada por esas demandas.

En este documento, después de una introducción breve al tema, dado que la demanda del uso de la IA en educación es una cuestión largamente discutida en numerosos informes, tanto a nivel

nacional, como europeo y global, se proponen una serie de áreas de actuación con algunos objetivos posibles.

No se pretende ser comprensivo, sino ilustrativo, permitiendo así lanzar un proceso participativo que nos ayude a concretar las principales cuestiones implicadas desde múltiples puntos de vista, que parten de circunstancias, necesidades y objetivos distintos.

#### 6.1. Cuestiones Fundamentales en el Aprendizaje Personalizado

Primero deberíamos clarificar la pregunta que queremos hacernos. En este sentido todos los informes y planes de acción parecen señalar lo mismo: **Aprendizaje Personalizado (AP)**. Basta "googlear" "inteligencia artificial aprendizaje personalizado" en castellano o inglés para obtener más de 25 millones de referencias, muchas de ellas muy recientes, como por ejemplo, lo que señala la UNESCO sobre ¿Cómo la inteligencia artificial puede reforzar la educación?<sup>3</sup>.

Aunque parezca una obviedad, quizá deberíamos empezar por el "principio". Las instituciones de educación, y las universidades en particular, parecen haber estado hasta la fecha más centradas en la didáctica antes que en el aprendizaje, si bien siempre han supuestamente intentado que la primera esté al servicio del segundo. Y la razón de ello bien pudiera ser, por un lado, la necesidad de tener que formar a toda la población de una forma estandarizada y "gestionable" con recursos limitados (desde profesores a medios, pasando por estructuras organizativas). Y, por otro, y quizá más significativo, porque cuando los expertos nos ilustran sobre la naturaleza de los procesos de aprendizaje, surge el verdadero problema, el aprendizaje debe ser "un proceso personalizado" pero, ¿qué es esto?

Si recordamos brevemente los principios psico-educativos que guían las formas auténticas de aprendizaje (Chipman, Segal, & Glaser, 1985; Fisher & Lipson, 1985; Resnik, 1980), se constata que los sujetos construyen su propio conocimiento a partir de sus estructuras y procesos cognitivos, donde los conocimientos no simplemente se acumulan unos junto a otros, sino que se organizan en estructuras (Pozo, 1987).

El AP debería responder a la forma natural de aprender, que responde a la siguiente secuencia: plantear un objetivo, generar preguntas y elaborar respuestas. Las personas aprenden de forma inconsciente cantidad de datos diariamente para orientarse en el metro, para contactar con un amigo, para conectar un aparato, para satisfacer su apetito, etc. Realmente, poseemos unos mecanismos ávidos de nuevos conocimientos. Los niños, hasta su incorporación al colegio, formulan continuamente cuestiones para satisfacer su curiosidad sobre la utilidad de todo aquello que les rodea. ¿Por qué entonces padecemos un rechazo frente al modelo de aprendizaje en los centros docentes? Fundamentalmente, porque invertimos el proceso natural del aprendizaje. En lugar de sugerir objetivos atractivos —o lo que es lo mismo útiles— y dejar que las cuestiones generadas se contrasten con los contenidos de las materias, introducimos dichos contenidos fuera de contexto y con el único propósito aparente de superar unas pruebas en las que se valora fundamentalmente la capacidad de responder a las formulaciones del temario, más que el comprender la naturaleza de la materia. El modelo natural de aprendizaje ha sido apoyado por una corriente de opinión dominante en los estudios psico-educativos. Su planteamiento no es nada nuevo y ha sido largamente apoyado por técnicas de IA en educación Schank (Schank & Cleary, 1995) que coinciden con enfoques del aprendizaje largamente debatidos (Pozo, 1987) y que han dado lugar a una larga historia de evidencias y avances sobre cómo implementar estos sistemas que se centran en orientar de forma

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> https://es.unesco.org/news/como-inteligencia-artificial-puede-reforzar-educacion

personalizada al estudiante en su aprendizaje, los llamados **Sistemas Tutoriales Inteligentes** ("ITS" Intelligent Tutoring Systems") (Benedict du Boulay, 2016).

El *aprendizaje significativo*, potenciado por el antedicho modelo natural de aprendizaje, es una de las claves de la psicología actual y su postura se puede resumir en: —un estudiante aprende cuando puede relacionar, de modo no arbitrario y sustancial —no al pie de la letra—, los nuevos elementos de conocimiento con lo que el sujeto ya sabe; es decir, cuando puede incorporarse a las estructuras que ya posee el alumno. De acuerdo con esto, el material debe poseer significado (elementos organizados, no sólo yuxtapuestos). Se pretende transmitir la lógica de la asignatura relacionándola con conceptos de nivel superior o con experiencias conocidas. El *aprendizaje significativo* es siempre producto de una *construcción individual*, no basta con exponer un significado lógico, se busca establecer el significado psicológico, en el que el individuo pueda asimilar el concepto en su propia estructura.

En otras palabras, el aprendizaje significativo parece que podría ser abordable si empezamos a utilizar técnicas que nos permitan seguir, trazar, detectar, intervenir, en dicho proceso de aprendizaje de forma personalizada. Para aclarar esto, se introduce un escenario incluido en el plan de trabajo sobre el uso de IA y digitalización masiva de recursos propuesto en UNED (J G Boticario, Santamaria, Aznarte, & Claramonte, 2019) (se han eliminado referencias a cuestiones dependientes de la Universidad):

#### Imaginemos...

en un futuro no muy lejano, Ana es una estudiante de Psicología ... que está matriculada en la asignatura X. Al entrar en el espacio del curso de esta asignatura el sistema le guía en todo momento para que realice tareas que le permitan avanzar "en su aprendizaje", pueda consultar las dudas que tenga y acceder a servicios de atención a cuestiones de interés en los que habrá de antemano respuesta a los problemas tipo ya identificados. Al final de cada etapa tendrá que realizar unas pruebas que muestren de forma automática, y le ayuden a entender, su evolución y avances en el proceso de aprendizaje. Habrá otro tipo de pruebas que podrán requerir compartir su trabajo con el de sus compañeros y recibir evaluaciones de éstos para mejorar su trabajo y posteriores del tutor con supervisión del profesorado....etc. Cuando Ana se encuentre "atascada" el sistema lo detectará, le ofrecerá recursos relacionados con lo que esté haciendo, dentro y fuera del espacio de la asignatura (considerando recursos multimedia disponibles, documentos de todo tipo incluyendo en su caso los científicos, librería, otros foros, otros podcasts en redes sociales, etc.) y, si el sistema detecta que no puede avanzar o deja de acudir al espacio del curso (i.e., anticipación de "abandono") recibirá mensajes para saber qué le pasa y, si no contesta, el profesor recibirá avisos para que haya alguna intervención y....

Es esencial determinar <u>cuál es el principal objetivo de esa personalización del aprendizaje</u>. En este sentido, también se abre la posibilidad de que las nuevas técnicas nos permitan **abordar capacidades que son demandas por la sociedad actual,** pero para las cuales <u>no existen planes específicos</u> en nuestras titulaciones, más allá de decir que éstas se integran en los programas de nuestras asignaturas.

Aunque este punto se concreta en otra línea de trabajo, recordemos aquí algunas cuestiones básicas que "abren" los posibles objetivos del AP. Diversos organismos internacionales, señalan las **competencias básicas para el aprendizaje** en el Siglo XXI, p.ej.,(Scott, 2015a). Del informe de Scott se han seleccionado las siguientes:

- Las otras 3 R: razonamiento (pensamiento analítico y crítico y capacidades de resolución de problemas); resiliencia (flexibilidad, adaptabilidad y autonomía); y responsabilidad (aplicación de la inteligencia, la creatividad y el conocimiento en pro de un "bien común")
- Competencias de pensamiento emprendedor: capacidad para "improvisar sobre la marcha", observar y evaluar oportunidades e ideas que tal vez sean nuevas, autonomía, capacidad para pensar al margen de los lugares comunes, concebir nuevas hipótesis y poner en tela de juicio la sabiduría convencional
- Capacidad de colaborar y trabajar en equipo empleando un auténtico aprendizaje basado en proyectos; habilidad de enseñar a los pares en grupos; capacidad de participar en colaboraciones en red tanto locales como a distancia
- Las 4 C (comunicación, colaboración, capacidad de pensamiento crítico y creatividad)
- Pensamiento crítico; capacidad de indagación y reflexión activa e investigadora; habilidad para acceder a la información, analizarla, interpretarla, aplicarla y sintetizarla; habilidad para examinar, interpretar y evaluar datos empíricos y plantear preguntas pertinentes; habilidad para integrar ideas procedentes de distintas disciplinas o ámbitos en un todo coherente y comunicar dicha integración

Cabría preguntarse entonces qué metodologías de enseñanza serían las más adecuadas para afrontar dichos objetivos apoyándose en las nuevas tecnologías basadas en IA. De nuevo pensamos que la propuesta de Scott refleja cuestiones de interés (Scott, 2015b). Sobre personalización y adaptación señala que el sistema educativo actual está fragmentado, y a menudo las necesidades del estudiantado quedan en un segundo plano cuando éstos pasan de un nivel educativo o de un entorno docente a otro. Dado que las personas aprenden de muy variadas formas y pueden tomar múltiples vías para adquirir habilidades, la educación debe reorganizarse en torno a cada "trayectoria personal de aprendizaje". Otras estrategias serían

- Fomento de la participación: El aprendizaje participativo no es ni nuevo ni inusual para las y los estudiantes de hoy, sino una forma de reunirse y aprender que les es familiar. Las personas jóvenes y adultas que entran en los sistemas educativos ya participan junto con sus iguales en la identificación de las novedades que aparecen en sus redes sociales y que afectan a éstas y a sus propias vidas. La época en la que las personas aprendían y trabajaban de forma aislada ha quedado atrás. Hoy las personas participan regularmente en comunidades en línea donde comparten opiniones, critican ideas, intercambian puntos de vista y comentan entre sí sus planes y aspiraciones.
- Calidad (y atención a la diversidad): El Objetivo de Desarrollo Sostenible en educación para 2030 busca "Asegurar una educación de calidad, inclusiva y equitativa, y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos", basándose en cuatro áreas prioritarias: i) Ampliación del acceso a una educación de calidad para todos, en todos los niveles educativos; ii) atención a la calidad de la educación, lo que abarca contenidos, pertinencia y resultados del aprendizaje; iii) mayor hincapié en la equidad; y iv) igualdad entre los géneros, con un renovado interés por el mayor acceso de niñas y mujeres a la educación posbásica y postsecundaria, en entornos de aprendizaje seguros y propicios.
- Énfasis en el aprendizaje basado en problemas y proyectos: Las y los estudiantes de hoy en día se enfrentan a un futuro difícil, incierto y complejo. Por ello, el sector educativo debe esforzarse en dotarlos de las habilidades que necesitan para enfrentarse a los nuevos retos. También citan pruebas de la eficacia que demuestra el dar a los alumnos

- el control y la responsabilidad sobre su aprendizaje. Este es el concepto principal del aprendizaje basado en proyectos y en problemas, y es esencial para la pedagogía del siglo XXI. Con este tipo de aprendizaje las y los estudiantes aprenden diseñando y elaborando soluciones reales para problemas reales.
- Fomento de la Colaboración y la Comunicación: La colaboración es una tendencia del siglo XXI que traslada el aprendizaje desde los sistemas centrados en el profesorado o en la clase magistral a otros que buscan la participación. Con el desarrollo de nuevas TIC están apareciendo también formas innovadoras de colaboración. El aprendizaje colaborativo, esto es, el agrupamiento y emparejamiento deliberado del alumnado con el propósito de alcanzar una meta educativa, ha sido ampliamente investigado. Los tres componentes esenciales del aprendizaje colaborativo son su creación deliberada, la cooperación entre los miembros del grupo y el aprendizaje significativo. El entorno de aprendizaje colaborativo incita a las y los estudiantes a expresar y defender sus posiciones y a generar sus propias ideas mediante la reflexión. Discuten sus ideas con sus compañeros y compañeras, intercambian distintos puntos de vista, hacen preguntas, buscan aclaraciones y participan en procesos de pensamiento complejo tales como la gestión, la organización, el análisis crítico, la resolución de problemas y la obtención de nuevos conocimientos y de una comprensión profunda.

Otros trabajos señalan, además de los avances esperados, los principales riesgos de no tener presente todos los aspectos involucrados (Holmes, Anastopoulou, Schaumburg, & Mavrikis, 2018). Aquí se hace un estudio clarificador de todo lo que supone el AP abordando cuestiones básicas sobre "el por qué", "cómo", "qué", "quién", "dónde", y se concretan acciones que requieren la participación de todos los agentes, como puedan ser: desarrollar currículos individualizados, proporcionar "feedback" personalizado sobre rendimiento y guía en el aprendizaje, actividades que se orienten a la motivación de cada estudiante, adaptaciones en tiempo, atendiendo las necesidades por niveles de rendimiento, perfiles, planteamiento inclusivo considerando las necesidades de diversidad funcional (atendiendo la extensa normativa sobre cuestiones de accesibilidad)

En otro informe reciente de significativo valor para tener la perspectiva adecuada y entender la situación en nuestro país, se concretan de una forma sistemática otras tantas metodologías aconsejables, como puedan ser: "aprendizaje activo", "clase invertida", "aprendizaje en móviles", "juegos y gamificación", etc. (Gómez et al., 2018).

Referencias recientes insisten en los cambios de metodológica que están apoyados por algunos desarrollos basados en IA. Algunos de los nuevos escenarios de enseñanza-aprendizaje que podrían ser apoyados por los nuevos procesos de AP se describen en (Ferguson et al., 2019); donde se describe la repercusión que tiene el uso de las analíticas de aprendizaje en la educación. En otro trabajo, partiendo del pensamiento computacional se presentan los enfoques que ha habido en IA hasta el reciente aprendizaje profundo basado en datos y se plantea cómo tendría que ser una plataforma de enseñanza-aprendizaje que ofreciese AP y estuviese basada un pensamiento basado en IA (Rad, Roopaei, Beebe, Shadaram, & Au, 2018).

Existen otros muchas referencias centradas en la **personalización y en la aplicación de la IA en Educación** en todos los niveles, así como en la innovación en el **planteamiento educativo** requerido (B du Boulay, 2016). Pero hoy en día quizá sea la disponibilidad de un número creciente y diverso de datos, el llamado "**big data en educación**" y los modelos que mejor

aprovechan esta circunstancia, uno de los temas que más potencialidad puedan llegar a tener y en el que mayor conciencia hay que tener sobre las cuestiones de **ética y privacidad** implicadas (Pardos, 2017), sobre las cuales siguen surgiendo informes realizados por organismos reconocidos en el campo de la educación que reconocen su necesidad e impacto (Slade & Tait, 2019).

En el antedicho informe sobre la situación de las tecnologías educativas en nuestras universidades (FOLTE) 2018 (Gómez et al., 2018), se mencionan otros tantos informes sobre el desarrollo de las tecnologías educativas en los sistemas universitarios. Este informe es sin duda el que mejor refleja el punto de partida actual sobre el que desarrollar los nuevos servicios de aprendizaje personalizado. En el mismo se abordan todas las dimensiones implicadas: metodológica, tecnológica, contenidos y gestión. Una de las dimensiones tiene por tema el identificado como "M2. Adaptive Learning", entendido también como Aprendizaje Personalizado. Esta metodología se apoya aquí en la tecnología "T6. Learning Analytics" en el que se señala que "Abarca el proceso de recolección y análisis de los ficheros de log generados por las interacciones individuales de los estudiantes en las actividades de aprendizaje en línea. Esto permite evaluar posibles factores que afectan al éxito o el fracaso de los estudiantes y personalizar su proceso de aprendizaje". El uso generalizado de dichas analíticas se realiza hoy en día a través de los llamados cuadros de mandos o "dashboards", que son herramientas de visualización que pretenden "empoderar" a profesores y estudiantes en realizar decisiones informadas (basadas en evidencias) (Jivet, Scheffel, Specht, & Drachsler, 2018). A pesar de las expectativas puestas en el AP apoyado por las analíticas y sus usos, según el informe FOLTE (Gómez et al., 2018) tan solo un 2% es el porcentaje obtenido por indicadores como: "Adaptive Learning", "Learning Analytics" y "Estándares" que reflejan la escasa penetración que todavía tienen en nuestras universidades las cuestiones claves en las que se basa el AP.

Otra de las tecnologías que se consideran de especial interés y que mayor atención han tenido en el campo del AP son los **sistemas recomendadores educativos**. Estos permiten ofrecer una respuesta adecuada y generalmente mejor aceptada por el usuario, con el fin de facilitar un soporte dinámico y personalizado a los estudiantes en su interacción con el entorno de aprendizaje. En su uso se pueden aprovechar especialmente los aspectos meta-cognitivos involucrados, de forma que el estudiante tenga así acceso a las causas que le llevaron al sistema a proporcionar una determinada recomendación. Existen multitud de trabajos al respecto y aquí se recuerdan algunas revisiones recientes del tema (Bodily & Verbert, 2017; Dwivedi & Roshni, 2017).

Para poder atender la expansión de los futuros sistemas adaptativos de educación, se requiere la **involucración del profesorado**, no sólo desde el punto de visto del **seguimiento del AP** y **metodológico**, sino también **operativo**. Una cuestión fundamental es la clasificación, o etiquetado, de la información usando **meta-datos** (apoyados por sistemas que les permitan abordarlo sin conocimientos técnicos) según los **estándares** existentes para cada caso, de forma que los sistemas puedan aprovechar mejor el significado de la información y los objetos de aprendizaje creados y se facilite tanto la **escalabilidad** como la **interoperabilidad** entre distintos sistemas, plataformas, cursos, etc. Este asunto, largamente trabajado desde los primeros desarrollos relacionados con el diseño instruccional (Jesus G Boticario & Santos, 2007; Moreno,

Martinez, Boticario, & Fabregat, 2009), se ha convertido en un aspecto estructural esencial para soportar la creciente demanda por la analítica de datos<sup>4</sup>.

Son precisamente los estándares los que deben garantizar la accesibilidad en las interacciones y en los contenidos. Para asegurar los niveles de accesibilidad de acuerdo con los últimos requerimientos legales se debe considerar que el 21 de diciembre de 2018 la Comisión Europea publicó la Decisión de Ejecución (UE) 2018/2048 de la Comisión, de 20 de diciembre de 2018, sobre la norma armonizada aplicable a los sitios web y a las aplicaciones para dispositivos móviles. Así en nuestro país, en el RD 1112/2018 de 7 de septiembre, se concretan los requisitos de accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público y por lo tanto la aplicación de la norma "EN 301 549 V2.1.2 (2018-08). Esta norma supone cumplir todos los requisitos de nivel A y AA de las WCAG 2.1. Esto implica que cualquier contenido y material producido por una universidad, incluyendo aquellos generados por terceros a través de compra pública, deben garantizar las cuestiones que se deriven de la diversidad funcional de cada persona en su AP. Centrándonos en la interacción en sí, conviene tener presente la Norma ISO/IEC 29138-1 (ISO/IEC 29138-1 *Reference number* ISO/IEC 29138-1:2018(E) *First edition* 2018-11).

El uso de **meta-datos** empezará a ser generalizado para garantizar una mayor personalización en la interacción con los contenidos y servicios, en los que se tiende a una mayor "**atomización**" para poder realizar un seguimiento más específico del uso de cada una de sus partes, por ejemplo, en la interacción con vídeos y material multimedia, para lo que ya se dispone de aplicaciones existentes<sup>5</sup>. Algunas revisiones de interés analizan la importancia que ha tenido en la última década el uso de los **vídeos en el aprendizaje** (Poquet, Lim, Mirriahi, & Dawson, 2018).

El proceso paulatino hacia la atomización de los recursos se observa igualmente en el ofrecimiento de cursos masivos MOOCs/NOOCs (NOOCs son "nano" MOOCs) y recursos educativos en abierto (OER, Open Educational Resources), sobre los que hay documentos que describen claramente en qué consisten y cuáles son sus usos (Ehlers, Schuwer, & Janssen, 2018). Esta "democratización" del acceso a contenidos y cursos para diversos propósitos muestra una línea imparable hacia la compartición de contenidos, metodologías, buenas prácticas, tutorías, etc. (Selent, 2019).

Consideración de aspectos afectivos y su manipulación en escenarios educativos adaptativos combinando los antecedentes diversos requeridos, reuniendo así los fundamentos aportados por diversos campos: psicología, educación, aspectos éticos y de privacidad y desarrollos informáticos. En concreto, se ha detectado que los aspectos afectivos tienen muchos elementos subjetivos involucrados y existen bastantes temas abiertos que inciden fuertemente en los enfoques y desarrollos que se pueden realizar mediante las TIC. Se constata que en los entornos educativos este asunto está todavía bastante poco desarrollado, quizá porque hasta la fecha no se ha contado con indicadores adecuados que puedan venir tanto de sensores adecuados, poco intrusivos o de un precio razonable para que su uso fuese frecuente, como de técnicas de tratamiento de datos. A veces puede sorprender que tomando como base fundamental señales

\_

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Ver por ejemplo Caliper Analytics: https://www.imsglobal.org/caliper-analytics-v11-introduction http://www.imsglobal.org/activity/caliper

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Por ejemplo: <u>https://cloud.google.com/video-intelligence/</u>

de teclado y ratón, aplicando un proceso intensivo de minería de datos, se puedan llegar a recoger este tipo de cuestiones (Salmerón-Majadas, Baker, Santos, & Boticario, 2018).

Debido al uso masivo de datos y recursos, que coincide con la antedicha democratización en el acceso a los contenidos y metodologías, otras de las cuestiones claves en este momento tienen que ver con la **ética** y la **privacidad**. La ética comprende normas y convenciones de tipo moral que son sistematizadas y varían con el tiempo y sociedad. La privacidad se determina de forma única y depende de cada persona. Estas cuestiones se distinguen igualmente en el contexto de la analítica de datos para el aprendizaje (Drachsler & Greller, 2016). En definitiva, se trata de considerar todos los temas operativos y normativos existentes, en particular siguiendo lo indicado por la norma europea y española al respecto (GDPR y LOPD-GDD).

Terminar este apartado de cuestiones fundamentales del problema recordando que algunas de las referencias aquí introducidas y los principios básicos que guían el AP reflejan que este asunto ha sido largamente estudiado y, por tanto, parece razonable apoyarnos en numerosos estudios al respecto antes que lanzarnos a soluciones recientes que olvidan muchas lecciones aprendidas.

#### 6.2. Objetivos

#### Objetivo Último

Promover el **Aprendizaje Personalizado**, entendido por tal:

el desarrollo y aplicación de sistemas de enseñanza-aprendizaje inteligentes y adaptativos basados en la evidencia, que cumplan con los estándares actuales de calidad y accesibilidad de la educación mediada por tecnologías, mejorando en última instancia los aprendizajes inclusivo de los estudiantes y su experiencia, incentivando de forma particular su involucración en el proceso y reduciendo así sus tasas de abandono

Este objetivo así declarado es obviamente una propuesta que trata de recoger algunas de las cuestiones comentadas en el apartado previo, pero podría haber otras tantas formulaciones alternativas.

#### Objetivos Específicos

Breve lista ilustrativa de objetivos específicos posibles:

- Promover el aprendizaje colaborativo basado en el uso de sistemas inteligentes.
- Aplicar técnicas y metodologías que permitan un Aprendizaje Adaptativo centrado en la persona.
- Desarrollar y aplicar sistemas de evaluación automática y personalizada de respuestas abiertas.
- Promover el *engagement* del estudiante incentivando su participación y asistiéndole en el aprendizaje de forma personalizada.
- Promover el engagement e involucración del profesorado en el proceso facilitándole herramientas para la gestión de la docencia y el aprendizaje a través de la aplicación de analíticas de aprendizaje.
- Explorar metodologías soportadas por herramientas inteligentes (tecnologías de minería de datos y las analíticas de aprendizaje) que ofrezcan soluciones escalables en cursos con elevado número de estudiantes (p.ej., MOOCs)
- Mejorar la experiencia del estudiante en su interacción con los recursos ofrecidos promoviendo la accesibilidad y adaptabilidad de los mismos.
- Promover el desarrollo de sistemas recomendadores educativos basados en la combinación de técnicas de minería de datos y analíticas con el conocimiento experto docente.

- Promover la transparencia en el uso de las técnicas de IA garantizando la "explicabilidad", "privacidad" y "concienciación" por parte del usuario de los posibles sesgos y limitaciones existentes en los resultados obtenidos.
- Potenciar el aprendizaje de capacidades esenciales de carácter transversal entre los estudiantes mediante el uso de sistemas inteligentes; entre las que se podría mencionar: auto-regulación del aprendizaje, meta-conocimiento sobre la evolución de sus capacidades, capacidades sociales y colaborativas, liderazgo responsable, emprendimiento, responsabilidad social

#### 6.3. Áreas de Actuación

Aquí se presentan una serie de cuestiones que, obviamente, dependen de los intereses existentes en cada caso al respecto.

En este apartado se introducen una serie de cuestiones que reflejan las diferentes áreas de actuación que una universidad podría considerar para realizar un plan masivo y global de digitalización de contenidos y recursos, en el que se plantease la aplicación de técnicas de IA sobre aquellos para lograr un AP. Su concreción dependerá de cada universidad, dado que tendrá una íntima relación con las infraestructuras involucradas y los planes estratégicos establecidos al respecto.

Dado que recientemente una universidad ha lanzado un plan ambicioso en dichos términos y considerando que la complejidad de dicha universidad bien pudiera ser ilustrativa para otras, al ser una de las mayores universidades a distancia de Europa y del mundo, se resumen aquí algunas de las cuestiones involucradas (J G Boticario et al., 2019). Para ello hemos dejado fuera todos los aspectos que se consideran dependientes de la universidad y también tenemos en cuenta las cuestiones relativas a la privacidad de dicho plan. Igualmente se comentan aquí algunos de los temas que han surgido en una reciente reunión a nivel europeo de universidades que persiguen igualmente dichos objetivos<sup>6</sup>.

Las tres áreas que se han identificado son: Gestión inteligente de datos y recursos, Producción de Recursos Digitales e Innovación en Modelos de Aprendizaje Personalizado. Dado que el objetivo del presente documento es centrarse en el AP, en este documento sólo se comentarán, de la primera área mencionada, las cuestiones que se considera que pudieran tener interés general.

### 6.3.1. Aspectos Éticos y Sociales

Los principales objetivos serían:

- Alcanzar un acuerdo sobre las principales guías en relación con el uso de los datos.
- Desarrollar los principios en una regulación normativa acordada con la participación de toda la comunidad universitaria (profesorado, estudiantes, personal técnico y PAS, responsables).
- Publicar documentos accesibles y útiles, confeccionados de forma adecuada para cada uno de los colectivos, explicando los compromisos en el uso de datos, dando

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> https://eadtu.eu/news/20-general-news/459-eadtu-launches-task-force-on-artificial-intelligence-ineducation

http://portal.uned.es/portal/page? pageid=93%2C69889962& dad=portal& schema=PORTAL

orientaciones sobre los temas implicados y permitiendo el desentendimiento y rechazo por parte de cada persona.

#### 6.3.2. Gestión inteligente de datos

Los principales objetivos podrían ser:

#### Recolección de Datos

- Inventariar todos los datos disponibles (con especial atención a aquellos que faltan).
- Desarrollar un único data warehouse.
- Mejorar los procedimientos y objetivos de las encuestas de valoración sobre cursos, grados, servicios, procedimientos... (se trata aquí de hacerlos más operativos y simples, a la vez que acordes con los métodos de valoración más actuales).
- Publicar datos anonimizados para promover la investigación, tanto interna como externa de la institución (se trataría de desarrollar un repositorio que cubra los antedichos temas, garantizando los aspectos éticos y de privacidad).
- Desarrollar un programa de incentivos para realizar investigaciones dentro de la institución: apoyando trabajos de fin de grado y máster (TFG y TFM), tesis doctorales (PhD), premios, becas...

#### Análisis de Datos

- Desarrollar un modelo del estudiante basado en técnicas de segmentación y clusterización.
- Establecer protocolos para producir reportes que muestren los resultados del análisis de forma estandarizada o bajo demanda (para cursos, grados, facultades...)
- Desarrollar sistemas operativos de análisis para producir **reportes y analíticas en tiempo real** para los estudiantes.
- Desarrollar herramientas de visualización y cuadros de mandos (dashboards) para todos los principales agentes involucrados.
- A través del uso de los datos disponibles realizar comparativas de análisis de la diversidad de metodologías de la institución.
- Analizar diferentes posicionamientos sobre las tasas de abandono (dropout rates)
   estableciendo las posibles causas y soluciones.

#### Poniendo en Funcionamiento los Modelos Predictivos

- Desarrollar un sistema recomendador educativo (SRE) de soporte a la gestión de la matrícula y la selección de estudios.
- Desarrollar indicadores de alerta para activar posibles intervenciones con estudiantes en situación de riesgo.
- Desarrollar un **sistema predictivo** que sirva como entrada al SRE.
- Incrementar el **entendimiento del rendimiento académico** a través de la interpretación de los modelos predictivos.
- Desarrollar modelos de "historia-cero" para los nuevos cursos.
- Estudio de la implementación de los modelos predictivos *a-lo-largo* y *dentro* de la **diversidad de metodologías** de la institución dada.

En este apartado, sin ánimo comprensivo sino ilustrativo, se han repasado algunas de las principales cuestiones que podrían considerarse cuando una institución de cierta complejidad,

como puedan ser las universidades españolas, se plantee aplicar las técnicas disponibles de Inteligencia Artificial en Educación.

Conviene resaltar que existen otros temas relacionados, tanto sobre la infraestructura requerida como sobre cuestiones de gobernanza y de metodología, que han quedado fuera del ámbito de este documento. Por ejemplo, un tema de especial interés que podría ligarse al planteamiento aquí introducido sería un *Plan de Gobernanza Inteligente*.

Sin embargo, si se pretende abordar de forma global el problema convendría añadir los aspectos antedichos y, sobre todo, vincular todo ello, desde la gobernanza de la institución, a un **Plan Estratégico de Uso Masivo de Datos y Sistemas Inteligentes**.

### 7. Propuestas de contenidos curriculares

En cada uno de los subapartados que se presentan a continuación en esta sección se realizan propuestas de contenidos concretos cuya inclusión debería ser considerada en la renovación de las titulaciones universitarias que se mencionan en cada caso.

Para mostrar esta información de una manera clara y concisa, se va a utilizar una ficha que recoge distintos aspectos a considerar del contenido propuesto, y cuya estructura común es la siguiente:

Nombre de la materia				
Importancia de esta fo	ormación	Breve descripción de las razones por las que esta formación es indispensable/recomendable en la formación de estudiantes que cursen contenidos de IA en titulaciones STEM y singularmente en el grado en Ingeniería Informática		
Descriptores		Solo los principales, sin desarrollarlos en subapartados		
Duración razonable en	n créditos	Indicar si se considera que tendría que ser una materia individual o podría formar parte de una materia que incluyese otros contenidos afines (en ese caso indicar cuáles)		
Especificar si debería : formación de grado (i o posgrado		En el caso de que se considere una formación de grado indicar en qué curso/s podría impartirse y la razón (dependencia con otros contenidos previos o soporte de contenidos posteriores)		
Buenos ejemplos en u de referencia	ıniversidades	Universidades del mundo. Poner, si es posible, el enlace web al curso y, si procede, añadir algún comentario que justifique cada referencia		
Referencias documen bibliográficas (indicar si procede)		No se trata de incluir una bibliografía detallada de la posible materia sino algún documento (puede ser también un libro de apoyo a la materia) que pueda sintetizar lo más relevante del contenido o enfoque de la misma		
Otros		Cualquier otro comentario que se considere oportuno		

### 7.1. En la formación de formadores

En nuestra opinión, al menos los siguientes contenidos deberían ser abordados en la formación de formadores de las distintas etapas educativas (Infantil, Primaria, Secundaria y Formación Profesional).

Hay que tener en cuenta que la formación de formadores de las etapas de Infantil y Primaria queda cubierta por las titulaciones de Ciencias de la Educación, mientras que la formación de las etapas de Secundaria y Formación Profesional deben articularse a través del Máster Universitario en Profesorado en Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (MAES).

#### Pensamiento Computacional en Educación

## Importancia de esta formación

El pensamiento computacional es clave para la formación de los estudiantes. Es el proceso por el cual se reconocen aspectos de la computación en el mundo que nos rodea, aplicando herramientas y técnicas que provienen de la computación para comprender y razonar sobre los sistemas y procesos tanto naturales como artificiales. Proporciona un marco de trabajo potente para el estudio de la computación, con amplias aplicaciones más allá de la propia programación. Permite a los estudiantes afrontar problemas, dividirlos en bloques resolubles e idear algoritmos para resolverlos.

- Descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, generalización de patrones, diseño de algoritmos.
- Importancia del pensamiento computacional en la Sociedad y la educación actual (relación con las competencias transversales).

#### Descriptores

- Cómo integrar el pensamiento computacional en las actividades del currículum y desarrollar unidades didácticas.
- Cómo usar el pensamiento computacional para motivar y animar a los estudiantes.
- Desarrollar unidades didácticas con programación.
- Conocer eTwinning<sup>7</sup> y cómo colaborar con docentes de Europa.

## Duración razonable en créditos

Al menos 6 ECTS.

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado Debería ser una asignatura *obligatoria* en los grados de Ciencias de la Educación.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado (incluido el MAES) cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Programación.

Computer Games and Simulations for Education and Exploration (MIT)
 <a href="https://ocw.mit.edu/courses/urban-studies-and-planning/11-127j-computer-games-and-simulations-for-education-and-exploration-spring-2015/">https://ocw.mit.edu/courses/urban-studies-and-planning/11-127j-computer-games-and-simulations-for-education-and-exploration-spring-2015/</a>

### Buenos ejemplos en universidades de referencia

- Technologies for Creative Learning (MIT)
   <a href="https://ocw.mit.edu/courses/media-arts-and-sciences/mas-714j-technologies-for-creative-learning-fall-2009/">https://ocw.mit.edu/courses/media-arts-and-sciences/mas-714j-technologies-for-creative-learning-fall-2009/</a>
- Computer Science and Education (MSc), Leiden University, <a href="https://www.universiteitleiden.nl/en/education/study-programmes/master/computer-science/computer-science-and-education">https://www.universiteitleiden.nl/en/education/study-programmes/master/computer-science/computer-science-and-education</a>

### Referencias documentales y/o

 La Escuela de Pensamiento Computacional, INTEF <a href="https://intef.es/tecnologia-educativa/pensamiento-computacional/">https://intef.es/tecnologia-educativa/pensamiento-computacional/</a>

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> https://www.etwinning.net/es/pub/index.htm

## bibliográficas (indicar URL)

- J.M. Wing (2006). Computational Thinking, Communications of the ACM, March 2006/Vol. 49, No. 3, <a href="https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf">https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf</a>
- Código 21 Tecnologías creativas, <a href="http://codigo21.educacion.navarra.es/2019/03/01/cs-first-la-plataforma-de-google-para-ensenar-programacion/">http://codigo21.educacion.navarra.es/2019/03/01/cs-first-la-plataforma-de-google-para-ensenar-programacion/</a>

#### Introducción a la Programación

## Importancia de esta formación

El panorama que se configura en el futuro laboral de la población pasa por integrar el uso de las tecnologías de la información en las labores cotidianas. Existen ya experiencias de uso de la programación en el entorno educativo, no sólo como vehículo para el aprendizaje de contenidos sino también como práctica del pensamiento computacional y para el entrenamiento de competencias transversales tales como trabajo en equipo, liderazgo y resolución de conflictos.

Es imprescindible incluir en los planes de estudios de formación de profesorado la programación para fines educativos.

- Concepto de programación.
- Concepto de algoritmo.
- Estructuras básicas de control.
- Didáctica de la programación.

## Duración razonable en créditos

Descriptores

Al menos 4,5 ECTS.

### Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado

Debería ser una asignatura *obligatoria* en los grados de Ciencias de la Educación. Posterior a la asignatura de Pensamiento Computacional en Educación.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado (incluido el MAES) cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Programación.

Buenos ejemplos en universidades de referencia

- Computer Games and Simulations for Education and Exploration (MIT)
   https://ocw.mit.edu/courses/urban-studies-and-planning/11-127j-computer-games-and-simulations-for-education-and-exploration-spring-2015/
- Technologies for Creative Learning (MIT)
   <a href="https://ocw.mit.edu/courses/media-arts-and-sciences/mas-714j-technologies-for-creative-learning-fall-2009/">https://ocw.mit.edu/courses/media-arts-and-sciences/mas-714j-technologies-for-creative-learning-fall-2009/</a>

### Referencias documentales y/o bibliográficas (indicar URL)

#### Programación educativa

## Importancia de esta formación

Una vez que se han estudiado los conceptos en torno al pensamiento computacional y se tienen nociones básicas de programación, es interesante formar a los futuros docentes para desarrollar la programación educativa en distintas variantes que permita la gamificación en el aula y enfoques de aprendizaje servicio.

- Programación educativa de videojuegos sencillos.
- Programación educativa de Apps para dispositivos móviles.
- Programación educativa de Interfaces Físicas.
- Aprendizaje servicio y emprendimiento.

## Duración razonable en créditos

Descriptores

Al menos 6 ECTS.

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado Debería ser una asignatura *obligatoria* en los grados de Ciencias de la Educación. Posterior a la asignatura de Introducción a la Programación.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado (incluido el MAES) cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Programación.

Buenos ejemplos en universidades de referencia  Education and Technology, University College London, <a href="https://www.ucl.ac.uk/prospective-students/graduate/taught-degrees/education-technology-ma">https://www.ucl.ac.uk/prospective-students/graduate/taught-degrees/education-technology-ma</a>

Referencias documentales y/o bibliográficas (indicar URL)

 Observatorio de tecnologías educativas, INTEF, <a href="https://intef.es/tecnologia-educativa/observatorio-de-tecnologia-educativa/">https://intef.es/tecnologia-educativa/observatorio-de-tecnologia-educativa/</a>

#### Ciudadanía Digital

## Importancia de esta formación

El docente juega un papel fundamental en la educación de competencias transversales de los discentes en cualquier etapa educativa. Las personas aprendemos por imitación, por lo que resulta muy relevante que los propios docentes cuenten con una educación apropiada en competencias digitales. La adquisición de competencias digitales en los futuros docentes facilita que éstos posteriormente las pongan en práctica en el aula y se sientan más cómodos para hacer que sus estudiantes entrenen dichas competencias. Enseñarles las buenas prácticas de una forma natural es garantía de una vida digital saludable.

- Competencias digitales para la ciudadanía (incluidas la identidad, la privacidad y la seguridad).
- Huella digital.

#### Descriptores

- Vida digital saludable.
- Cómo integrar actividades transversales para el entrenamiento de competencias digitales a través de metodologías colaborativas basadas en proyectos.

## Duración razonable en créditos

Al menos 3 ECTS.

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado Debería ser una asignatura *obligatoria* en los grados de Ciencias de la Educación.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado (incluido el MAES) cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Programación.

Buenos ejemplos en universidades de referencia  Digital skills, media literacy and citizenship for the Future Classroom, European School Net http://fcl.eun.org/es/course/digital-citizenship

Referencias documentales y/o bibliográficas (indicar URL)

 N.J. Rushby (2019). An Introduction to Educational Computing, <a href="https://www.routledge.com/An-Introduction-to-Educational-Computing-1st-Edition/Rushby/p/book/9780367260996">https://www.routledge.com/An-Introduction-to-Educational-Computing-1st-Edition/Rushby/p/book/9780367260996</a>

#### Robótica educativa

Importancia de esta formación

La robótica educativa permite trabajar áreas de conocimiento avanzadas en esferas científicas tales como la mecánica, la electrónica, los automatismos, la programación, la ingeniería de proyectos y la ingeniería del diseño. Representa una práctica pedagógica usando tecnología en la que la adquisición del conocimiento ocurre en el proceso de creación de un robot y que generalmente facilita una metodología basada en proyectos.

- Descriptores
- ¿Qué es un robot?
- Construcción y programación de robots.
- Usos didácticos de la Robótica. Ejemplos.

Duración razonable en créditos

Al menos 4,5 ECTS.

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado Debería ser una asignatura *obligatoria* en los grados de Ciencias de la Educación.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado (incluido el MAES) cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Programación.

- Computer Games and Simulations for Education and Exploration (MIT)
   https://ocw.mit.edu/courses/urban-studies-and-planning/11-127j-computer-games-and-simulations-for-education-and-exploration-spring-2015/
- Buenos ejemplos en universidades de referencia
- Technologies for Creative Learning (MIT)
   <a href="https://ocw.mit.edu/courses/media-arts-and-sciences/mas-714j-technologies-for-creative-learning-fall-2009/">https://ocw.mit.edu/courses/media-arts-and-sciences/mas-714j-technologies-for-creative-learning-fall-2009/</a>
- Computing in Education, Columbia University,
   https://www.tc.columbia.edu/mathematics-science-and-technology/communication-media-and-learning-technologies-design/degrees/computing-in-education-online-ma/

## Referencias documentales y/o

RobotLAB, <a href="https://www.robotlab.com/">https://www.robotlab.com/</a>

bibliográficas (indicar URL)

 Educational robotics as an Innovative teaching practice using technology: minimization of risks, <a href="https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/363/1/012004/pdf">https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/363/1/012004/pdf</a>

#### Diseño e Impresoras 3D en el Aula

## Importancia de esta formación

Usar la impresión 3D como método de producción permite al alumnado pasar de la concepción de una idea a producir un objeto físico con relativa facilidad. Esta tecnología, en amplio crecimiento actualmente en entornos educativos, permite que el alumnado pueda evaluar calidad de su producto y refinarlo en caso de ser necesario, entrenando diversas competencias durante el proceso.

- Concepto de impresora 3D.
- Diseño 3D.
- Descriptores
- Impresión 3D.
- Design Thinking.
- Aprendizaje servicio y emprendimiento.

Duración razonable en créditos

Al menos 3 ECTS.

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado Debería ser una asignatura *obligatoria* en los grados de Ciencias de la Educación.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado (incluido el MAES) cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Programación.

Buenos ejemplos en universidades de referencia

Complementos de formación disciplinar en Informática, Universidad de Sevilla, http://www.us.es/estudios/master/master M044/asignatura 50440011

- Oliver Knill, Elizabeth Slavkovsky (2013) Illustrating Mathematics using 3D Printers, <a href="https://arxiv.org/abs/1306.5599">https://arxiv.org/abs/1306.5599</a>
- 3D printers in schools: uses in the curriculum Enriching the teaching of STEM and design subjects, Department for Education of NY, <a href="https://www.academia.edu/8253265/3D">https://www.academia.edu/8253265/3D</a> printers in schools uses in the curriculum Enriching the teaching of STEM and design subjects
   Contents
- Referencias documentales y/o bibliográficas (indicar URL)
- Joel J. Mintzes and Emily M. Walter (2019). Using 3D Printing in Science for Elementary Teachers - Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice, Springer
- The Invent to Learn Guide to 3D Printing in the Classroom: Recipes for success Autores: Thornburg, David Edición: 2014 Publicación: Constructing Modern Knowledge Press ISBN: 9780989151146

#### **Tecnologías Interactivas Educativas**

## Importancia de esta formación

Las tecnologías interactivas facilitan enormemente al docente la interacción con el estudiante de una forma más dinámica y flexible que las estrategias tradicionales. El uso de estas tecnologías mejora las dinámicas en el aula motivando a los estudiantes y permitiendo en enfoques de aprendizaje activo.

- Herramientas y metodologías para incrementar la interacción en el aula.
- Posibilidades del BYOD (Bring Your Own Device) en el aula.
- Pizarras interactivas para aprendizaje invertido (*flipped learning*).
- Sistemas interactivos de respuesta en el aula.
- Creación de contenidos digitales interactivos.
- Posibilidades de la realidad aumentada.

## Duración razonable en créditos

Descriptores

Al menos 3 ECTS.

### Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado

Debería ser una asignatura *obligatoria* en los grados de Ciencias de la Educación.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado (incluido el MAES) cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Programación.

 Máster Universitario en Tecnología Educativa y Competencias Digitales, UNIR <a href="https://estudios.unir.net/programa/es-esp-ma-ed-master-educacion-tic/539000085518/">https://estudios.unir.net/programa/es-esp-ma-ed-master-educacion-tic/539000085518/</a>

### Buenos ejemplos en universidades de referencia

- Interactive technologies for the future classroom, European Schoolnet http://fcl.eun.org/course/interactive-techn
- Máster en Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Educación y Aprendizaje Digital, Universidad Antonio Nebrija, <a href="https://www.campuseducacion.com/master-oficial-universitario-tic/?ref=FqdzxW">https://www.campuseducacion.com/master-oficial-universitario-tic/?ref=FqdzxW</a>

Referencias documentales y/o bibliográficas (indicar URL)

 N.J. Rushby (2019). An Introduction to Educational Computing, <a href="https://www.routledge.com/An-Introduction-to-Educational-Computing-1st-Edition/Rushby/p/book/9780367260996">https://www.routledge.com/An-Introduction-to-Educational-Computing-1st-Edition/Rushby/p/book/9780367260996</a>

#### 7.2. En titulaciones STEM

En nuestra opinión, al menos los siguientes contenidos de IA deberían ser abordados en la formación de los profesionales STEM, pudiendo adaptarse en cada caso a la titulación concreta dependiendo de la disciplina.

Inteligencia Artificial para STEM				
Importancia de esta formación	Las universidades deben necesariamente actualizar los contenidos de sus programas. Una parte fundamental es la incorporación de Inteligencia Artificial por su carácter marcadamente transversal a todas las áreas de conocimiento. La IA está en vías de convertirse en el ámbito científicotecnológico de mayor trascendencia socioeconómica de la historia, afectando a las habilidades y capacidades de las demás titulaciones científico-tecnológicas, motivo por el cual no deberíamos prescindir de su conocimiento en titulaciones STEM, que debieran conocer la tecnología, sus metodologías, herramientas, posibilidades e implicaciones.			
Descriptores	<ul> <li>IA. Aspectos básicos y escenarios realistas</li> <li>Resolución de problemas en IA</li> <li>Aprendizaje Automático</li> <li>Big data</li> <li>Temas avanzados relacionados con la titulación donde se implante</li> </ul>			

Duración razonable en créditos	Para un curso introductorio, habría que dedicar, al menos, 3 ECTS.  Dependiendo de las titulaciones STEM concretas podría ajustarse el contenido, centrándose en lo más relevante para la disciplina.
Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado	Obligatoria en los grados STEM. Si el alumno no ha cursado anteriormente la asignatura, sería recomendable que la asignatura estuviese disponible en los cursos de postgrado.
Buenos ejemplos en universidades de referencia	Este tipo de asignatura está poco extendido todavía en las universidades europeas y americanas, aunque existen estudios y recomendaciones al respecto.
	El MIT ha iniciado un plan para un nuevo College en IA "bilingüe", es decir, que se incluya en disciplinas STEM, de ciencias sociales y humanidades <a href="https://www.nytimes.com/2018/10/15/technology/mit-college-artificial-intelligence.html">https://www.nytimes.com/2018/10/15/technology/mit-college-artificial-intelligence.html</a> .
	En su catálogo de Grados, existen optativas de Ciencia e Ingeniería de Datos <a href="http://catalog.mit.edu/mit/undergraduate-education/general-institute-requirements/#restrequirementtext">http://catalog.mit.edu/mit/undergraduate-education/general-institute-requirements/#restrequirementtext</a>
	En UCL los grados STEM contienen una asignatura genérica de Engineering Challenges, que podría incluir contenidos de IA.
	https://www.ucl.ac.uk/prospective-students/undergraduate/degrees/engineering-electronic-electrical-beng/2020/
Referencias documentales y/o bibliográficas	Eaton, S. Koenig, C. Schulz, F. Maurelli, J. Lee, J. Eckroth, M. Crowley, R.G. Freedman, R.E. Cardona-Rivera, T. Machado, T. willimans. Blue Sky Ideas in Artificial Intelligence Education from the EAAI 2017 New and Future AI Educator Program https://arxiv.org/pdf/1702.00137.pdf
	W. Liao, O. Guzide. Teaching Artificial Intelligence for Undergraduate Students: A Project Based Approach https://www.ccsc.org/publications/ACM/JCSC34_3/EA_23.pdf
	V. Scott Gordon. Experiences with Artificial Intelligence as an Undergraduate Creative Capstone Course. https://www.aaai.org/Papers/Symposia/Spring/2008/SS-08-08-007.pdf
	Estudio del Gobierno Australiano en L. LOBLE, T. CREENAUNE AND J. HAYE (Eds). Future Frontires: Education of an Al world. Melbourne Univ. Press, 2017.

### 7.3. En la formación transversal de los profesionales en IA: Alrededor de la IA

En nuestra opinión, al menos los siguientes contenidos alrededor de la IA deberían ser abordados en la formación de los profesionales en IA, organizados en materias diferenciadas o no, dependiendo de las circunstancias a las que ya hemos aludido. Por ejemplo, la formación de

un informático especializado en IA no será igual que la de un ingeniero químico, aunque este reciba una formación en IA que complemente la de su ámbito de formación dentro de los contenidos propios en dicha ingeniería.

Alrededor de la IA se han cubierto los siguientes bloques temáticos<sup>8</sup>:

- 1. Ética e IA: Hacia una tecnología confiable.
- 2. Privacidad e IA.
- 3. Desigualdad social e IA.
- 4. Fundamentos del derecho en IA.
- 5. Economía y empresa digitales.
- 6. Innovación y automatización basadas en tecnologías inteligentes.

#### Ética e Inteligencia Artificial: Hacia una tecnología confiable 9

Los científicos y los ingenieros, en general, no reciben y, por tanto, no tienen ninguna capacitación en Ética, ya que ésta no ha sido considerada en su formación. Sin embargo, el diseño, el uso y los efectos personales y sociales de la ciencia y la tecnología, en especial de la Inteligencia Artificial, necesitan ajustarse a principios y valores éticos para legitimarse y merecer la confianza de la ciudadanía.

## Importancia de esta formación

El objetivo de enseñar Ética en los grados STEM responde al enorme impacto de las tecnologías, en particular las TIC, en las personas y en la sociedad en su conjunto. La IA puede convertirse en el ámbito científico-tecnológico de mayor trascendencia socioeconómica de la historia, por lo que no podemos formar profesionales de la IA que no conozcan y reflexionen sobre su impacto ético, legal, social, económico y cultural.

- Ética (aspectos históricos y filosóficos)
- Cuestiones generales de carácter ético, legal, social, económico y cultural
- Responsabilidad

#### Descriptores

- Ética en las sociedades basadas en las TIC
- Metodologías para la investigación ética y el diseño de sistemas inteligentes confiables
- Diseño éticamente alineado

### Duración razonable en créditos

Entre de 2h y 4h/semana durante un semestre, para un curso introductorio.

Es decir, al menos, 3 ECTS, asumiendo que hay quince semanas lectivas y que cada 10 horas presenciales equivalen 1 ECTS<sup>10</sup>.

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado

Debería ser una asignatura *obligatoria* en los grados de Ingeniería y Ciencia.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Ética y Tecnología.

Buenos ejemplos en  Fairness in Machine Learning (U. California Berkeley) https://fairmlclass.github.io

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Agradecemos la aportación de Ulises Cortés, de la UPC, en la parte de ética y del grupo de investigación *Red de Administración y Empresa*, de la Universidade de Santiago de Compostela, en las de derecho y empresa.

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> El objetivo en la Unión Europea es la definición de una IA confiable (Trustworthy IA). Ver <a href="https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\_id=58477">https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\_id=58477</a>

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Hay cursos de hasta 5 ECTS, ver por ejemplo, <a href="http://home.deib.polimi.it/schiaffo/CE/">http://home.deib.polimi.it/schiaffo/CE/</a>

#### universidades de referencia

- Robots & Society. (Georgia Tech)
   https://www.cc.gatech.edu/classes/AY2013/cs4002 spring/indexbackup.
   html
- Computer Ethics. (Politécnico di Milano). http://home.deib.polimi.it/schiaffo/CE/
- Digital Society: Ethical, Societal and Economic Challenges (ETH, Zurich) http://www.coss.ethz.ch/education/digital.html
- The Ethics and Governance of Artificial Intelligence. (Harvard) https://h2o.law.harvard.edu/playlists/53282
- Ethical and Social Issues in AI (Cornell).
- Professional Practice in Artificial Intelligence (UPC)
   https://www.fib.upc.edu/en/studies/masters/master-artificial-intelligence/curriculum/syllabus/PPAI-MAI
- Edson J. Safra. Center for Ethics <a href="https://ethics.harvard.edu">https://ethics.harvard.edu</a>
- Barbara Groz et al. Embedded EthiCS: Integrating Ethics Broadly Across Computer Science Education.
- Ethic guidelines for trustworthy AI
- The Ethically Aligned Design University Consortium
- Algorithm Watch. Al Ethics Guidelines Global Inventory.
   <a href="https://algorithmwatch.org/en/project/ai-ethics-guidelines-global-inventory/">https://algorithmwatch.org/en/project/ai-ethics-guidelines-global-inventory/</a>

### Referencias documentales y/o bibliográficas (indicar URL)

#### Privacidad e Inteligencia Artificial

En general, la formación en Derecho suele ser anecdótica en los planes de estudio STEM, siendo común encontrar una asignatura aislada en el plan de estudios y que, generalmente, tiene un enfoque meramente legislativo, sin conexión pragmática con la labor diaria del científico e ingeniero. Sin embargo, el diseño, el desarrollo y el uso de soluciones basadas en inteligencia artificial debe considerar siempre la garantía de la privacidad cuando están en juego datos personales o decisiones sobre individuos a partir de un análisis automatizado de datos. Estas soluciones deben ajustarse, desde su concepción y en todo momento, a los principios de privacidad que establece la legislación vigente.

## Importancia de esta formación

El objetivo de enseñar Privacidad en los grados STEM responde a la necesidad de trasladar los principios de equidad, limitación del propósito, minimización del dato y transparencia.

Adquiere más importancia, si cabe, con la expansión del IoT.

- Normativas relacionadas con la privacidad: GPRD y LOPD-GDD
- Metodologías para la investigación responsable y el diseño de sistemas inteligentes que garanticen la privacidad.
- Privacidad por diseño y por defecto
- Evaluación del impacto de la protección de datos
- Perfilado y decisiones automatizadas
- Accountability
- Diseño centrado en el usuario. Privacidad usable

#### Descriptores

Duración razonable en créditos

Se considera que debería haber una materia individual, de entre 4.5 y 6 créditos ECTS.

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado

Debería ser una asignatura *obligatoria* en segundo o tercer curso de los grados de Ingeniería y Ciencia, especialmente en Ingeniería Informática.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Privacidad y Tecnología.

- Privacy Engineering (Imperial College)
   https://www.imperial.ac.uk/computing/current-students/courses/408/
- Master Data Science and Society (Tilburg University)
   https://www.tilburguniversity.edu/education/masters-programmes/data-science-and-society
- Master of Science in Information Technology—Privacy Engineering (MSIT-PE) (Carnegie Mellon University), http://privacy.cs.cmu.edu/index.html
- 17-631 Information Security, Privacy, and Policy (Carnegie Mellon University), <a href="http://privacy.cs.cmu.edu/plan/courses/index.html">http://privacy.cs.cmu.edu/plan/courses/index.html</a>
   <a href="http://privacy.cs.cmu.edu/MSIT-PE-brochure-fall2018.pdf">http://privacy.cs.cmu.edu/MSIT-PE-brochure-fall2018.pdf</a>
- Certificate in Information Management, Privacy, and Access (University of Guelph)
   <a href="https://courses.opened.uoguelph.ca/public/category/courseCategoryCertificateProfile.do?method=load&certificateId=129924">https://courses.opened.uoguelph.ca/public/category/courseCategoryCertificateProfile.do?method=load&certificateId=129924</a>
- Access to Information and Privacy Law (University of the Witwatersrand, Johannesburg.)
   <a href="https://www.wits.ac.za/mandelainstitute/short-courses/2nd-semester-courses/access-to-information-and-privacy-law/">https://www.wits.ac.za/mandelainstitute/short-courses/2nd-semester-courses/access-to-information-and-privacy-law/</a>

Buenos ejemplos en universidades de referencia

- The Algorithmic Foundations of Data Privacy (University of Minnesota)
   https://www-users.cs.umn.edu/~zsw/courses/privacyF18.html
- Bachelor of Laws / Bachelor of Computer Science (Swinburne University of Technology)
   <a href="https://www.swinburne.edu.au/study/course/bachelor-of-laws-bachelor-of-computer-science/">https://www.swinburne.edu.au/study/course/bachelor-of-laws-bachelor-of-computer-science/</a>
- Developing a Privacy Management Program in the Digital Enterprise (University of Toronto) <a href="https://learn.utoronto.ca/programs-courses/courses/3470-developing-privacy-management-program-digital-enterprise">https://learn.utoronto.ca/programs-courses/courses/3470-developing-privacy-management-program-digital-enterprise</a>
- Fundamentals of Privacy, Information Governance and Access in the Digital Enterprise (University of Toronto) <a href="https://learn.utoronto.ca/programs-courses/courses/3468-fundamentals-privacy-information-governance-and-access-digitalP">https://learn.utoronto.ca/programs-courses/courses/3468-fundamentals-privacy-information-governance-and-access-digitalP</a>
- Privacy Risks, Protection and Ethics in the Digital Enterprise (University of Toronto)
   <a href="https://learn.utoronto.ca/programs-courses/courses/3469-privacy-risks-protection-and-ethics-digital-enterprise">https://learn.utoronto.ca/programs-courses/courses/3469-privacy-risks-protection-and-ethics-digital-enterprise</a>
- Privacy Management in the Digital Enterprise (University of Toronto)
   <a href="https://learn.utoronto.ca/programs-courses/certificates/privacy-management-digital-enterprise">https://learn.utoronto.ca/programs-courses/certificates/privacy-management-digital-enterprise</a>
- Information Access and Protection of Privacy (University of Alberta)

 $\frac{\text{https://www.ualberta.ca/extension/continuing-education/programs/public-sector/iapp}{}$ 

- Digital Rights: Data Protection, Privacy and Freedom of Expression Online (London School of Economics and Political Science) http://www.lse.ac.uk/study-at-lse/Summer-Schools/Ise-pku-summer-school/assets/Documents/2018-course-outlines/LPS-LL205-Course-Outline-2018.pdf
- Andrea Scripa Els (2017). Artificial Intelligence as a Digital Privacy Protector, Harvard Journal of Law & Technology, Volume 31, Number 1 Fall 2017, <a href="https://jolt.law.harvard.edu/assets/articlePDFs/v31/31HarvJLTech217.pdf">https://jolt.law.harvard.edu/assets/articlePDFs/v31/31HarvJLTech217.pdf</a>

Referencias documentales y/o bibliográficas (indicar URL)

- Alessandro Mantelero (2019). Artificial Intelligence and Data Protection:
   Challenges and Possible Remedies, Consultative Committee of the
   Convention for the Protection of Individuals with Regard to Automatic
   Processing of Personal Data (Convention 108) Report on Artificial Intelligence,
   <a href="https://rm.coe.int/artificial-intelligence-and-data-protection-challenges-and-possible-re/168091f8a6">https://rm.coe.int/artificial-intelligence-and-data-protection-challenges-and-possible-re/168091f8a6</a>
- ICO (2017), Big data, artificial intelligence, machine learning and data protection, <a href="https://ico.org.uk/media/for-organisations/documents/2013559/big-data-ai-ml-and-data-protection.pdf">https://ico.org.uk/media/for-organisations/documents/2013559/big-data-ai-ml-and-data-protection.pdf</a>

#### Desigualdad Social e Inteligencia Artificial

Por su marcado carácter transversal y de impacto social, las Tecnologías de la Información, y en concreto la IA, requieren una perspectiva multidisciplinar y centrada en la persona, que considere el concepto de interseccionalidad, por ejemplo a la hora de diseñar e implementar algoritmos de clasificación automática.

La interseccionalidad es un enfoque que subraya que el género, la etnia, la clase u orientación sexual, como otras categorías sociales, son construidas y están interrelacionadas, y esa interrelación debe ser considerada para no dar lugar a discriminación.

## Importancia de esta formación

Uno de los grandes enemigos de la diversidad y la inclusión son los sesgos inconscientes (bias). Los sesgos generan interpretaciones erróneas o inexactas de la realidad y, como consecuencia, pueden reforzar la discriminación, exclusión y desigualdad. Todas las personas tenemos sesgos inconscientes y la clave para acabar con ellos es hacerlos conscientes.

Por tanto, es fundamental trabajar en la concienciación y cultura de los profesionales dedicados a la IA, con el objetivo de evitar que se potencien los estereotipos y, en consecuencia, las brechas.

Precisamente, la propia IA puede ayudar a hacer frente a esos sesgos inconscientes, siendo actualmente un campo de investigación abierto.

- Desigualdades culturales: interseccionalidad
- Sesgos inconscientes en la algoritmia asociados al género, la etnia, la clase, la especie, la discapacidad, la orientación sexual, la religión, la casta, la edad, la nacionalidad y otros ejes de identidad
- Interseccionalidad y discriminación algorítmica
- Verificación/Curación de los datos
- Feminismo de los datos

#### Descriptores

- Calidad de los tests de entrenamiento y pruebas
- Factores PIE (Pose, Iluminación y variación de la Expresión) en reconocimiento facial

### Duración razonable en créditos

Se considera que debería haber una materia individual, de al menos 3 créditos ECTS.

### Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado

Debería ser una asignatura *obligatoria* en tercer o cuarto curso de los grados de Ingeniería Informática.

Por otro lado, debería ser *exigible* en los programas de postgrado cuando el/la estudiante no haya cursado en el grado ninguna asignatura relacionada con Desigualdades sociales y TIC/IA.

Buenos ejemplos en universidades

de referencia

- Gender, Race, and the Complexities of Science and Technology: A Problem-Based Learning Experiment (MIT)
   <a href="https://ocw.mit.edu/courses/womens-and-gender-studies/wgs-693-gender-race-and-the-complexities-of-science-and-technology-a-problem-based-">https://ocw.mit.edu/courses/womens-and-gender-studies/wgs-693-gender-race-and-the-complexities-of-science-and-technology-a-problem-based-</a>
  - Cultures of Computing (MIT)
    <a href="https://ocw.mit.edu/courses/anthropology/21a-350j-cultures-of-computing-fall-2011/#">https://ocw.mit.edu/courses/anthropology/21a-350j-cultures-of-computing-fall-2011/#</a>
- Women's and Gender Studies (MIT)
   https://ocw.mit.edu/courses/womens-and-gender-studies/
- University of Cambridge Centre for Gender Studies <a href="https://www.gender.cam.ac.uk/">https://www.gender.cam.ac.uk/</a>

learning-experiment-spring-2009/

- Neha Kumar, Naveena Karusala (2019). Intersectional computing. ACM Interactions 26, 2 (February 2019), 50-54. DOI: https://doi.org/10.1145/3305360
- Joy Buolamwini, Timnit Gebru (2018). Gender Shades: Intersectional Accuracy
  Disparities in Commercial Gender Classification, Proceedings of Machine
  Learning Research 81:1–15, 2018 Conference on Fairness, Accountability, and
  Transparency,
  <a href="http://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a/buolamwini18a.pdf">http://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a/buolamwini18a.pdf</a>,

http://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a/buolamwini18a.pdf , http://gendershades.org/

### Referencias documentales y/o bibliográficas (indicar URL)

- Kliegr et al. (2018). A review of possible effects of cognitive biases on interpretation of rule-based machine learning models, https://arxiv.org/pdf/1804.02969.pdf
- Skeem, Jennifer L. and Lowenkamp, Christopher, Risk, Race, & Recidivism: Predictive Bias and Disparate Impact (June 14, 2016), https://ssrn.com/abstract=2687339 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.26873
   39
- Azucena Hernández Sánchez (2016). Qué hace una chica como tú en una Escuela como esta: género e interdisciplinariedad, IBERCIENCIA: Comunidad de Educadores para la Cultura Científica. https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Que-hace-una-chicacomo-tu-en-una-Escuela-como-esta-genero-e
- Rebecca F. Plante, Lis M. Mau (2010). Doing Gender Diversity. Readings in Theory and Real-World Experience, Taylor & Francis, https://doi.org/10.4324/9780429500930, eBook ISBN 9780429500930

- Elizabeth F. Churchill (2010). Sugared puppy-dog tails: Gender and design, ACM Interactions, Volume 17 Issue 2, March + April 2010, Pages 52-56, doi>10.1145/1699775.1699787
- Tay B.T.C., Park T., Jung Y., Tan Y.K., Wong A.H.Y. (2013) When Stereotypes
  Meet Robots: The Effect of Gender Stereotypes on People's Acceptance of a
  Security Robot. In: Harris D. (eds) Engineering Psychology and Cognitive
  Ergonomics. Understanding Human Cognition. EPCE 2013. Lecture Notes in
  Computer Science, vol 8019. Springer, Berlin, Heidelberg,
  https://doi.org/10.1007/978-3-642-39360-0 29
- Philomena Mantella (2019). An intersectional approach to the future of learning, https://www.universityworldnews.com/post.php?story=2019040315114891
- Buolamwini, J., Gebru, T. (2018) Gender Shades: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification, Proceedings of Machine Learning Research 81:1–15, 2018.
- Craglia et al. 2018. Artificial Intelligence: A European Perspective. Joint Research Centre, 2018. https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eurscientific-and-technical-research-reports/artificial-intelligence-europeanperspective
- Tolan, S. (2018). Fair and Unbiased Algorithmic Decision Making: Current State and Future Challenges, JRC technical report.
- Songül Tolan, Marius Miron, Carlos Castillo, Emilia Gómez. (2018b)
   Performance, fairness and bias of expert assessment and machine learning algorithms: the case of juvenile criminal recidivism in Catalonia, Algorithms and Society Workshop.
- James Foulds et al. (2018). Bayesian Modeling of Intersectional Fairness: The Variance of Bias, https://arxiv.org/abs/1811.07255
- Aylin Caliskan, Joanna J Bryson, and Arvind Narayanan (2017). Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases. Science, 356(6334):183–186, 2017, https://science.sciencemag.org/content/356/6334/183.abstract

En el futuro habrá que definir jurídicamente aspectos esenciales como la personalidad jurídica de los robots o las responsabilidades por sus acciones (civiles, penales, etc.). Véase, por ejemplo, la Resolución del Parlamento Europeo, de 16 de febrero de 2017, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil sobre robótica [2015/2103(INL)].

A partir de aquí debemos comprender que las normas que establezcamos deberán tener en cuenta los criterios con los que el aprendizaje de dichos sistemas inteligentes deberá ser evaluado. Y en dicho punto es esencial comprender cuáles son los criterios con los que deben aprender e interactuar con otros sistemas o con las personas (por ejemplo, una IA oscura que en colusión con humanos u otra IA altera la libre competencia o planifica la elusión de impuestos). Estos criterios deben tener una base ética y una base jurídica, pero ello resultará tan complicado como resulta ahora valorar algunas conductas humanas (en términos jurídicos).

## Importancia de esta formación

Este panorama se complica en cuanto contextualizamos lo anterior con el panorama geopolítico global, donde existen culturas y modelos políticos y económicos que no se identifican con los de la UE.

Dado que no existirá una IA neutra, es importante comprender la importancia de marco ético y el contexto jurídico en el que debe operar su desarrollo, evitando los sesgos en el aprendizaje. Podemos establecer un símil con la formación en las Ciencias de la Salud, en la que hay asignaturas que cumplen una función similar, si bien cuentan con la ventaja de tener un marco jurídico desarrollado.

Otro aspecto a tener en cuenta en los grados en las titulaciones STEM, son los diversos aspectos sobre los que la IA puede influir en la práctica jurídica (judicatura, abogacía, asesoría y consultoría, auditoría, administración, etc.). A modo de ejemplo, pueden verse los temas propuestos para la 17ª CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y DERECHO

**Vid.**: <a href="http://www.iaail.org/?q=article/icail-2019-17th-international-conference-artificial-intelligence-and-law-third-call-papers">http://www.iaail.org/?q=article/icail-2019-17th-international-conference-artificial-intelligence-and-law-third-call-papers</a>

- Inteligencia artificial y Derecho
- Cuestiones éticas y jurídicas para la IA

#### Descriptores

- Análisis y razonamiento jurídico para la IA
- Normas de Derecho civil sobre robótica
- Aplicaciones basadas en IA para la práctica jurídica, la administración pública y la gobernanza empresarial

Duración razonable en créditos

Se considera que debería haber una materia individual, de 4.5 a 6 créditos ECTS

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado

Se considera que debería impartirse como asignatura de formación básica en primer curso o, al menos, como una materia Optativa para ofrecer en la segunda parte del grado

Buenos ejemplos en universidades de referencia https://law.stanford.edu/courses/regulating-artificial-intelligence/

https://internetpolicy.mit.edu/seminars-events/ai-policy-2019/

https://handbook.unimelb.edu.au/2019/subjects/laws90145

http://www.monash.edu/pubs/2019handbooks/units/LAW5649.html

http://www.bsc.brussels/lawAndAi

https://www.uio.no/studier/emner/jus/jus/JUS5671/

Algunas obras recientemente publicadas y que pueden ayudar a nutrir estos contenidos, son las siguientes:

Referencias documentales y/o bibliográficas (indicar enlaces web si procede)

- 4ª Revolución Industrial: Impacto de la Automatización y la Inteligencia Artificial en la Sociedad y la Economía Digital; ISBN: 978-84-1309-063-4; Aranzadi, 2018
- Sociedad digital y Derecho; ISBN: 9788434024830; Boletín Oficial del Estado. (BOE). 2018.
- Normas de Derecho civil y robótica. Robots inteligentes, personalidad jurídica, responsabilidad civil y regulación; ISBN: 978-84-13-08177-9; Aranzadi, 2018.
- https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelinestrustworthy-ai

#### Economía y empresas digitales

## Importancia de esta formación

Tener ciertos conocimientos de gestión empresarial es cada vez más importante para los profesionales STEM, en particular aquellos más orientados a las TI y, más aún, a la IA. Una parte muy importante de la informática se orienta a actividades empresariales y además se está incrementando el número de los estudiantes y egresados que participan en la creación de empresas y necesitan conocimientos de gestión de sus propios negocios. Es más, la propia gestión de muchas empresas en el ámbito digital precisa de herramientas informáticas, cada vez más sofisticadas y potentes.

- Descriptores
- Dirección y gestión de Empresas
- Decisiones de inversión y financiación en la empresa
- Nuevos Modelos de Negocio
- Inteligencia de negocios

Duración razonable en créditos Al menos una materia de 4,5 o 6 créditos, idealmente más, para poder así abordar los conocimientos básicos al menos de la transformación digital de la empresa y la creación y gestión de nuevos modelos de negocio

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado

Debería ser formación de grado, entre segundo y tercero.

Buenos ejemplos en universidades de referencia

https://ingenieria.deusto.es/cs/Satellite/ingenieria/es/facultadingenieria/estudios-0/grados-2/ingenieria-informatica--transformacion-digital-dela-empresa-/plan-de-estudios-64/info-prog?idSeccion=2

Referencias documentales y/o Gestión de empresas informáticas. Cerrada Somolinos, Carlos; Pérez Gorostegui, Eduardo. Editorial Universitaria Ramón Areces.

bibliográficas

Problemas de gestión de empresas informáticas. Carlos; Pérez Gorostegui, Eduardo. Editorial Universitaria Ramón Areces.

(indicar enlaces web si procede)

Vicki L. Sauter. Decision Support Systems for Business Intelligence. Wiley. 2011.

Efraim Turban, Ramesh Sharda, Dursun Delen. Decision Support and Business Intelligence Systems. Pearson. 2001.

Daniel Power. Decision Support, Analytics, and Business Intelligence. Business Expert Press. 2013.

Ian H. Witten, Eibe Frank and Mark A. Hall. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Morgan Kaufmann. 2011.

Bernard Marr, "Data Strategy: How to Profit from a World of Big Data, Analytics and the Internet of Things", Editor Kogan

#### Innovación y automatización basadas en tecnologías inteligentes

La innovación es clave para un desarrollo socio-económico sostenible. Además, la innovación basada en conocimiento y desarrollo tecnológico es la que proporciona una mayor rentabilidad. Las tecnologías de la IA abren un mundo nuevo de posibilidades para innovar en servicios, procesos y productos. 11 Pero para llevar adelante la innovación basada en la IA no es suficiente disponer del potencial de la tecnología. La paradoja de Solow ya evidenció que la mera penetración de las computadoras no suponía sin más un aumento de la productividad. Lo mismo ocurre ahora con las tecnologías de la IA. Necesitamos abordar el carácter sistémico de la innovación y el análisis de los entornos (ecosistemas) donde ésta tiene lugar. También el análisis y la gestión de la innovación dentro de las organizaciones. La automatización del trabajo, por otra parte, se está acelerando con la penetración de las tecnologías inteligentes. Su impacto será enorme en las próximas décadas, como nunca antes se ha visto y con una velocidad muy superior. Que sea para bien o para mal dependerá básicamente de tres pilares: educación, políticas públicas y de una incorporación inteligente de la IA (muy distinta de la mera substitución de trabajadores)

Importancia de esta formación

- Innovación y desarrollo socioeconómico
- Sistemas y ecosistemas de innovación

Descriptores

- Análisis y gestión de la innovación en las organizaciones
- Automatización inteligente
- Emprendimiento basado en tecnologías inteligentes: de la idea al mercado

Duración razonable en créditos

Entre 4,5 y 6 ECTS.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> David Rotman, "El verdadero poder de la IA: revolucionar nuestra forma de inventar". MIT Technology Review, 2019 (<a href="https://www.technologyreview.es/s/10952/el-verdadero-poder-de-la-ia-revolucionar-nuestra-forma-de-inventar">https://www.technologyreview.es/s/10952/el-verdadero-poder-de-la-ia-revolucionar-nuestra-forma-de-inventar</a>)

Especificar si debería ser una formación de grado (indicar curso) o posgrado

Idealmente debería abordarse en el grado en Ingeniería Informática y, en general, de todas las ingenierías relacionadas con las TIC. En los últimos cursos de la titulación. En todo caso, siempre en los máster relacionados con la IA y sus aplicaciones.

Master in Autonomous Systems, EIT Digital Master School

(https://www.masterstudies.com/Master-in-Autonomous-Systems-

ejemplos en (AUS)/Finland/EIT-Digital/)

universidades Master in Intelligent Interactive Systems, Universitat Pompeu Fabra

de referencia (https://www.masterstudies.com/Master-in-Autonomous-Systems-

(AUS)/Finland/EIT-Digital/)

Referencias

**Buenos** 

documentales y/o

bibliográficas (indicar enlaces web si procede) Paul R. Daugherty y H. James Wilson, "Human + Machine: Remaining Work in the Age of AI", Harvard Business Review Press, 2018

### 8. Conclusiones para la reflexión

Una vez completado este análisis se obtienen unas ideas principales para cada una de las líneas de trabajo que se han abordado.

A pesar de los esfuerzos para integrar las tecnologías de la información en los centros escolares de las etapas preuniversitarias en los últimos años, en la práctica aún no se ha conseguido un uso generalizado de las tecnologías (y concretamente de las tecnologías de IA) en las metodologías aplicadas en el aula. Menos todavía su adecuada utilización en procesos de innovación educativa, que no solo supongan la novedad de integrar las tecnologías, sino el éxito medible de utilizarlas adecuadamente. Obviamente se necesitan más y mejores medios, pero sobre todo se requieren medidas concretas para la adecuada **formación del profesorado** y su capacitación para un uso adecuado de los mismos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el apartado 3.3 se proponen acciones concretas en relación con la formación del profesorado.

Con respecto a la **formación de profesionales en el ámbito de la IA**, es urgente que se tomen medidas para aumentar su número y competencia, y no solo para el ejercicio profesional en los distintos ámbitos, ya que todos, de un modo u otro, se están viendo y se verán aún más afectados por la IA, sino para desarrollar la IA misma o desarrollar nuevos modelos de actividad y negocio a su alrededor. En este sentido, es imprescindible adecuar la formación universitaria a las necesidades actuales y futuras del mercado laboral y de la sociedad en general, sugiriendo mejoras en la organización de las universidades en el apartado 4.4.

En cuanto a la **formación de las competencias transversales alrededor de la IA**, se identifican carencias en el currículum en cuestiones relacionadas con la ética, la privacidad, la desigualdad social, los fundamentos del derecho (en IA), la economía y empresa digitales y la innovación y automatización basadas en tecnologías inteligentes. En el apartado 7.3 se plantean propuestas de posibles asignaturas que cubran estas competencias. No pensemos que es suficiente formar en la componente tecnológica; si no tenemos siempre presente que las tecnologías, también las

de la IA, han de ser pensadas para el bien de las personas, individual y colectivamente, pagaremos las consecuencias.

En relación con las tecnologías inteligentes aplicadas a la personalización de la formación, se han identificado aspectos éticos y sociales y cuestiones relacionadas con la gestión inteligente de datos, en cuanto a su recolección, análisis y su uso en modelos predictivos. En el apartado 6.3 se proponen actuaciones a llevar cabo y se incide en el potencial de la IA en la personalización de la educación.

En general, queda patente la complejidad de orquestar y desplegar las actuaciones planteadas en este documento. Para conseguir los objetivos propuestos en cada línea deben coordinarse todos los actores implicados en las instituciones educativas y gubernamentales y también del sector productivo. Aquí damos un paso, pero quedan muchos más, y además pasos conjuntos.

#### 9. Referencias

- [1] Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2019). Estrategia Española de I+D+i en Inteligencia Artificial, <a href="http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ciencia/Ficheros/Estrategia Inteligencia Artificial-IDI.pdf">http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ciencia/Ficheros/Estrategia Inteligencia Artificial-IDI.pdf</a>
- [2] Redecker et al. (2011). The Future of Learning: Preparing for Change, JRC Scientific and Technical Reports, European Commission, <a href="https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eurscientific-and-technical-research-reports/future-learning-preparing-change">https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eurscientific-and-technical-research-reports/future-learning-preparing-change</a>
- [3] Institute For Women's Policy Research (2019). Women, Automation, and the Future of Work, <a href="https://iwpr.org/wp-content/uploads/2019/03/Automation-Final-Report-1.pdf">https://iwpr.org/wp-content/uploads/2019/03/Automation-Final-Report-1.pdf</a>
- [4] Organisation for Economic Co-operation and Development OECD (2018), The future of education and skills Education 2030, <a href="https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf">https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf</a>
- [5] European Coordinated Plan on Artificial Intelligence (2019), https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-6177-2019-INIT/en/pdf
- [6] Communication From The Commission To The European Parliament, The European Council, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions Coordinated Plan on Artificial Intelligence, <a href="https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/coordinated-plan-artificial-intelligence">https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/coordinated-plan-artificial-intelligence</a>
- [7] Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (2017). Competencias Digitales, <a href="http://educalab.es/intef/digcomp">http://educalab.es/intef/digcomp</a>
- [8] Government of Western Australia (2019). Future jobs, future skills <a href="https://www.jtsi.wa.gov.au/docs/default-source/default-document-library/future-jobs-future-skills-pdf.pdf?sfvrsn=fede731c">https://www.jtsi.wa.gov.au/docs/default-source/default-document-library/future-jobs-future-skills-pdf.pdf?sfvrsn=fede731c</a> 2
- [9] Observatorio Internacional de la Profesión Docente (2006). La profesión docente en Europa: perfil, tendencias y problemática. La formación inicial. http://www.ub.edu/obipd/PDF%20docs/Formaci%C3%B3%20Inicial/Educaci%C3%B3%20 Secundaria/Publicacions/La%20profesi%C3%B3n%20docente%20en%20Europa%20perfil, %20tendencias%20y%20problem%C3%A1tica.%20La%20formaci%C3%B3n%20inicial.%20 Esteve,%20J.%20M.pdf
- [10] INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado) (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, <a href="http://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017\_1020\_Marco-Com%C3%BAn-de-Competencia-Digital-Docente.pdf">http://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017\_1020\_Marco-Com%C3%BAn-de-Competencia-Digital-Docente.pdf</a>
- [11] ADELL SEGURA, Jordi et al. El debate sobre el pensamiento computacional en educación. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, [S.I.], v. 22, n. 1, p. 171-186, ene. 2019. ISSN 1390-3306. Disponible en:

- http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/22303. Fecha de acceso: 25 mar. 2019 doi: https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303.
- [12] UNESCO (2017). Innovación Educativa. Serie "Herramientas de apoyo para el trabajo docente", Oficina de Lima (Perú), <a href="http://docentesinnovadores.perueduca.pe/wp-content/uploads/2017/05/UNESCO INNOVACI%C3%93N.pdf">http://docentesinnovadores.perueduca.pe/wp-content/uploads/2017/05/UNESCO INNOVACI%C3%93N.pdf</a>
- [13] De la Quadra-Salcedo, T., Piñar Mañas, J.L. (2018). Sociedad Digital y Derecho, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Red.es y BOE, https://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/SociedadDigitalyDerecho 0.pdf
- [14] WIPO Technology Trends 2019, Artificial Intelligence, https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\_pub\_1055.pdf
- [15] Villalba-Condori, K. O., Lavonen, J., García-Peñalvo, F. J., & Zapata-Ros, M. (2019). ¿ Qué tipo de innovaciones necesitamos en la educación?, <a href="https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1486/1/Prologo%20spanish.pdf">https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1486/1/Prologo%20spanish.pdf</a>
- [16] Propuesta de RECOMENDACIÓN DEL CONSEJO relativa al seguimiento de los titulados, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0249&from=EN
- [17] Ala-Mutka, K. (2011). Mapping Digital Competence: Towards a Conceptual Understanding, European Commission - Joint Research Centre - Institute for Prospective Technological Studies, <a href="http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC67075">http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC67075</a> TN.pdf
- [18] European Commission (2019). Artificial intelligence: Commission takes forward its work on ethics guidelines, <a href="http://europa.eu/rapid/press-release">http://europa.eu/rapid/press-release</a> IP-19-1893 en.htm
- [19] JRC, European Commission (2018). Artificial Intelligence. A European Perspective, http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113826/ai-flagship-reportonline.pdf
- [20] JRC, European Commission (2018). DigComp, <a href="https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp">https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp</a>
- [21] Michel Servoz (2019). The Future of Work? Work of the Future! On how artificial intelligence, robotics and automation are transforming jobs and the economy in Europe", https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/future-work-work-future
- [22] World Economic Forum (2018). "Future of Jobs 2018", http://www3.weforum.org/docs/WEF\_Future\_of\_Jobs\_2018.pdf
- [23] Indeed (2018). Jobs of the Future: Emerging Trends in Artificial Intelligence, <a href="http://blog.indeed.com/2018/08/23/artificial-intelligence-report/">http://blog.indeed.com/2018/08/23/artificial-intelligence-report/</a>
- [24] Carr, N. (2011). Superficiales. ¿Qué está haciendo internet con nuestras mentes? Madrid: Taurus.
- [25] Soto, J. (2009). Políticas educativas y nuevos contextos de intervención en relación a las TIC. Panorama actual en el ámbito europeo y español [en línea]. Revista de Investigación en Educación, 4, 4-21. Consultado: 12-7-2012, en: file:///C:/Users/Usuario/Desktop/30-106-1-PB.pdf.
- [26] Robinson, K., & Aronica, L. (2015). Escuelas creativas: La revolución que está transformando la educación. Barcelona: Grijalbo.
- [27] Casey, A., Goodyear, V. A., & Armour, K. M. (2016). Rethinking the relationship between pedagogy, technology and learning in health and physical education. Sport, education and society, 22(2), 288-304. doi:10.1080/13573322.2016.1226792
- [28] Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- [29] Trujillo, F. (2015). De los ordenadores a los dispositivos móviles. En Giráldez, A. (coord.). De los ordenadores a los dispositivos móviles: propuestas de creación musical y audiovisual (11-29). Barcelona: Graó.

- [30] Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Punie, Y. (ed). EUR 28775 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg. En: https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/european-framework-digital-competence-educators-digcompedu
- [31] Kampylis, P., Punie, Y. & Devine, J. (2015); Promoting Effective Digital-Age Learning. A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations; EUR 27599 En; doi:10.2791/54070
- [32] Díaz, J. (2015). La competencia digital del profesorado de educación física en educación primaria: Estudio sobre el nivel de conocimiento, la actitud, el uso pedagógico y el interés por las TIC. (Tesis Doctoral inédita). Universitat de València. València.
- [33] Díaz, J.; García, J. M., & Pañego, M. (2019). Estudio de las actitudes y el interés de los docentes de primaria de educación física por las TIC en la Comunidad Valenciana. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, (35), 267-272.
- [34] Valverde, R., y Valverde, G. (2011). Adaptación de los estudios de magisterio al EEES: las TIC en los nuevos planes de estudio [en línea]. EDUTEC, Revista electrónica de tecnología educativa, (36),8-12. En: http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec36/pdf/Edutec-e\_n36\_Herrada\_Herrada.pdf.
- [35] Almerich, G., Suárez, J. M., Belloch, C. y Bo, R. M. (2011). Las necesidades formativas del profesorado en TIC: perfiles formativos y elementos de complejidad [en línea]. RELIEVE, 17,2. En: http://www.uv.es/RELIEVE/v17n2/RELIEVEv17n2\_1.htm.
- [36] BECTA (2007). Harnessing Technology Review 2007: Progress and impact of technology in education. Consultado: 17-10-2011, en: http://partners.becta.org.uk/upload-dir/downloads/page\_documents/research/harnessing\_technology\_review07.pdf.
- [37] Martín, A., Picos, A. y Ejido, L. (2010). Formar al profesorado inicialmente en habilidades y competencias en TIC: perfiles de una experiencia colaborativa- Revista de Educación, 352, 149-178. en: http://www.revistaeducacion.educacion.es/re352/re352\_07.pdf.
- [38] Sigalés, C., Mominó, J., Meneses, J., y Badia, A. (2008). La integración de internet en la educación escolar española: Situación actual y perspectivas de futuro. Barcelona: Planeta.
- [39] OCDE-DeSeCo (2005). Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary, 30-Jun-2005. [en línea]. Consultado el 2-4-2009, en: http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf.
- [40] Balanskat, A., Blamire, R. y Kefala, S. (2006). The ICT impact report. A review of studies of ICT impact on schools in Europea Communities: European Schoolnet.
- [41] UNESCO (2016). Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente. En:
  - http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Competenciasestandares-TIC.pdfn
- [42] Sánchez-Antolín, P., Ramos, F. J. y Sánchez, J. S. (2014). Formación continua y competencia digital docente: el caso de la comunidad de Madrid. Revista iberoamericana de educación, 65, 90-111.
- [43] Meneses, J., Fàbregues, S., Jacovkis, J., y Rodríguez-Gómez, D. (2014). La introducción de las TIC en el sistema educativo español (2000-2010): un análisis comparado de las políticas autonómicas desde una perspectiva multinivel. Estudios sobre Educación, 27, 63-90.
- [44] Bodily, R., & Verbert, K. (2017). Review of Research on Student-Facing Learning Analytics Dashboards and Educational Recommender Systems. IEEE Transactions on Learning Technologies, 10(4), 405–418. https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2740172

- [45] Boticario, J G, Santamaria, M., Aznarte, J. L., & Claramonte, J. (2019). Plan de Trabajo 2019-21, Vicerrectorado de Digitalización e Innovación.
- [46] Boticario, Jesus G, & Santos, O. C. (2007). An open IMS-based user modelling approach for developing adaptive learning management systems. Journal of Interactive Media in Education, 2(SEPTEMBER 2007), 1–19. https://doi.org/10.5334/2007-2
- [47] Chipman, S. F., Segal, J. W., & Glaser, R. (1985). Thinking and learning skills (Vol. 2). Hillsdale, N. J.: Earlbaum.
- [48] Drachsler, H., & Greller, W. (2016). Privacy and Analytics: It's a DELICATE Issue a Checklist for Trusted Learning Analytics. In Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge (pp. 89–98). New York, NY, USA: ACM. https://doi.org/10.1145/2883851.2883893
- [49] du Boulay, B. (2016). Artificial Intelligence as an Effective Classroom Assistant. IEEE Intelligent Systems, 31(6), 76–81. https://doi.org/10.1109/MIS.2016.93
- [50] du Boulay, Benedict. (2016). Recent Meta-reviews and Meta-analyses of AIED Systems. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(1), 536–537. https://doi.org/10.1007/s40593-015-0060-1
- [51] Dwivedi, S., & Roshni, V. S. K. (2017). Recommender system for big data in education. In 2017 5th National Conference on E-Learning E-Learning Technologies (ELELTECH) (pp. 1– 4). https://doi.org/10.1109/ELELTECH.2017.8074993
- [52] Ehlers, M., Schuwer, R., & Janssen, B. (2018). Open Educational Resources for skills development. Retrieved from https://unevoc.unesco.org/up/OER-in-TVET.pdf
- [53] Ferguson, R., Coughlan, T., Egelandsdal, K., Gaved, M., Herodotou, C., Hillaire, G., ... others. (2019). Innovating Pedagogy 2019: Open University Innovation Report 7. The Open University.
- [54] Fisher, K. M., & Lipson, J. I. (1985). Information processing interpretation of errors in college science learning. Instructional Science, 14, 49–74.
- [55] Gómez, J., Jiménez, T., Cordón, O., Cruz, F., Peña, E., & Sarmiento, I. (2018). Informe de situación de las tecnologías educativas en las universidades (FOLTE). CRUE Universidades Españolas. Retrieved from http://www.crue.org/SitePages/FOLTE.aspx
- [56] Hew, K. F., Qiao, C., & Tang, Y. (2018). Understanding Student Engagement in Large-Scale Open Online Courses: A Machine Learning Facilitated Analysis of Student's Reflections in 18 Highly Rated MOOCs. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 19(3). https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i3.3596
- [57] Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H., & Mavrikis, M. (2018). Technology-enhanced Personalised Learning: Untangling the Evidence.
- [58] Jivet, I., Scheffel, M., Specht, M., & Drachsler, H. (2018). License to Evaluate: Preparing Learning Analytics Dashboards for Educational Practice. In Proceedings of the 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge (pp. 31–40). New York, NY, USA: ACM. https://doi.org/10.1145/3170358.3170421
- [59] Lane, H. C., McCalla, G., Looi, C.-K., & Bull, S. (2016). Preface to the IJAIED 25th Anniversary Issue, Part 2. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), 539–543. https://doi.org/10.1007/s40593-016-0109-9
- [60] Moreno, G., Martinez, L., Boticario, J. G. J. G., & Fabregat, R. (2009). Research on standards supporting A2UN@: Adaptation and Accessibility for ALL in higher education. CEUR Workshop Proceedings, 495, 1–10. Retrieved from http://oa.upm.es/5551/2/INVE\_MEM\_2009\_65404.pdf
- [61] Ortigosa, A., Carro, R. M., Bravo-Agapito, J., Lizcano, D., Alcolea, J. J., & Blanco, Ó. (2019). From Lab to Production: Lessons Learnt and Real-Life Challenges of an Early Student-

- Dropout Prevention System. IEEE Transactions on Learning Technologies, 12(2), 264–277. https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2911608
- [62] Pardos, Z. A. (2017). Big data in education and the models that love them. Current Opinion in Behavioral Sciences, 18, 107–113.
- [63] Poquet, O., Lim, L., Mirriahi, N., & Dawson, S. (2018). Video and Learning: A Systematic Review (2007--2017). In Proceedings of the 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge (pp. 151–160). New York, NY, USA: ACM. https://doi.org/10.1145/3170358.3170376
- [64] Pozo, J. I. (1987). Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Madrid: Aprendizaje Visor.
- [65] Rad, P., Roopaei, M., Beebe, N., Shadaram, M., & Au, Y. (2018). Al Thinking for Cloud Education Platform with Personalized Learning. In Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences.
- [66] Resnik, L. B. (1980). Toward a cognitive theory of instruction. In S. G. Paris & G. M. O. y H. W. Stevenson (Eds.), Learning and motivation in the clasroom. Earlbaum (Curcel-Kapeluz. Madrid, 1980).
- [67] Salmerón-Majadas, S., Baker, R. S., Santos, O. C., & Boticario, J. G. (2018). A Machine Learning Approach to Leverage Individual Keyboard and Mouse Interaction Behavior from Multiple Users in Real-World Learning Scenarios. IEEE Access, 6(1), 39154–39179. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2854966
- [68] Schank, R. C., & Cleary, C. (1995). Engines for education. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- [69] Scott, C. L. (2015a). El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita para el siglo XXI?
- [70] Scott, C. L. (2015b). El futuro del aprendizaje 3 ¿Qué tipo de pedagogías se necesita para el siglo XXI?
- [71] Selent, D. A. (2019). Creating Systems and Applying Large-Scale Methods to Improve Student Remediation in Online Tutoring Systems in Real-time and at Scale. Worcester Polytechnic Institute.
- [72] Slade, S., & Tait, A. (2019). Global Guidelines: Ethics in Learning Analytics.

### III. EJE 2: La formación en IA en el ámbito de las Ciencias Jurídicas.

Coordinación	Ricard Martínez (Universitat de València)
Grupo de trabajo	Ricard Martínez (Universitat de València)
	Guillermo Orozco Pardo (Universidad de Granada)
	Francisco J. Hernández Guerrero (Fiscalía)
	Julián Valero, Belén Andreu (Universidad de Murcia)
	Ignacio Alamillo (empresa (ASTREA)
	Raquel Xalabarder Plantada, Mónica Vilasau (Universitat Oberta de Catalunya)
	Manuel Desantes Real, Aurelio López Tarruella (Universidad de Alicante)
	Vicenç Ribas, Mónica Arenas Ramiro (Universidad de Alcalá)
	Cesar García Novoa, Marcos Torres (Universidad de Santiago de Compostela)
	Cristina Pauner (Universitat Jaume I)
	Gabriel Lopez (Microsoft)
	Lorenzo Cotino, Rafael Marimón, Ricard Martínez (Universitat de València)
Colaboradores	Marcos Torres (Grupo de investigación Red, Empresa y Administración (REA))-Universidad de Santiago de Compostela)
	Vicenç Ribas

#### 1. Introducción

Las relaciones entre el derecho y la informática nacen y evolucionan prácticamente en paralelo al desarrollo de las tecnologías de la información. La consolidación en los años setenta del siglo pasado de los grandes ordenadores, -los mainframe-, al incrementar las capacidades de proceso de información por parte del Estado son seguramente uno de los elementos dinamizadores de la investigación jurídica en relación con lo que entonces se denominaba la informática o la cibernética.

Seguramente el un impacto más conocido por su incidencia posterior en las relaciones entre derecho de informática sea aquello que atañe a la regulación de la protección de la vida privada y al nacimiento del derecho fundamental a la protección de datos. Probablemente uno de los primeros impactos jurídicos relevantes en este ámbito deriva precisamente del abordaje normativo del tratamiento de datos de carácter personal. Es una historia bien conocida como partiendo de las tareas de distintos grupos de trabajo en distintos países, como el informe del Younger Committee en Gran Bretaña, las aportaciones de la doctrina norteamericana por autores como Westin, o los trabajos en el Consejo de Europa y la OCDE-, ayudan a definir los principios básicos de una incipiente legislación ordenada a regular el tratamiento de los datos por parte de estos grandes ordenadores.

La historia es bien conocida se aprueba la ley de Land de Hesse, en 1973, a la que seguirán leyes en Suecia, la Privacy Act de 1974 en Estados Unidos o la Ley de protección de datos personales francesa en 1978. En paralelo, las constituciones portuguesa de 1975 y española de 1982 reconocerán el nuevo derecho fundamental. En el plano internacional el Consejo de Europa aprobó en 1973 y 1974 dos resoluciones sobre la protección de la vida privada respecto de los bancos electrónicos existentes tanto en el sector como el privado y posteriormente el Convenio 108/1981 del Consejo de Europa para la protección de las personas con respecto al tratamiento automatizado de datos de carácter personal. El Consejo de la OCDE aprobó el 23 de septiembre de 1980 una Recomendación relativa a las Directrices que rigen la protección de la intimidad y la circulación transfronteriza de datos personales, así como un Memorándum explicativo y en la CEE se aprobará la Directiva 95/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de octubre de 1995, relativa a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos. Al derecho fundamental a la protección de datos pronto le seguiría la regulación de ámbitos como el comercio electrónico, la administración electrónica, la reutilización de datos, el ciberdelito o la ciberseguridad.

A partir de los años 70 y a lo largo de los años 80 asistimos al nacimiento de términos como "cibernética y ius cibernética", "informática jurídica", "habeas data" o "libertad informática" que abren el camino y/o acompañan la regulación del uso de las tecnologías de la información en el proceso de información personal. Sin embargo, este esfuerzo normativo que ha acabado por ser determinante hasta el punto de ser situado por el grupo de expertos de la Comisión Europea en materia de inteligencia artificial como el paradigma de la aplicación o de la regulación de las tecnologías de la información, no es la única dimensión que preocupó u ocupó a los juristas.

En realidad, la consideración del mundo de la informática desde el punto de vista de la investigación jurídica ha atendido a diversas dimensiones.

#### 1.1. La informática como instrumento en la era mainframe

La informática jurídica o la iuscibernética nacen como una aproximación a las capacidades que la informática podía aportar para el desarrollo de aplicación del derecho. En este sentido ya desde los años 70 se identifican al menos dos ámbitos de profundo impacto de la automatización o informatización de las tareas jurídicas: aparte A.-Las búsquedas automatizadas.

Se planteaba ya entonces, que la asistencia de los ordenadores para el análisis, clasificación, y selección de información relevante para el estudio jurídico podía ser una de las grandes aportaciones de la informática. Se percibía desde los años 70 con un potencial de cambio radical para el desarrollo de las tareas jurídicas, que significaría un cambio de roles en el papel de los profesionales del derecho y en el modo de concebir el desempeño de las tareas tradicionales de la abogacía o la judicatura.

A lo largo de prácticamente 30 años la evolución de las tecnologías de la información, aunque significativas, no habían suscitado expectativas comparables al nacimiento de los mainframes hasta que de un modo u otro volvimos a ellos. El cloud computing, y las tecnologías de analítica de grandes volúmenes de datos, -machine learning/big data-, o la inteligencia artificial, en lo que llevamos recorrido de siglo XXI, sientan las bases para volver a poner sobre la mesa las viejas discusiones de la ius cibernética: la utilización de herramientas de tecnologías de la información como asistentes para el desempeño de las tareas jurídicas.

Lo que pudiera haber parecido una sencilla expectativa en los años 70, se ha convertido en realidad a partir de la aparición de programas comerciales cuyo objetivo esencial consiste en simplificar las tareas propias de un abogado cuando prepara un asunto al menos en dos niveles. El primero de ellos, consiste en la búsqueda y sistematización de la información disponible y aplicable al caso concreto. Esto es, sistemas de información capaces de identificar el marco normativo aplicable, el conjunto de la jurisprudencia disponible sobre una materia o materias similares, y ofrecer resultados prácticos en cuanto al nivel de documentación que debe manejarse para la preparación de un caso concreto. El segundo, seguramente más inquietante, es aquel que se refiere a las posibilidades de calcular las expectativas de éxito en un caso concreto. Es decir, el sistema no sólo ofrece información relevante para el análisis y preparación de un caso concreto, sino que además genera un cálculo probabilístico de las posibilidades de éxito para una demanda en el contexto de ese mismo caso.

#### 1.2. Las decisiones automatizadas.

Un segundo impacto, este más futurista, era el que se planteaba bajo qué condiciones que una máquina -un programa informático- sería capaz de identificar un supuesto de hecho, verificar las condiciones del mismo, así como el material probatorio disponible, para tomar una decisión con efectos jurídicos. La cuestión considerada desde el punto de vista de las teorías de la justicia comportaba retos sustanciales. Había que plantearse que si una justicia asistida por un ordenador, o incluso completamente automatizada-, podría obtener resultados por decirlo así científicamente adecuados. Esto es, confiables, verificables, y aplicables.

La cuestión de la adopción de decisiones automatizadas a partir del tratamiento de datos que produzcan efectos jurídicos viene preocupando desde la primera legislación en materia de protección de datos. En este sentido, tanto la Directiva 95/46/CE, como sus leyes de trasposición, y finalmente el Reglamento General de Protección de Datos, han considerado que debía ordenarse de modo muy preciso cuáles deberían ser las consecuencias en términos de

garantía de derechos fundamentales del uso de herramientas orientadas a procesar información personal y a tomar una decisión que repercuta sobre los derechos de las personas.

Sin perjuicio de ello, este tipo de herramientas serán objeto de utilización cada vez con mayor asiduidad. Puede señalarse en este sentido al menos dos ejemplos. La legislación española ya desde Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos, y posteriormente la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, ha contemplado la posibilidad de adoptar procedimientos administrativos que permitan una decisión completamente automatizada. El legislador, con buen criterio, presupone la existencia de actos jurídicos cuya configuración permite la automatización. A título de ejemplo, este tipo de actos jurídicos automáticos pueden ser particularmente sencillos como la emisión de un certificado. Pero en el futuro podrían incluir decisiones más complejas como la asignación de una beca o ayuda al estudio. A condición, de que el conjunto de datos que puedan ser utilizados para la adopción de esta decisión sean objetivos y susceptibles de ser trasladados a un programa informático que adopta la decisión.

Si bien en el plano las decisiones administrativas, esta posibilidad parece plenamente consolidada y no ofrece demasiadas dudas, existen otros ámbitos en los cuales las consecuencias pueden ser particularmente gravosas cuando ofrecen resultados en ocasiones controvertidos. Nos referimos, por ejemplo, a la analítica utilizada para la decisión para la asistencia de decisiones en materia de libertad condicional, que en Estados Unidos han sido en ocasiones denunciadas por sus sesgos.

# 1.3. La Inteligencia Artificial como instrumento. La analítica aplicada al derecho. Hoy podemos añadir un tercer ámbito de uso instrumental de las tecnologías de la información, de la Inteligencia Artificial-, como instrumento. Nos referimos a la analítica aplicada al Ordenamiento como herramienta de análisis y asistencia al propio a la producción normativa.

Vivimos en un escenario de profunda complejidad y superproducción normativa que afecta gravemente la gobernanza y hace inaplicable una gran parte de las normas. Esta superproducción no sólo afecta a la actuación del legislativo, también deriva de la suma de los impactos que provienen del Derecho de la Unión Europea, y de la cada vez mayor producción no sólo de normas reglamentarias, sino del llamado soft-law integrado por documentos de muy diversa naturaleza: actos administrativos, informes, procedimientos sancionadores, normas técnicas, normas de calidad, normas y compromisos corporativos... Esta complejidad causa un profundo impacto en el cumplimiento normativo de las organizaciones públicas y privadas. Se impone el uso de herramientas analíticas que permitan una simplificación del enfoque en estas materias, una mayor calidad en la producción legislativa, y en su caso una gobernanza del marco jurídico disponible.

#### 1.4. La IA como herramienta de asistencia a la formación del jurista.

En un breve plazo, de forma cotidiana aprenderemos / estudiaremos a través de IA, bots y VR. Partimos de la idea que este momento se está acercando, puesto que las herramientas de programación que se disponen actualmente (tipo TensorFlow o PyTorch) ya precisan de una reducida participación de los ingenieros y es muy probable que en breve tengamos marcos de DL que sean de uso generalizado y se comercialicen ampliamente; es decir, lo utilizaremos como ahora trabajamos en una plataforma tipo Blackboard o como una wikipedia por campos inteligente. Con todo, hoy por hoy, precisamos la ayuda de los técnicos para la programación y sería prudente contar con ellos en algún momento, pues como se ha dicho, ahora más que nunca, el medio es el mensaje.

Por otra parte, el conocimiento se va a crear de forma constante, lo que generará una complejidad solo manejable por IA. Por otra parte, la adaptabilidad al medio (pe., investigación, práctica forense, asesoramiento empresarial o gestión de riesgos) exigirá una perspectiva muy orientada hacia objetivos precisos y variables. Ello se fundamenta en que no solo va a evolucionar el conocimiento sino la realidad económica y social, por lo que es poco seguro que soluciones anteriores, tipo precedentes, que valgan para hoy sean adecuadas para mañana (la incertidumbre en el mundo real tiene que aumentar en igual medida que los cambios de paradigmas).

#### 1.5. La incorporación de la norma a la programación informática.

Otra dimensión desde el cual deberá ser enfocada a la inteligencia artificial, se refiere al impacto que debería tener la incorporación al propio código de programación de los principios y valores que deberían inspirar el cumplimiento normativo. Es decir, frente a posiciones que han defendido la existencia de un ritmo asimétrico entre el derecho y la tecnología, que no hay que negar pero tampoco debemos necesariamente compartir, se plantea desde que él. Desde qué punto de vista deberíamos abordar el cumplimiento normativo en el desarrollo de proyectos vinculados a las tecnologías de la información que pasa es que mejoraremos. Y final

## 2. El impacto de la inteligencia artificial en los planes de estudio de las profesiones o titulaciones jurídicas

En el epígrafe anterior se han podido identificar los aspectos o las materias que han sido objeto de preocupación en la investigación jurídica relacionada primero con el uso de las tecnologías de la información y hoy con el desarrollo del análisis masivo de datos y de la inteligencia artificial. Puede afirmarse, que la evolución de la tecnología sitúa al estudio del derecho frente a un conjunto de retos que definen un punto de inflexión que puede significar un cambio trascendental tanto en las metodologías de estudio, como en sus contenidos, como en la capacitación o en las competencias y resultados del aprendizaje en el área jurídica.

Si como se viene afirmando nos encontramos inmersos en la cuarta revolución industrial, en la revolución de la transformación digital, en el mundo de la inteligencia artificial, este nuevo contexto social, económico, e incluso político necesitará de una configuración específica del mundo del derecho que debería cambiar al ritmo y velocidad de la propia evolución tecnológica y preparar a las generaciones de profesionales que deberán ser capaces de guiar el cumplimiento normativo en este territorio.

En nuestros días el mundo jurídico ha mantenido una relación ciertamente particular con la tecnología caracterizada por dos elementos esenciales: la afirmación del carácter obsoleto del marco jurídico vigente la lentitud de reacción no sólo de la legislación sino de los propios juristas a la hora de abordar el cambio tecnológico. Y esto ha sucedido en un contexto evolución tecnológica disruptiva acelerada en la que seguramente romper las cosas no planteaba inconvenientes éticos ni consecuencias jurídicas.

Este estado de cosas plantea un conjunto de retos ineludibles para el derecho, cuyo punto de partida no puede ser otro que la existencia de profesionales dotados de altas capacidades para hacer frente a una realidad social, económica y tecnológica en constante cambio. Implica una doble estrategia capaz de conjugar tradición e innovación. Esto es de definir estrategias de aplicación de los valores y principios aplicables que proporciona el Ordenamiento jurídico, por obsoleto que pudiera parecer. Pero también de ser capaces de desarrollar nuevos marcos normativos funcionales a la nueva realidad. Y ello implica dotar a los profesionales de las

herramientas capacidades y competencias necesarias. Para ello, es necesario definir una estrategia de cambio en los planes de estudio del área jurídica, que, en principio, debería abarcar cinco grandes ámbitos.

- La dimensión axiológica del derecho.
- La integración transversal de las tecnologías de la información o de los conceptos relacionados con la inteligencia artificial en las distintas materias.
- Las competencias digitales de profesores, profesionales en ejercicio, y futuros egresados.
- La adquisición de herramientas funcionales vinculadas al soporte jurídico al desarrollo tecnológico.
- La adquisición de conocimientos adicionales en el ámbito científico técnico.

#### 2.1. La dimensión axiológica del derecho

Hemos asistido a un proceso de cambio tecnológico acelerado en el cual lo relevante ha sido la obtención de resultados. Prácticamente desde la llegada del chip se ha cumplido religiosamente la Ley de Moore, en cuanto a las capacidades de la tecnología con un incremento constante de la capacidad de procesado y almacenamiento de la información. Este crecimiento unido al aumento de la conectividad y el desarrollo de los procesos vinculados con la computación en la nube facilita disponer de un ecosistema idóneo para la innovación disruptiva. Las tecnologías de la información y las comunicaciones crecen a ritmos prácticamente geométricos. Y este proceso ha generado, por ejemplo, el nacimiento de industrias altamente intensivas en el tratamiento de información personal. En este sentido, la monetización de la privacidad ha sido un elemento central de la evolución del negocio Internet en el último decenio que puede servir como paradigma y objeto de análisis de las cuestiones a las que nos enfrentaremos en el contexto de la Inteligencia Artificial.

Los procesos de desarrollo de nuevas ideas en el contexto de las tecnologías de la información se han caracterizado por un contexto de alta innovación no sometido a más límites que el de la explotación de todas y cada una de las posibilidades que ofreciera una nueva idea. Ello, define ciertas características en estos procesos. En primer lugar, cabe pensar en un cierto desconocimiento sobre las reglas de funcionamiento del Ordenamiento jurídico más que en una ignorancia intencionada. Se partía de una preconcepción inicial: «puesto que aquello que estoy desarrollando es completamente nuevo difícilmente existirá una norma que le resulte de aplicación». Por otra parte, no es menos cierto que existe un principio jurídico común y ampliamente aceptado, y es que todo aquello que no se encuentre expresamente prohibido debe entenderse como permitido.

Este principio despliega sus efectos de modo particular en los países de Common Law, en los que el margen de acción para la autonomía de la voluntad, y para el desarrollo de relaciones muy flexibles en el ámbito del Derecho privado, facilita extraordinariamente los procesos de innovación. En caso de producir algún tipo de daño, el conflicto se reconduce al Derecho civil y la adquisición de experiencia jurisdiccional generará nuevos precedentes y modos de hacer las cosas. Ello facilita procesos de desarrollo tecnológico altamente rentables y capaces de soportar los daños que pudieran producirse a cambio de haber conseguido un proceso de acumulación rápida de capital.

En el marco del Derecho continental estos procesos se caracterizan por una mayor rigidez. El modo de actuar de los operadores jurídicos depende en nuestra tradición jurídica de un criterio de acción previo. Necesitamos confrontar aquello que se desea realizar con el marco jurídico

positivamente establecido. Esto introduce un modo distinto de hacer las cosas caracterizado por una mayor rigidez y por una cultura jurídica diversa. Es decir, lo primero que se preguntará un operador en un Estado Miembro de la Unión Europea será si su idea innovadora se encuentra regulada y si existe algún límite a su actuación.

El resultado práctico es bien conocido desde un punto de vista económico y empresarial, y no es otro que el despegue en el contexto norteamericano de una potente industria de la sociedad de la información y el considerable retraso de la Unión Europea en este mercado.

Y esta asimetría plantea un modo de aproximación a la Inteligencia Artificial que debería ser capaz de hibridar el derecho vigente, la tradición, con la innovación jurídica. Y en este plano, adquiere un valor sustancial la consideración de los principios y valores, éticos, filosóficos y jurídicos que deberían integrarse en los procesos de cambio tecnológico en el plano de los "requerimientos".

En este sentido, el debate sobre los valores que inspiran el ordenamiento jurídico y su significado material para el desarrollo normativo es tan antiguo probablemente como el propio derecho. Sin embargo, este viejo debate adquiere una importancia crucial en el contexto del desarrollo de la inteligencia artificial. No es casual, que el documento del grupo de expertos de la Comisión Europea sobre inteligencia artificial haga pivotar una parte nuclear de su reflexión sobre la ética de la dignidad y de los derechos humanos.

Así, la reflexión sobre los valores con trascendencia jurídica que deben inspirar el desarrollo de la tecnología constituye un elemento esencial desde distintos puntos de vista. En primer lugar, si, como se señalaba con anterioridad, cabe llegar a la conclusión de que los tiempos de la tecnología son distintos de los tiempos del legislador, habrá que concluir que los valores y principios inspiradores del ordenamiento jurídico deben jugar un papel central como elemento que inspire y a la vez discipline el futuro desarrollo tecnológico.

Es en este contexto, en el que los valores adquieren una doble dimensión axiológica en el plano del desarrollo de contenido de las titulaciones vinculadas al derecho. De una parte, desde el punto de vista de la investigación será cada vez más necesario dedicar esfuerzos significativos a establecer valores relevantes y útiles para guiar la investigación científica.

Los valores humanos deben inspirar los enfoques esenciales en la formación de los futuros juristas. Resulta fundamental conseguir un desarrollo humanístico, basado en los valores, que ponga a las personas en el centro del aprendizaje. En un mundo en que los sistemas, en determinados dominios, serán mucho más inteligentes que las personas, una de las preguntas que nos hacemos es cómo podemos poner los sistemas inteligentes a disposición de la sostenibilidad de la civilización, del entorno natural, de la ética personal y de los propósitos humanistas. Nuestra hipótesis de trabajo parte de que si hay algo fundamental en el proceso de aprendizaje pasa por desarrollar estrategias de colaboración dialógica lo más horizontales posible.

### 2.2. La integración transversal de las tecnologías de la información o de los conceptos relacionados con la inteligencia artificial en las distintas materias.

A lo largo de los procesos de conformación de los nuevos planes de estudio en el contexto de llamado "Modelo de Bolonia", que inició en los últimos años 90 y siguió la primera década del siglo XXI, se puede apreciar la aparición de nuevas asignaturas vinculadas a las tecnologías de

la información. Así, comenzaron a aparecer en planes de estudios de distintas universidades asignaturas relativas a conceptos como "el derecho de Internet", "Tecnología y derecho" y títulos similares. Se trataba de asignaturas específicas que en unas ocasiones eran configuradas como asignaturas obligatorias, y en otras como optativas a disposición de los estudiantes.

Podrían identificarse distintos elementos comunes en este tipo de los planteamientos atendiendo al enfoque adoptado para la confección de estas materias:

- Ofrecer al estudiante una primera aproximación que le permitiera familiarizarse con los conceptos básicos o con el fenómeno tecnológico a partir de modelos descriptivos centrados en el objetivo de que el estudiante fuera capaz de entender la tecnología y sus consecuencias jurídicas.
- Acumular en el contenido de la asignatura el estudio de distintos aspectos que a su vez derivaban de las distintas ramas del derecho. En este sentido, estas asignaturas usualmente integraban los aspectos relacionados con protección de datos y protección penal de la intimidad, comercio electrónico y publicidad online, firma electrónica y administración electrónica, y finalmente propiedad intelectual en los entornos electrónicos.
- Una opción complementaria de las anteriores consistía en concentrar los aspectos tecnológicos de una determinada rama del derecho en asignaturas específicas generalmente ofrecidas con carácter complementario u optativo. Se trataba este sentido recoger la estrategia de las asignaturas descritas anteriormente convirtiendo cada segmento en una asignatura específica insertada en el contexto de la formación recibida en las materias troncales de referencia.
- La última opción consistía en derivar a la formación de posgraduado el estudio de la regulación de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

De esta experiencia previa pueden extraerse algunas consecuencias de orden práctico relevantes para el futuro abordaje del cambio de modelo en los planes de estudio.

• Un cierto grado de improvisación que es necesario evitar.

En ocasiones, los cambios en el plan de estudios guardaban relación con la existencia de grupos o proyectos de investigación o innovación específica en la facultad de derecho. Esto implicaba, un abordaje aislado y segmentado de los retos que planteaban las tecnologías de la información y por tanto podrían tener como consecuencia la presencia de profundas asimetrías en el enfoque de estas materias en el contexto de un plan. De un lado, enteros sectores del ordenamiento continúan impartiéndose desde la ajenidad al impacto tecnológico. De otro, allí donde hubiera profesores con una investigación relevante en esta materia, se asumía al reto de prestar atención a estos aspectos.

Una decisión estratégica de enfoque de la titulación.

Otro de los enfoques posibles consistió en abordar la reforma de los planes de estudios insertando el aprendizaje del estudio de los aspectos jurídicos relacionados con la tecnología, y particularmente con las tecnologías de la información, como un aspecto estratégico. Se trataba precisamente de preparar a los estudiantes para ser capaces de trabajar en el marco del derecho de las tecnologías como elemento capaz de aportar ventajas competitivas a los futuros egresados.

La ausencia de una estrategia.

En muchas facultades de derecho de las universidades españolas estas cuestiones no han encontrado un canal formal de entrada en los planes de estudios y se sitúan en el territorio de una formación complementaria, en ocasiones de carácter voluntario, que responde iniciativas en determinadas asignaturas y grupos de profesores desenvolviéndose en un espacio de carácter informal o al menos escasamente reglado.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores resulta necesario plantearse cuáles deberían ser los objetivos transversales de la formación en las titulaciones propias de las ciencias jurídicas. En esta materia probablemente el debate deba estructurarse en torno a diversas estrategias.

- Debe considerarse, hasta qué punto, el conjunto de cuestiones que plantean las tecnologías de la información, y significativamente los retos de la inteligencia artificial, deben incorporarse a los programas académicos de cada una de las asignaturas en las que eventualmente pudieran impactar, como elemento estructural que debería ser tenido en cuenta en la medida en que afecte a un sector concreto del ordenamiento jurídico.
- Cabe considerar la posibilidad de identificar asignaturas o materias específicas que incorporar al plan de estudios al servicio del aprendizaje del derecho en el contexto en el contexto de la inteligencia artificial.
- Adicionalmente, debe ser explorado hasta qué punto resulta necesaria la incorporación de conocimientos jurídicos básicos funcionalmente ordenados o aplicables al desarrollo de la inteligencia artificial, en titulaciones de carácter científico y técnico que requieran de la consideración no sólo de la dimensión ética sino también de la jurídica.

### 2.3. Las competencias digitales de profesores, profesionales en ejercicio, y futuros egresados.

La inserción de la IA en los estudios jurídicos no puede centrarse exclusivamente en las metodologías tradicionales de aprendizaje erudito marcadamente memorístico, precisamente cuando se trata de preparar a los estudiantes para afrontar una realidad cambiante y sometida al estrés constante de un desarrollo tecnológico acelerado.

En el desarrollo de los proyectos tecnológicos la definición de las competencias digitales de los profesores y de los futuros egresados constituye sin ningún género de dudas uno de los retos estratégicos.

En este sentido procede abordar una reflexión, por muy dolorosa que sea, que nos debe llevar a considerar las condiciones de capacitación del profesorado universitario. En más ocasiones de las necesarias puede verificarse la existencia de serias carencias en las competencias digitales del profesorado universitario en las facultades de derecho. No se está produciendo en la docencia las facultades de derecho la incorporación de herramientas digitales de soporte de la educación plenamente funcionales en otros contextos formativos, comenzando desde la propia educación primaria. Esta carencia, nos debe hacer reflexionar sobre hasta qué punto un profesorado que carece de las capacidades básicas para incorporar la tecnología a su propia función docente se encuentra en condiciones de abordar de modo riguroso los retos que supone transformar las titulaciones para ser capaces de incorporar todos y cada uno de los retos que la inteligencia artificial y las tecnologías de la información plantean para el derecho, su enseñanza y aprendizaje.

En este sentido, debe plantearse cuáles deberían ser las competencias que un profesional del derecho debería incorporar, y a tendiendo no sólo a los estudiantes en formación sino al conjunto de los docentes. Tentativamente puede apuntarse que las competencias deberían responder a las siguientes preguntas:

- e) cómo construir sistemas hiper-complejos;
- f) cómo plantear problemas nuevos en entornos complejos y difíciles;
- g) cómo desarrollar estrategias alternativas de resolución de problemas;
- h) cómo elegir, interpretar y corregir los fundamentos, los argumentos y las soluciones alternativas ofrecidas por los sistemas;
- t) cómo desarrollar los modelos de razonamiento jurídico computacional y el análisis de los materiales jurídicos;
- u) cómo adaptarnos a los nuevos entornos económicos y sociales como base o sustrato de las construcciones jurídicas;
- v) cómo desarrollar la creatividad / intuición / inteligencia emocional / autonomía necesarias para poder construir;
- w) cómo trabajar colaborativa y horizontalmente entre personas humanas;
- x) cómo van los profesores a tutorizar la enseñanza basada en sistemas (con y sin supervisión);
- y) cómo crear nuevos entornos de aprendizaje basados en sistemas;
- z) cómo producir y tutorizar sistemas de evaluación automática;
- aa) cómo aprender a desarrollar esas competencias y otras que sean necesarias para seguir aprendiendo durante toda la vida;
- bb) todo ello con independencia de las competencias técnicas necesarias para el manejo de las nuevas herramientas.

### 2.4. La adquisición de herramientas funcionales vinculadas al soporte jurídico al desarrollo tecnológico

Los procesos de desarrollo tecnológico exigen deben integrar el cumplimiento normativo. Ello implica una metodología de trabajo ajena al esquema de trabajo tradicional de un jurista: "petición de informe-informe-aplicación". Suponen la integración en las capacidades del futuro jurista de herramientas que le permitan diseñar un plan de trabajo estructurado, planificar dinámicamente, definir programas- proyectos-acciones con sus correspondientes hitos, y ser capaz de iterar y trabajar en equipos multidisciplinares.



Veamos, siquiera brevemente, como puede repercutir el empleo de las metodologías de protección de datos en el desarrollo de proyectos de IA para aseguramiento del cumplimiento normativo y de la garantía de los derechos. Para ello tomaremos como referencia una metodología de desarrollo de software recomendada por la autoridad de noruega de protección de datos (Datatilsynet, 2018).

Esta autoridad propone procesos de diseño de software con fases diferenciadas (Datatilsynet, 2018):

- 1. Formación.
- 2. Toma de requerimientos.
- 3. Diseño de la aplicación.
- 4. Programación del código.

- 5. Prueba o verificación.
- 6. Puesta en producción.
- 7. Mantenimiento.

Se trata de un procedimiento circular, o Ciclo de Deming, orientado a garantizar no sólo un diseño previo adecuado, sino también a mantener el estándar de cumplimiento normativo como compromiso de permanente actualización.

#### 1.Formación.

Esta aproximación metodológica parte de un empoderamiento previo de las personas implicadas. Para los proyectos de la IA esto implica que el equipo debe contar con una base de formación que incorpore los valores éticos humanistas y de garantía de los derechos fundamentales. No se trata de convertir a los desarrolladores, ni a los gestores en expertos juristas. Sencillamente obliga a que en el conjunto de la organización exista una cultura de garantía de los derechos y de respeto del Derecho, que oriente las decisiones. Y comporta incorporar desde el inicio al proyecto a expertos en materias como la ética y el Derecho.

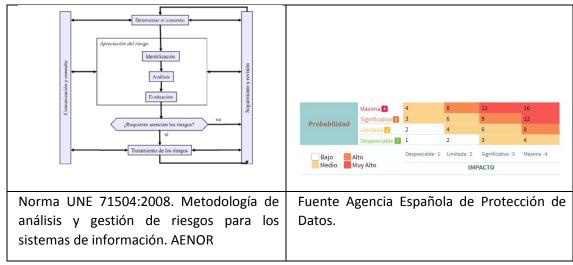
#### 2.Toma de requerimientos.

El segundo paso, la identificación de los requerimientos necesarios para el desarrollo. Desde esta fase temprana deberán tenerse en cuenta los principios jurídicos aplicables. Y esto implica un enfoque de cumplimiento normativo desde el diseño que tiene significativas consecuencias de orden práctico. En primer lugar, el desarrollo de un proyecto de IA deberá ponerse en el contexto del sector del Ordenamiento en el que se va a desenvolver y deberá considerar la regulación vigente. En ningún caso servirá considerar que el Ordenamiento preexistente es analógico y no resulta de aplicación a una nueva tecnología.

En una subfase, tributaria de la anterior, es necesario desarrollar un análisis de los riesgos e implicaciones de la tecnología que se está desarrollando. Se trata de una metodología plenamente asentada en relación con las normas de calidad en el desarrollo de producto, y con la prevención de riesgos para la seguridad de los sistemas y para las personas que eventualmente los van a utilizar. Por tanto, se trata de una metodología conocida con reglas muy específicas y con criterios de aplicación particularmente precisos. Se trata de establecer cuáles pueden ser las vulnerabilidades intrínsecas al proyecto que se desarrolla, y las amenazas a las que se enfrenta. En la metodología de análisis de riesgos debemos establecer una relación entre la probabilidad de que esas amenazas o vulnerabilidades se materialicen en el mundo real y su impacto al afectar, en lo que aquí interesa, al cumplimiento normativo, causar daños a las personas, y muy especialmente, vulnerar sus derechos fundamentales. Esta relación nos ofrece una medida del riesgo 12.

-

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Veamos un ejemplo muy sencillo que puede ayudar a entender lo que aquí se propone. Cualquier usuario de redes sociales ha podido apreciar como el etiquetado de fotografías ha cambiado con el tiempo. En principio, se podían etiquetar a un usuario en fotografías sin ningún tipo de restricción. Sin embargo, hoy en día, todas las redes sociales permiten al usuario bloquear a los terceros que puedan etiquetarle. Se dirá que esta es una consecuencia lógica de la evolución normativa en materia de protección de datos. Pero es una afirmación completamente falsa. Para cualquier conocedor de nuestro ordenamiento jurídico es una obviedad que el tratamiento de imágenes sin consentimiento se encuentra regulada en el artículo 18.1 CE y en la Ley Orgánica 1/1982, de 5 de mayo, de protección civil del derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen. Y no sólo aquí también en las normas internacionales en materia de derechos humanos, siendo tutelada en la jurisprudencia del Tribunal Supremo de Estados Unidos, del Tribunal Europeo de Derechos Humanos, y de los tribunales nacionales. Esto significa que, si los desarrolladores de redes sociales hubieran tenido en cuenta la metodología que aquí se defiende este tipo de funcionalidad debería haber estado presente desde la versión beta de sus productos.



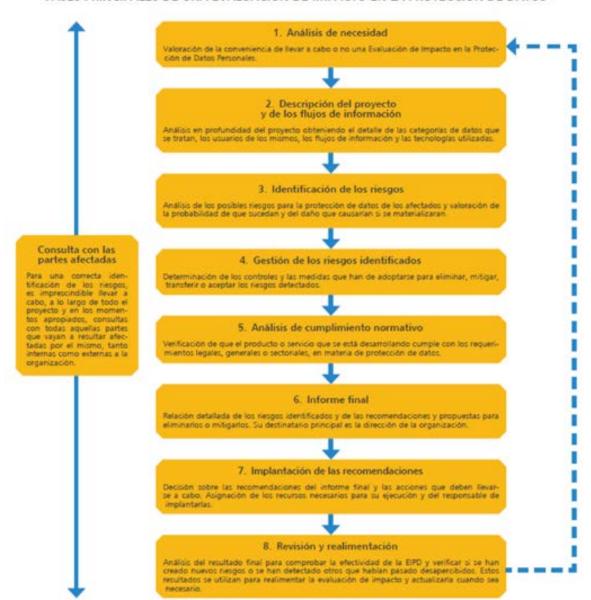
Una vez establecido el riesgo procede adoptar medidas que lo eviten o lo minimicen hasta el punto de hacerlo tolerable. Desde el punto de vista del cumplimiento normativo, ello implica, que se tendrá la capacidad de identificar a priori las situaciones en las que exista un riesgo de incumplimiento del Ordenamiento o de vulneración de los derechos fundamentales, y se adoptarán las medidas adecuadas para evitar que no se produzca.

Aplicando la racionalidad propia del análisis de riesgos, el jurista no podrá exigir desarrollar un escenario de riesgo cero salvo en aquellos casos en los que el perjuicio para la garantía de los derechos de las personas resultase inasumible. Y precisamente para estas situaciones de riesgo grave para los derechos el artículo 35 del RGPD propone lo que podríamos definir como un análisis de riesgos agravado: la evaluación de impacto en la protección de datos.

No vamos a exponer aquí el detalle en que consiste esta metodología que ha sido sistematizada por las autoridades de protección de datos en distintas guías. Sin embargo, sí que resulta particularmente relevante subrayar que de las conclusiones de la evaluación de impacto derivarán decisiones estratégicas para el desarrollo del producto permitiéndonos establecer

cuando este es sencillamente inviable, o cómo podemos modularlo para que ofrezca resultados útiles.

#### FASES PRINCIPALES DE UNA EVALUACIÓN DE IMPACTO EN LA PROTECCIÓN DE DATOS



Fuente AEPD.

#### 3. Integrar las normas en el diseño y documentar el cumplimiento.

Superada la fase de toma de requerimientos y de análisis de riesgos debemos considerar como los principios y valores, por ejemplo, los del artículo 5 del Reglamento General de Protección de Datos pueden inspirar de modo muy preciso el desarrollo de las inteligencias artificiales 13. En este sentido el punto de partida ineludible para cualquier proyecto, y no sólo en el marco de la inteligencia artificial, es el del respeto al principio de licitud. Por definición aquello que es ilícito no puede ser objeto de desarrollo, no es posible programar un modelo de IA si es consciente de estar infringiendo el Ordenamiento.

Por otra parte, la lealtad y transparencia de los procesos decisionales basados en IA plantea también la necesidad de desarrollar una estrategia de documentación del proyecto que facilite lo que se ha venido a denominar la transparencia del algoritmo. Por otra parte, los principios ordenados a garantizar que el volumen de datos que se va utilizar es adecuado, su origen legítimo y la información confiable resulta estratégico para asegurar un adecuado funcionamiento de la IA. Por último, el valor de la "seguridad", informática, técnica y de funcionamiento, debería considerarse como un requisito indispensable.

#### 4. De la programación a la comercialización.

Las subsiguientes fases de gestación de un proyecto tecnológico suelen discurrir a través de un proceso ordenado y a la vez creativo. Se produce lo que en la jerga se denomina "iteración". Si bien cada fase de desarrollo incluye un proceso de codificación que genera paquetes entregables su propia dinámica está muy abierta a la innovación.

Así, durante la programación del código, y del algoritmo, el programador verifica sus posibilidades y problemas y ello le obliga a cambiar su enfoque en muchas ocasiones. Por otra parte, no es inusual que se aprecien nuevas potencialidades. Es más, en procesos vinculados a la analítica de datos la posibilidad de enfrentarse al hallazgo casual puede ser muy alta. Por otra parte, se hace imprescindible someter el desarrollo a procesos de prueba o verificación que aseguren su adecuado funcionamiento.

Ello obliga a disponer de un soporte jurídico permanente que asegure el cumplimiento de la norma como un objetivo intrínseco al desarrollo y con una doble función. En primer lugar, no sólo el producto final, sino cada una de las tareas que contribuyen a su gestación debe cumplir el Derecho. No parece razonable considerar adecuado un resultado cuyo proceso de diseño

«1. Los datos personales serán:

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> Este dispone que:

a) tratados de manera lícita, leal y transparente en relación con el interesado («licitud, lealtad y transparencia»);

b) recogidos con fines determinados, explícitos y legítimos, y no serán tratados ulteriormente de manera incompatible con dichos fines; de acuerdo con el artículo 89, apartado 1, el tratamiento ulterior de los datos personales con fines de archivo en interés público, fines de investigación científica e histórica o fines estadísticos no se considerará incompatible con los fines iniciales («limitación de la finalidad»);

c) adecuados, pertinentes y limitados a lo necesario en relación con los fines para los que son tratados («minimización de datos»);

d) exactos y, si fuera necesario, actualizados; se adoptarán todas las medidas razonables para que se supriman o rectifiquen sin dilación los datos personales que sean inexactos con respecto a los fines para los que se tratan («exactitud»);

f) tratados de tal manera que se garantice una seguridad adecuada de los datos personales, incluida la protección contra el tratamiento no autorizado o ilícito y contra su pérdida, destrucción o daño accidental, mediante la aplicación de medidas técnicas u organizativas apropiadas («integridad y confidencialidad»).

<sup>2.</sup> El responsable del tratamiento será responsable del cumplimiento de lo dispuesto en el apartado 1 y capaz de demostrarlo («responsabilidad proactiva»).

haya vulnerado normas. En segundo lugar, es necesario asegurar en la puesta en producción y la comercialización un resultado adecuado desde un punto de vista jurídico.

#### 5. Un ciclo que se mantiene durante toda la vida de una IA.

Ningún proceso de cumplimiento normativo vinculado a la tecnología puede ser estático. La propia naturaleza de la IA hace de este principio una Ley. Debemos entender que nos situamos en una fase embrionaria de esta tecnología en la que hemos aprendido que los procesos de analítica de datos que la sustentan son muy sensibles al sesgo. Por otra parte, comenzamos a confiar procesos básicos de decisión en esta tecnología con consecuencias jurídicas o materiales para sus destinatarios. Un cumplimiento normativo adecuado obliga a un estado de permanente seguimiento y actualización que se despliega en varios niveles:

- 1) Aprendiendo del propio funcionamiento de la tecnología. Los resultados obtenidos, los errores de funcionamiento, las incidencias... Cualquier elemento verificado o verificable debería ser indexado y estudiado también por el soporte jurídico. Y no únicamente para prevenir posibles conflictos y responsabilidades sino, sobre todo, para mejorar las condiciones de cumplimiento normativo.
- 2) Profundizando en el diseño de cumplimiento normativo proponiendo mejoras cuando resulte necesario.
- 3) Acompañando cada fase o evolución del producto.

#### 6. Nuevas necesidades formativas.

Los profesionales del derecho deben estar preparados para asumir las dinámicas propias de la gestación de un proyecto de naturaleza tecnológica en sus distintas fases. Y, por tanto, adaptar su metodología para hacerla funcional al modelo de gestión de los proyectos de desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. No se trata de convertirse en ingenieros, sino de ser capaces de trabajar de modo funcional a sus metodologías.

El segundo, reto consiste en ser capaces de descender a la realidad material. El derecho aplicado a la tecnología exige de un esfuerzo adicional de comprensión. No se trata de algo distinto de lo que se exige a un buen profesional en cualquier sector: conocer los hechos. Sin embargo, en este ámbito la intensidad de la exigencia es muy alta y obliga a una interacción abierta en la que la receptividad y comprensión es determinante.

En tercer lugar, es necesaria una concepción abierta y dinámica del cumplimiento normativo. Los proyectos de IA van a obligar a desarrollar un enorme esfuerzo de interpretación sistemática del ordenamiento desde sus principios y valores constitucionales al Ordenamiento sectorial, de lo local a lo trasnacional. Pero esta apertura no sólo es material, también lo es metodológica. El esfuerzo de soporte jurídico debe ser permanente, nunca finaliza, acompaña a la IA durante todo su ciclo de vida.

Y esta tarea se despliega en un contexto normativo emergente y con reglas en construcción. Aunque ello no implica un cheque en blanco ni a la industria ni a los investigadores. El marco de los derechos fundamentales y de los principios y valores constitucionales constituye una barrera infranqueable. Del mismo modo, el argumento de la inaplicabilidad de un Derecho "analógico" resulta inaceptable. El programa normativo que incorpora nuestro sistema legal define unos objetivos y principios susceptibles de ser identificados y aplicados al conjunto de las relaciones humanas y de sus desarrollos. Considerar lo contrario atentaría contra toda razón.

Precisamente por ello, los profesionales del Derecho vienen claramente obligados a incorporar nuevas metodologías de soporte al desarrollo de la tecnología. Estamos obligados a bajar del pedestal distante desde el que solemos pontificar, descender al suelo, llenarnos las manos de barro y contribuir a construir la sociedad de la transformación digital orientada al bien común desde los valores que incorpora la garantía de la dignidad del ser humano y los derechos que le son inherentes.

Como conclusión puede apuntarse la necesidad de complementar la formación del futuro profesional del derecho con materias relacionadas con:

- Análisis de riesgos.
- Análisis de impacto, y análisis económico del derecho.
- Gestión y desarrollo de proyectos.
- Gobernanza de las tecnologías de la información.

#### 2.5. La adquisición de conocimientos adicionales en el ámbito científico técnico

Por último, y como reflexión adicional debe ponerse de manifiesto la necesidad de superar la carencia de cultura científico-técnica. Si se permite una expresión carpetovetónica los profesionales del derecho "son de letras". El significado profundo de esta expresión es inasumible en el mundo de la IA. La adquisición de una cultura científica es prácticamente una precondición para el ejercicio profesional en el contexto de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

El profesional del derecho no debe saber necesariamente programar. Sin embargo, sino es capaz de adquirir los conocimientos básicos que le permitan generar un vocabulario compartido no será capaz de aprehender las consecuencias de un determinado desarrollo ni de transmitir los valores jurídicos que deben ser incorporados.

En demasiadas ocasiones la interacción entre los desarrolladores, los gestores (negocio) y el soporte jurídico se convierten en un diálogo de sordos que degenera en relaciones que perjudican gravemente el desarrollo de la tecnología. En este sentido, esta incomprensión mutua suele derivar en la no incorporación del profesional del derecho al equipo que gesta, desarrolla y programa un proyecto. Esto a día de hoy, constituye un grave riesgo y además, al menos en el ámbito de la protección de datos, una grave irresponsabilidad que comporta el incumplimiento de la norma.

Se impone por tanto el reflexionar sobre la necesidad ya sea de impulsar una mayor presencia de la cultura científica y técnica en los ciclos pre-universitarios de los estudiantes que acceden a los estudios jurídicos, ya sea mediante acciones específicas durante la formación universitaria.

## 3. La introducción de contenidos relacionados con la inteligencia artificial en los planes de estudio de las titulaciones jurídicas

#### 3.1. Planteamiento general

La introducción de contenidos relacionados con la inteligencia artificial en los planes de estudio de las titulaciones jurídicas parte en nuestro país de una primera dificultad, que es la ausencia en la actualidad de una regulación de Derecho positivo de este fenómeno. A pesar de que en el ámbito de la Unión Europea ya se han dado los primeros pasos para superar esa laguna, debiéndose destacar en tal sentido la Resolución del Parlamento Europeo de 16 de febrero de 2017, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil

sobre robótica [2015/2103(INL)], lo cierto es que en la actualidad la normativa en cuestión no existe todavía ni hay una previsión de que en el futuro inmediato se vaya a aprobar.

Así las cosas, resulta difícil realizar propuestas concretas de introducción en las asignaturas vinculadas al Derecho positivo de contenidos relacionados con la inteligencia artificial, aunque no de otros aspectos igualmente relacionados con los desarrollos tecnológicos de la sociedad y de la economía digitales que ya han encontrado su reflejo en las normas vigentes.

Ello no significa, sin embargo, que no nos debamos anticipar al futuro y preparar a los graduados en Derecho para el entorno profesional que previsiblemente se van a encontrar cuando terminen sus estudios. A tal efecto, existen otras estrategias formativas que se podrían seguir, como son las siguientes:

- La implantación de asignaturas de formación básica en los planes de estudio de los grados en Derecho que proporcionen una aproximación al nuevo entorno tecnológico, incluida la inteligencia artificial, con una orientación específicamente dirigida a los estudiantes de Ciencias sociales y jurídicas.
- La introducción de asignaturas optativas especializadas en las aplicaciones al Derecho de las nuevas tecnologías y, en particular, de la inteligencia artificial.

En una fase ulterior, cuando exista un desarrollo suficiente en el Derecho positivo de esos contenidos, tendrían que incorporarse ya a los descriptores de las distintas asignaturas. De esta manera, lo que se obtendría es una introducción progresiva y secuenciada de los contenidos formativos relacionados con la inteligencia artificial en los grados en Derecho.

Todo lo anterior no es incompatible con el desarrollo de nuevas titulaciones que combinen los aspectos jurídicos con los tecnológicos y, en particular, la inteligencia artificial. Con todo, por los motivos ya expuestos, no parece que el perfil más adecuado para esas titulaciones fuese el de grados o dobles grados, sino el de la formación de posgrado, sea máster oficial o propio de las Universidades.

Otro aspecto a tener en cuenta es el impacto de la IA en la práctica jurídica actual, sobre lo que cabe plantear la necesidad de cursos de postgrado que aborden dicha temática, y que se refiere, entre otros, a: Minería de argumentos a partir de textos legales; extracción automática de información de bases de datos legales y textos; clasificación automática de textos legales y resumen; métodos computacionales de negociación y formación de contratos; resolución de conflictos por o asistidos por IA; lógicas deontológicas para el razonamiento jurídico; IA y egobierno, e-democracia y e-justicia; cuestiones éticas y legales de la IA; modelos formales y computacionales de razonamiento probatorio; modelos formales y computacionales de razonamiento legal (por ejemplo, argumentación, razonamiento basado en casos); sistemas inteligentes de tutoría legal; técnicas de adquisición de conocimiento para el dominio legal, incluido el procesamiento de lenguaje natural, la minería de argumentos y datos; aprendizaje automático y análisis de datos aplicados al ámbito jurídico; normas de modelización y sistemas regidos por normas; filosofía y representación del conocimiento jurídico; contratos inteligentes y aplicación de blockchain en el ámbito legal (Ver los temas propuestos para la 17ª **CONFERENCIA** INTERNACIONAL DE **INTELIGENCIA** ARTIFICIAL Υ **DERECHO:** http://www.iaail.org/?q=article/icail-2019-17th-international-conference-artificialintelligence-and-law-third-call-papers)

En relación con formación de postgrado, debemos señalar que la USC oferta para el curso 2019-2020 el Curso de Perfeccionamiento en Tecnologías digitales en ciencias sociales y jurídicas:

http://www.usc.es/gl/investigacion/grupos/empresaadministracion/cursos\_tecnoloxiasdixitai s.html

3.2. Aportaciones relativas a la introducción de la IA/robots inteligentes autónomos en las asignaturas de derecho administrativo que se imparten en el grado de derecho

Parte justificativa:

Ante la rápida e incierta evolución de la inteligencia artificial, que se basa en el uso de algoritmos y datos, la Universidad está llamada a jugar un papel importante.

En la actualidad las instituciones de enseñanza superior ya colaboran en algunas iniciativas que persiguen la construcción de un modelo de datos abiertos común que facilite la interoperabilidad y la reutilización de la información del sector público. De esta manera, el mundo académico ha participado, por ejemplo, en la elaboración del documento Datos Abiertos: Guía estratégica para su puesta en marcha y conjuntos de datos mínimos a publicar, cuyo objetivo es "ayudar a saber cómo trabajar en la apertura y reutilización de datos con la capacidad de generar valor para ciudadanos y empresas, a través de plataformas tecnológicas abiertas, de forma que no se quede en una mera declaración de intenciones"14.

La participación de las Universidades en el desarrollo de proyectos, como el mencionado más arriba, puede ser útil, aunque resulta insuficiente. Desde diversos foros se está insistiendo en la necesidad de formar a profesionales capaces de establecer relaciones entre los datos, puesto que "somos un país de emigrantes digitales". Según el informe Generación de talento Big Data en España, el valor estimado de la economía del dato en Europa supuso un 1,87% del PIB de los países miembros en 2015 (272.000 millones de euros) y se prevé que alcance el 4,7% en 2020. Además, el 65% de las empresas corren el riesgo de convertirse en irrelevantes o no competitivas si no adoptan Big Data. El mercado del Big Data en España crece un 30% cada año y empleó a 10.500 profesionales en 2015. Como primera advertencia, el 19% de esos puestos de trabajo se generaron fuera del país 15.

Instituciones educativas de prestigio como el MIT de Boston, la Universidad de Nueva York, la Universidad de Carolina del Norte o la Universidad de Columbia ofrecen cursos y programas relacionados con Big Data, analítica avanzada o aprendizaje automático 16. Entendiendo que ha llegado el momento de que las Universidades españolas adapten sus estudios oficiales a la demanda del mercado, al igual que lo han hecho las norteamericanas, proponemos los siguientes cambios en las asignaturas de Derecho Administrativo, todos ellos están orientados a despertar un mayor interés por adquirir conocimientos específicos sobre la inteligencia artificial.

La introducción de contenidos adicionales en los programas de las asignaturas de Derecho Administrativo

https://cotec.es/media/BIG-DATA-FINAL-web.pdf64

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Disponible en http://femp.femp.es/files/3580-1617-fichero/Gu%C3%ADa%20Datos%20Abiertos.pdf

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> Disponible en https://cotec.es/media/BIG-DATA-FINAL-web.pdf64

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> Véase el estudio «Generación de talento Big Data en España», págs. 64 y ss., Disponible en

Derecho Administrativo I - Fundamentos de Derecho Administrativo (2º curso del Grado de Derecho) 17.

En esta asignatura se persigue que el alumno, empleando la terminología y vocabulario técnico pertinente, sea capaz de "describir los Ordenamientos jurídico-administrativos y sus relaciones". En los últimos años se han aprobado bastantes normas con la finalidad de favorecer la transparencia, el gobierno abierto o la apertura de los datos públicos. Sin embargo, el aprovechamiento de esa información que se pone a disposición de la sociedad no es sencilla, porque, entre otras razones, las anteriores regulaciones deben aplicarse conciliando la protección de datos de carácter personal, los derechos de autor, la propiedad intelectual, etc. Se propone, por tanto, explicar las interrelaciones entre dichos ámbitos normativos.

"La identificación de los sujetos del Derecho Administrativo y la descripción de sus regímenes jurídicos" es otro objetivo por alcanzar en esta asignatura. Entre la tipología de entes públicos, es preciso nombrar a la Agencia Española de Protección de Datos, una autoridad pública independiente llamada a resolver los múltiples interrogantes que plantea la inteligencia artificial. Teniendo en cuenta que los cambios tecnológicos se producen a una velocidad vertiginosa, entendemos que es tan relevante conocer el marco legal aplicable a la inteligencia artificial como los informes, guías o resoluciones emitidas por esta clase de organismos, quienes seguro se pronunciarán sobre los problemas que surgirán con ocasión de la implantación de estas innovaciones en el sector público.

Derecho Administrativo I - Instrumentos de la Actividad Administrativa (2º curso del Grado de Derecho)18

El acto administrativo y el procedimiento administrativo son dos figuras capitales en nuestra disciplina y esta asignatura se centra precisamente en su conocimiento. Ante el avance de la toma de decisiones administrativas automatizadas, estaría justificado el tratamiento de esta cuestión, advirtiendo que las leyes 39 y 40/2015 no prestan una especial atención a este nuevo fenómeno19.

Derecho Administrativo II - Formas y Medios de la Actividad Administrativa (3º curso del Grado de Derecho) 20

La actividad administrativa sancionadora está sufriendo una profunda transformación con la incorporación de herramientas capaces de detectar denuncias falsas. El 21 de mayo de 2019 se publicaba en el periódico La Voz de Galicia que un programa informático llamado Veripol, que usa técnicas de procesamiento del lenguaje natural y aprendizaje automático, se había implantado en las comisarías gallegas ofreciendo una fiabilidad del 90%. El funcionamiento de estos novedosos sistemas encaja a la perfección en los contenidos de esta asignatura, que se dedica al estudio de las formas de actividad administrativa.

http://www.usc.es/es/departamentos/psevedug/materia.html?materia=122864

http://www.usc.es/es/centros/dereito/materia.html?materia=122875

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> El programa de la asignatura puede descargarse en el siguiente enlace http://www.usc.es/es/departamentos/psevedug/materia.html?materia=122860

<sup>&</sup>lt;sup>18</sup> El programa de la asignatura puede consultarse en

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> Juli PONCE SOLÉ, «Inteligencia artificial, Derecho administrativo y reserva de humanidad: algoritmos y procedimiento administrativo debido tecnológico», *Revista General de Derecho Administrativo*, núm. 50, 2019.

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> El programa de la asignatura puede consultarse en

Derecho Administrativo III - Garantías del Administrado (4º curso del Grado de Derecho)21

Lógicamente si la inteligencia artificial tiene un impacto en la actuación de los poderes públicos, urge explicar en qué casos la Administración responderá por los daños que causan las máquinas. Este debate se puede emprender al hilo también del control jurisdiccional de la actuación administrativa, que es objeto de estudio en esta asignatura.

### 3.3. La incorporación de la inteligencia artificial a los planes de estudios de derecho financiero y tributario

#### 3.3.1. En el grado de Derecho

#### Introducción

Los sistemas fiscales están cambiando porque también está cambiando, y de modo acelerado la realidad sobre la que tales sistemas operan. Por tanto, su enseñanza y estudio en las Universidades no puede mantener unos estándares más propios de otras realidades. Ello especialmente en relación con los planes de estudio de las asignaturas de Derecho Financiero y Tributario, en especial en relación con las nuevas tecnologías, el mundo digital y la inteligencia artificial.

El primer aldabonazo de este cambio se ha puesto de manifiesto en la última década del siglo XX, con la llegada del comercio electrónico, off line, y sobre todo, on line. El comercio electrónico era una nueva forma de hacer negocios que suponía novedades sustanciales en las relaciones económicas. Facultaba poner en contacto directo a los fabricantes o mayoristas con el consumidor final, sin intermediarios. Al tiempo, permitía convertir en servicios digitales, bienes y servicios que otrora sólo podían suministrarse en formato físico. Y, sobre todo, facilitaba el operar en cualquier mercado del mundo sin presencia física en el mismo.

El operador que vendía bienes por Internet podía concurrir al mercado de cada país si estar presencialmente en su territorio. Lo que suponía, dado el nexo territorial de la mayoría de las normas jurídicas, no estar sujeto a la legislación nacional en diversas materias (autorizaciones, horarios comerciales, requisitos administrativos y sanitarios en general...). Y también conllevaba no estar sometido a la legislación doméstica en materia fiscal.

Ello supuso una importante novedad a la que costó adaptarse. La tributación fue asimilando la realidad del comercio electrónico. Pero si el comercio a través de Internet supuso un cambio considerable en la fiscalidad, la economía digital y la inteligencia artificial suponen un paso cualitativo, si cabe, mucho más determinante, en el marco de un cambio que podemos catalogar como disruptivo.

La economía digital y la inteligencia artificial constituyen el epicentro de una situación que se atisba en el horizonte y que anuncia una realidad fiscal completamente nueva que va a exigir, en cierta medida, refundar parcialmente el Derecho Tributario. Si primero la globalización económica, y después el comercio electrónico supusieron avances importantes, la era digital va a significar, sin duda, el mayor cambio en la imposición de los próximos años. Ventas on line sin presencia física, tecnología blockchain, uso de apps y plataformas para experiencias de economía colaborativa, incorporación de robots a procesos productivos…están gestando un contexto absolutamente nuevo para la fiscalidad y ante el cual muchos de los paradigmas que

93

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> El programa de la asignatura está disponible en http://www.usc.es/es/departamentos/psevedug/materia.html?materia=122880

se venían manejando no resultan útiles. Y ello en el marco de novedades tecnológicas claramente disruptivas.

Al tiempo, el modelo de gestión tributaria vigente se basa en un flujo constante de relaciones entre la Administración y el ciudadano-contribuyente, a través de declaraciones, autoliquidaciones, notificaciones, requerimientos de información, obligaciones formales...Y ello no puede ser ajeno al fenómeno de la Administración electrónica. De hecho, la fiscalidad es uno de los ámbitos donde la Administración electrónica se encuentra más implantada y donde, por ejemplo, las sociedades mercantiles desde hace tiempo sólo reciben notificaciones y presentan escritos (incluso recursos económico-administrativos) por vía electrónica.

Y en el plano del gasto público la robotización y el fenómeno de sustitución de mano de obra plantea problemas nuevos, como la conveniencia o no de gravar a los robots o la oportunidad de implantar una renta universal como exigencia del desempleo crónico que generará la incorporación de la inteligencia artificial a los procesos productivos.

La tecnología disruptiva, la digitalización y la inteligencia artificial son realidades que afectan a toda la fiscalidad y cuyo peso no está recogido en las asignaturas de Derecho Financiero y Tributario en los actuales planes de estudio del Grado de Derecho.

Modificaciones en los Planes de Estudio del Grado de Derecho orientadas a la incorporación de cuestiones referidas a las nuevas tecnologías

En el actual Plan de Estudios de Derecho, existen tres asignaturas referidas a la materia Derecho Financiero y Tributario

- Derecho Financiero (3º Curso del Grado de Derecho)
- Procedimientos Tributarios (3º Curso del Grado de Derecho)
- Sistema Tributario (4º Curso del Grado de Derecho)

En todas estas disciplinas cabe incorporar la realidad de la inteligencia artificial aplicada a la tributación.

Derecho Financiero (3º Curso del Grado de Derecho): El objetivo de esta asignatura es transmitir a los alumnos un conocimiento básico de los elementos estructurales del tributo: cuestiones genéricas y elementos sustantivos (hecho imponible, elementos de cuantificación, sujetos...).

El Programa debe amoldarse para recoger aspectos no tratados en la actualidad y que tienen relación directa con la incidencia de la inteligencia artificial en el mundo de los impuestos. Así, atendiendo a la necesidad de plantearse la subjetividad tributaria se debería hacer referencia a una subjetividad especial que abarcase a los robots, como posibles sujetos obligados tributarios. A la hora de regular los elementos de cuantificación, se debería ir más allá de los aspectos actuales de base imponible y tipo de gravamen, para incluir nuevos parámetros de cuantificación como los que se desprenden de la teoría de salario imputado, que se pretende sirva para cuantificar los impuestos que penalizan el desplazamiento de mano de obra por equipos de inteligencia artificial. Y al referirse a la estructura del hecho imponible del impuesto, junto con los habituales supuestos de carácter fiscal y extrafiscal, deben introducirse las adaptaciones que posibilitan prever impuestos sobre robots, sobre la base de la combinación de la manifestación de riqueza que supone la incorporación del robot al proceso productivo y la finalidad no tributaria de un gravamen específico destinado a obtener recursos frente a la problemática de la sustitución de mano de obra.

Además, a la hora de tratar los puntos de conexión del poder tributario (residencia y territorio) hay que incluir un tercero muy relevante en el futuro que no sería otro, como dice VANISTENDAEL, que el mercado entendido como usuarios de cuyos datos disponen las empresas digitales.

Procedimientos Tributarios (3º Curso del Grado de Derecho). Es finalidad de esta asignatura transmitir al alumno los elementos básicos de la aplicación del tributo mediante actos y procedimientos administrativos en materia tributaria. Resulta fundamental en este punto incluir la temática de la Administración Tributaria electrónica y explicar las especialidades de la relación tributaria electrónica que abarca la presentación electrónica de declaraciones y recursos y la recepción de notificaciones, así como los expedientes tributarios en formato no convencional. Pero también habrá que prestar atención al fenómeno de la aplicación de las normas tributarias a través de procesos automatizados, teniendo en cuenta que se ha propuesto la progresiva sustitución de personal en el desempeño de ciertas funciones administrativas rutinarias y pautadas por equipos de inteligencia artificial. Surgen aquí nuevos retos y problemas, como la motivación de las decisiones o la aceptación de una discrecionalidad artificial. Problemas que ya han empezado a surgir en el mundo tributario, por ejemplo, con ocasión de la emisión automática de liquidaciones paralelas, y que van a alcanzar mayor dimensión con la incorporación de robots a los procedimientos de adopción de decisiones administrativas. En especial con la posible automatización de las decisiones de carácter sancionador, dado el modo pautado con que se regulan las sanciones en la Ley General Tributaria. Surgen aquí nuevos retos como la necesidad de no orillar la apreciación de la culpabilidad en la imposición de sanciones, incluso cuando tales sanciones se adopten mediante pautas automatizadas.

Por otro lado, la automatización de las labores de asesoramiento fiscal puede conllevar problemas, por ejemplo, relativos a si concurre una exención de responsabilidad sancionadora cuando se utilicen equipos de inteligencia artificial para cumplimentar declaraciones tributarias. Cabe plantearse si procedería una exención de responsabilidad similar a la actualmente prevista en el artículo 179,2 de la Ley General Tributaria, aunque sólo para programas informáticos de asistencia facilitados por la Administración.

#### Sistema Tributario (4º Curso del Grado de Derecho).

Es objeto de esta asignatura trasladar a los alumnos un conocimiento completo de los impuestos y demás figuras tributarias que integran los sistemas fiscales, estatal, autonómico y local.

En la actualidad no existe en los planes de estudio de Grado una incorporación de las nuevas figuras tributarias del mundo digital (denominadas innovative tax tools) como los impuestos sobre servicios digitales que gravarían empresas que tienen una interacción significativa con los usuarios a partir de canales digitales y esa interacción coadyuva a la creación de valor. En este punto, la fiscalidad de estas grandes empresas del mundo digital debe orientarse a evitar su inmunidad fiscal, logrando que contribuyan con su fair share taxation o parte justa de tributación.

En segundo lugar, es necesario reservar una parte importante de esta asignatura a los impuestos específicos sobre robots. Y, en tercer lugar, contemplar la posibilidad de que los impuestos que tradicionalmente gravan la actividad notarial y la documentación de la misma se acaben aplicando a la tecnología blockchain o de que la fiscalidad tradicional del dinero de curso legal pueda extenderse a las monedas virtuales.

#### 3.4. Contenidos de derecho constitucional y avances tecnológicos

En primer lugar, como reflexión previa, es evidente que el Derecho Constitucional debe abordar en sus contenidos las cuestiones tecnológicas que afectan o pueden afectar de manera muy relevante a la sociedad que regula. Y ello tanto desde un punto de vista material (en los contenidos necesarios que debe comprender el Derecho Constitucional) como desde un punto de vista formal (los contenidos determinados que tienen una constitución en concreto, como la española de 1978). En la medida que regula los aspectos esenciales de una sociedad debe entrar en los aspectos que definen tal sociedad y en los que pueden hacerla evolucionar.

En segundo lugar, en las materias de los grados jurídicos englobados en el Derecho Constitucional, debe haber una presencia horizontal de estos aspectos tecnológicos. En ese sentido:

En el Derecho Constitucional I se debería explicar la Sociedad de la Información como la actual evolución del Estado y/o del constitucionalismo. En el Estado Democrático se debe aludir en general a la participación ciudadana a través de la tecnología. Y en la explicación de ciertos órganos también hay que efectuar referencias a las cuestiones tecnológicas: así, al aludir a las Cortes Generales (Congreso de los Diputados y Senado) hay que citar el e-parlamento; al explicar el sistema electoral debe hablarse del e-voto; en el Gobierno, del e-gobierno; e, incluso, al tratar someramente el Poder Judicial se puede entrar en la e-justicia y en el uso de la inteligencia artificial en la administración de justicia.

En el Derecho Constitucional II (que versa sobre los derechos fundamentales) hay que explicar el elevado número de cuestiones tecnológicas que afectan a los derechos fundamentales. Dicho ahora sencillamente: en uno de los temas iniciales (la titularidad de los derechos) hay que plantear la titularidad de futuros androides o robots humanoides; en la libertad de expresión e información, los cambios cuantitativos y cualitativos que ha generado la tecnología digital y la problemática de las fake news; en el derecho a la intimidad, las nuevas agresiones a la misma en la Sociedad de la Información (hackers, virus, gusanos, caballo de troya, drones...) y también las defensas tecnológicas (antivirus, cortafuegos, criptografía...); en el derecho a la protección de datos, una selección de aspectos referidos al tratamiento de datos y la tecnología (en los principios de protección de datos, en los subderechos de protección de datos, en las obligaciones del responsable o encargado de tratamiento, etc.); en el derecho al secreto de las comunicaciones, la problemática que genera; en el derecho de participación, las opciones de participación ciudadana con base tecnológico (en concreto, en el DC I este tema se toca en general); en el derecho a la educación las nuevas exigencias del derecho a la educación digital (LO 3/2018), etc.

Además, habría que abrir una lección propia en este DC II para abordar someramente los nuevos derechos digitales de la LO 3/2018 (arts. 79 y ss.), aunque parte de ellos también deben referenciarse en la explicación de los derechos constitucionales

Y en tercer lugar, parece aconsejable introducir materias específicas en el formación jurídica relacionadas con la tecnología. En este sentido, no hay que olvidar que el Derecho que viene va a ser en toda su integridad Ciberderecho. Así, semeja conveniente que exista una materia específica de protección de datos y transparencia, que podría ser una optativa o una obligatoria. En ella se verían los distintos aspectos del régimen actual de protección de datos (con base en el Reglamento UE 2016/679 y en la Ley Orgánica 3/2918), y la problemática del equilibrio con el principio democrático de transparencia (basado sobre todo en la Ley 19/2013).

- 3.5. La IA en las asignaturas impartidas por el área de filosofía del derecho: posibles temas a incluir en los programas.
- A.- EN TEORÍA DEL DERECHO:
- I.- Retos regulatorios en torno a la IA.

En este apartado se pueden incluir varios temas de interés, a modo de ejemplo cito:

- I.1.- Definición (es) de IA
  - I.2.- Tipos de IA
  - I.3.- Transhumanismo y Posthumanismo
- I.4.- El marco normativo a falta de normas jurídicas positivas

Justificación: Hoy en día existen varias formas de entender la expresión lingüística IA. Se habla además de diferentes tipos (débil o fuerte; endógena y exógena etc.). Antes de iniciar la explicación de cualquier cuestión relativa a la IA y su relación con el Derecho, es necesario aclarar todos estos conceptos; y de forma muy especialmente los términos transhumanismo y poshumanismo. Esto nos llevará a discutir el término Humanismo y examinar las críticas que, desde el punto de vista filosófico, se están defendiendo frente a la concepción del humanismo que heredamos desde la llustración.

Por otra parte, al no existir normas jurídicas directamente aplicables para algunos de los conflictos que se están generando con los avances tecnocientíficos se plantea el problema de las fuentes a las que el juez deberá acudir a la hora de resolver dichos casos difíciles.

- II.- La IA y el sentido de los Conceptos jurídicos fundamentales.
- II.1.- IA y el concepto de Obligación jurídica
- II.2.- IA y el concepto de Responsabilidad jurídica
  - II.3.- IA y el concepto de Consentimiento
  - II.4.- IA y el concepto de Autonomía

Justificación: El uso de la IA afecta a la forma con la que estamos entendiendo algunos conceptos básicos para interpretar nuestras relaciones jurídicas. ¿Tenemos obligaciones jurídicas respecto a los androides? ¿hasta qué punto somos responsables de las acciones de una entidad autónoma inteligente? ¿podemos exigir responsabilidad a estas entidades por sus actos? Y si es así ¿tienen también derechos?

EL tema de la justicia social es especialmente importante y se puede conectar con los temas de discriminación, género y vulnerabilidad

- III- IA, Poder, Ideología y Democracia.
- III.1.-¿Quién controlaría la IA?
- III.2.-¿Qué datos requeriría la IA y cómo se gestionarían esos datos?
  - III.-3.-¿Cómo se manejarían los sesgos y prejuicios sociales?
- III.4.- ¿La IA propiciaría un diálogo democrático?

#### B.- EN FILOSOFÍA DEL DERECHO O EN LA ASIGNATURA DE DDHH.

#### I.- La importancia de la Ética en la IA.

Justificación: En este apartado se pueden tratar, entre otras muchas las siguientes cuestiones: ¿es correcto usar los avances científicos y técnicos para transformar al ser humano?; ¿Es correcto construir cualquier tipo de androide? ¿deberían existir límites en la forma de usar a los androides y en las funciones para las que se les destina? ¿es posible hablar de consentimiento de un androide?; ¿es correcto hacer androides éticos?; ¿con qué ética se deben diseñar a los androides?

#### II.- Los Derechos humanos ante la IA

#### II.1.- El fundamento de los DDHH

Justificación: La pregunta más importante en este apartado sería si se ve afectado el fundamento de los DDHH por la irrupción de la IA, para ello se debería analizar qué significado puede tener en estos momentos: "ser persona"; "tener consciencia", "ser libre" o "ser autónomo".

#### II.2.- Conflictos entre DDHH e IA

Justificación: La IA está planteando conflictos a la hora de interpretar y hacer efectivos algunos derechos humanos en la práctica concreta. En especial los derechos de Libertad, Seguridad e Igualdad.

#### A modo de ejemplo:

- a.- Respecto a la libertad se plantea la cuestión de si se debe limitar la libertad de los científicos y tecnólogos a la hora de investigar. También se plantea si con la IA no se viola el derecho de intimidad de las personas etc. Todas estas cuestiones plantean conflictos entre los Derechos de la primera generación y el uso de la IA.
- b.-Respecto a la seguridad, surgen otros conflictos muy interesantes derivados del uso de entidades artificiales inteligentes para tareas militares invasivas. Esta cuestión afectaría a la salvaguarda de los Derechos de la Tercera generación (por ejemplo, el derecho a la paz) frente al uso de la IA en el ámbito militar. También se podría ver afectados por el uso de la IA otros derechos que afectarían al medio ambiente y las posibles consecuencias negativas de la IA en el cambio climático.
- c.- Respecto a la igualdad: la transformación del ser humano a través del uso de tecnologías materiales corre el riesgo de generar personas más capacitadas que otras, lo que puede generar desigualdades grandes tanto desde el punto de vista económico, como social y cultural. Además, estas desigualdades pueden provocar nuevas relaciones de poder que tendrían claras repercusiones en la forma de organización de la vida social y en los regímenes políticos. En este bloque temático serían de mucho interés los temas relacionados con el Género. Actualmente existe un debate importante sobre si los robots con IA y forma femenina para uso sexual deberían estar prohibido.

#### III.- IA y Teoría de la justicia

#### III.1.- IA y Teorías Liberales de la Justicia

#### III.2.- IA y Teorías Comunitaristas de la Justicia: La Justicia Social en la era digital

#### C.- EN LA ASIGNATURA DE RAZONAMIENTO Y ARGUMENTACÍON JURÍDICA

- I.- La IA y sus efectos en las decisiones judiciales
- I.1.-La importancia de la IA en la Prueba judicial
- I.2.-¿Pueden los sistemas informáticos dictar un fallo judicial?

Justificación: El uso de sistemas informáticos expertos en las investigaciones judiciales generan también una serie de cuestiones sobre las cuales debemos reflexionar. En especial sobre cómo debe valorar el juez la información obtenida a través de estos medios o determinar en qué medida una IA puede argumentar y dictar un fallo judicial.

II.- La IA y sus implicaciones en la Argumentación jurídica

Alguna bibliografía al respecto de este bloque temático:

Baroni, P., y GiaComini, M., 2009: «Semantics o Abstract Argumentation Systems», Argumentation in Artifcial Intelligence: 25-44.

Dung, P., 1995: «On the acceptability o arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming, and noperson games», Artifcial Intelligence, 77: 321-357. http://cs.ait.ac.th/~dung/Site/Publications.html.

Eemeren, F. H.; Garssen, B.; Krabbe, W.; SnoeCK HenKemans, A. F.; VerheiJ, B., y Wage-mans. J. H. M., 2014: Handbook o Argumentation Theory, Springer Science + Business Media Dordrecht.

PraKKen H., y Sartor, G., 2007: «Formalizing arguments about the burden of persuasion», Proceedings o the 11th International Conference on Artifcial Intelligence and Law, 97-106. http://www.staff.science.uu.nl/~prakk101/publications.html.

### 3.6. Aportaciones relativas a la introducción de la IA/robots inteligentes autónomos en las asignaturas de derecho mercantil que se imparten en el grado de derecho

La introducción de la inteligencia artificial en el ámbito del Derecho mercantil se proyecta sobre distintos aspectos de la disciplina, tanto al introducir nuevos objetos de estudio jurídico mercantil, como al plantear retos relativos a la aplicación de categorías clásicas mercantiles a fenómenos tecnológicamente novedosos.

Las tecnologías disruptivas o procesos disruptivos como el big data, el blockchain o los Smart contracts tienen fácil encaje en los programas de estudio de Derecho. La irrupción de la inteligencia artificial también deberá acogerse en una materia que sufre permanente y persistentemente los cambios disruptivos en la economía y las relaciones de sus agentes precisamente por las tecnologías disruptivas.

Ya en 2014 la empresa Deep Knowledge Ventures (DKV) incorporó a un algoritmo de inteligencia artificial denominado Vital (Validating Investment Tool for Advancing Life Sciences) en su Consejo de Administración, con derecho a voto. No obstante, el uso de algoritmos para la toma de decisiones ya tenía un amplio uso, y ciertamente tal uso puede tener encaje en la gestión de las sociedades mercantiles, pero lo relevante es que la IA bien como consejera o bien como herramienta puede tener un amplio impacto en el gobierno corporativo de las empresas.

Efectivamente, los deberes fiduciarios de los administradores podrían argumentar el uso de la IA para asegurar una mejor y más transparente toma de decisiones y gestión de riesgos.

El derecho de la empresa recibirá grandes impactos de la inteligencia artificial en los ámbitos propios de la propiedad intelectual, el derecho de la competencia y de la competencia desleal, incluida la defensa de los consumidores y usuarios. Por supuesto en el ámbito del comercio electrónico y, en general, la sociedad de la información. Especial atención debemos prestar a los aspectos relacionados con la protección de datos personales, si bien esto puede ser enfocado desde diferentes perspectivas jurídicas (constitucional, laboral, etc.). Los mercados de valores también se ven ya fuertemente afectados por el uso de la IA.

En los contenidos de la(s) asignatura(s) de Derecho Mercantil, podemos introducir la inteligencia artificial con algunas limitaciones:

- Introducción al Derecho mercantil. Independientemente de título de la lección, tendría como objetivo describir las tendencias en el desarrollo del Derecho mercantil, con la irrupción en el tráfico mercantil de sistemas inteligentes (IA + Aprendizaje automático) cuyas consecuencias en el ámbito de la responsabilidad civil –mercantil son relevantes, y que eventualmente, podrán tener personalidad jurídica.
- Sociedades: La IA ya tiene encaje en el Derecho de sociedades. La progresiva tecnificación en los modos de constitución de personas jurídicas y en su adopción de decisiones en el seno de las sociedades mercantiles, es creciente. Podrá atribuirse a la IA la posibilidad de ejercer funciones propias de un Administrador. Actualmente, aún en el caso de que una persona jurídica sea administradora, la ley requiere que se designe una persona física, por lo que únicamente cabría plantear si una IA pudiera tener algún tipo de representación en el marco de las previsiones legales, como por ejemplo en una Junta General si los estatutos lo previeran, aunque parece que tampoco sería caso a la luz del artículo 522, que habla de persona física cuando el representante sea un persona jurídica. En relación con los deberes de los administradores (arts. 225-232 de la LSC), una IA podría cumplir funciones ejecutivas siempre que no sean incompatibles con los deberes de los administradores, por supuesto en auxilio de dichos deberes, pero parece claro que no cabe la delegación de las facultades delegables a una IA, ya que tal delegación la ley la reserva únicamente a las personas físicas o jurídicas.

Otro de los aspectos importante lo constituye la aparición de nuevas figuras reguladas con competencias específicas, como puede ser el Delegado de Protección de Datos o el Chief Security Officer, por mencionar algunos. Su encuadre en las estructuras de competencias y responsabilidades societarias ya es objeto de análisis y recomendaciones —por ejemplo, por parte de la Securities Echange Commission de Estados Unidos, y de la Autoridad de Mercados en Francia-: la incorporación a las aulas de este debate que afecta principalmente a las sociedades cotizadas es ya una necesidad

- Los contratos mercantiles y títulos valores: La tecnología blockchain y los contratos inteligentes plantean el reto de identificar la categoría jurídica de encuadre, así como de las adaptaciones adecuadas para garantizar la tutela de todos los intereses en juego. En cuanto a los Smart contracts, cuyas aplicaciones se proyectarán en todo orden contractual (también contratos civiles, laborales, actos administrativos, etc.), representan un ámbito específicamente relevante en la disciplina de los contratos mercantiles y especialmente en el ámbito de los contratos financieros, de valores y de seguros, sus respectivos registros, transparencia e instrumentos de seguimiento, control y supervisión.

- Medios de pago: ciertamente los medios de pago ya no se ciñen a los medios clásicos que se estudian. Las criptomonedas y la economía colaborativa han revolucionado la forma de financiación de las empresas y por tanto los medios y los servicios de pago digitales con participación de sistemas inteligentes tienen que ser estudiados.
- Banca, Bolsa y Seguros. La Banca se ve afectada por numerosos cambios en los medios de pago, como los Monederos digitales (Digital Wallets, DWs), Monederos online" (Online Wallet, OWs), monederos en la "nube" (Cloud Wallets), "Monederos móviles" (Mobile Wallets, MWs), entre otros muchos modelos digitales que son gestionados por sistemas automatizados podrán ser gestionados por sistemas inteligentes. El sistema financiero se ha revolucionado con las Fintech. El asesoramiento y la gestión de carteras gestionados por sistemas basados en inteligencia artificial (robo-advisors) es una muestra de la aplicación disruptiva de sistemas inteligentes. Esto hado paso también al desarrollo de soluciones Regtech. Lo mismo ha sucedido con el sector de los seguros, impactados notablemente por las tecnologías disruptivas, lo que ha configurado el Insurtech. El estudio la IA nos acerca también al estudio del big data, el blockchain, las criptomnedas, cloud computing, etc.
- Competencia: en principio el marco regulatorio debería ser capaz de dar respuesta a los desafíos que suponga el uso IA en el desarrollo de prácticas anticompetitivas. Y efectivamente se trata de "uso" ya que una IA inteligente y autónoma desarrollada a los criterios, por ejemplo, con los criterios éticos propuestos en la Resolución del Parlamento Europea sobre "Normas de Derecho civil sobre robótica" no debería ser posible. Sin embargo, la realidad es que la falta de regulación sobre dichos sistemas inteligentes ha evidenciado como real el uso o peligro de uso de algoritmos, aprendizaje automático o sistemas inteligentes o IA para el desarrollo de prácticas colusorias o el abuso de una posición dominante, máxime en el caso de los monopolios digitales. Seguramente se avanzará en el sentido de establecer criterios más claros para determinar cuándo estamos ante una colusión entre sistemas inteligentes y cómo gestionar las autoridades la prueba del acuerdo anticompetitivo y cómo atribuir las responsabilidades. Además, el uso de estas tecnologías puede crear verdaderos monopolios o limitar la capacidad de las empresas para entrar en dichos mercados. Esta regulación podría incluir el establecimiento de criterios que eviten determinados sesgos económicos, personales o sociales en el uso del aprendizaje automático. Desde una regulación asimétrica hasta la autorregulación pueden ser promovidas, y desde esta última posibilidad cabe, de momento, como una introducción en la enseñanza en el grado que, en cambio, puede ser muy amplia en posgrado. Estos mismos argumentos se pueden trasladar al ámbito de la competencia desleal y la protección de los derechos de los consumidores y usuarios, especialmente en el tráfico comercial digital, principalmente en internet, tanto para mejorar la capacidad competitiva de la empresa, pero también para encontrar atajos que lesionen los intereses protegidos.
- Propiedad intelectual (patentes, marcas y derechos de autor). Se puede enfocar la IA (IA + Aprendizaje Automático) desde el punto de vista de la protección de su desarrollo desde el derecho de autor, las patentes o la competencia desleal (secretos comerciales), incluidos todos los datos y conocimientos que almacene, genere, recopile, procese o comparta (big data, etc.), desde la generación de obras sujetas a protección (con el problema de la atribución de la autoría, ) y desde su uso como medio para evitar o infringir la ley, los derechos de terceros e inclusive la violación de los 2 supuestos anteriores. No es baladí este asunto, ya que la siguiente cresta disruptiva será la computación en la nube, y hay proyectos para almacenar el contenido del cerebro en la nube o interconectar el cerebro en las redes. Se trata de uno de los grandes

campos jurídicos que tienen que afrontar los retos de la IA y que, sin embargo, no está altamente condicionada a la atribución de una personalidad jurídica para la IA autónoma.

- Sociedad de la información. No cabe duda de que, en un entorno en el que hablamos ya abiertamente de Sociedad 5.0, la sociedad de la información debe ser reformulada y adaptada a la cibereconomía. Además, estamos en un entorno dominado por grandes gigantes digitales/tecnológicos no comunitarios (GAFA -o GAFAM- y/vs BAT). El impacto de la IA y el Aprendizaje automático en las comunicaciones de cualquier tipo (social, B2B, B2C, etc.) a través de redes es evidente. En este ámbito encaja el estudio de los datos personales en relación con los consumidores, pero también los de las empresas. (RGPD + Reglamento para la libre circulación de datos no personales en la UE). El big data, el blockchain, cloud computing, el Internet de las Cosas (lo que nos vincula con las Smart Cities que se aborda principalmente desde el Derecho Administrativo), el 5G, etc. deben tener un punto de estudio común, al que se adecúa este ámbito formativo.

Creación de una asignatura optativa.

Alternativa a la introducción de estos contenidos en las asignaturas de Derecho Mercantil en el Grado de Derecho, toda esta temática encaja perfectamente con una creación de una asignatura optativa multidisciplinar de Derecho, que recoja estos aspectos y los que aporten otras áreas esenciales en este contexto, como son el Derecho del Trabajo, Administrativo, Fiscal, Constitucional, Filosofía, Civil o Penal.

# 3.7. Aportaciones relativas a la introducción de la IA/robots inteligentes autónomos en las asignaturas de derecho del trabajo que se imparten en el grado de derecho

La Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones sobre la "Inteligencia artificial para Europa", de 25 de abril de 2018, incluye dentro de este concepto aquellos sistemas "capaces de analizar su entorno y pasar a la acción —con cierto grado de autonomía— con el fin de alcanzar objetivos específicos". Su aplicación empresarial, que ha abierto una nueva era conocida como Cuarta Revolución Industrial, justifica su incorporación al itinerario formativo, tanto expositivo como interactivo, correspondiente a la materia Derecho del Trabajo I, del Grado en Derecho de la Universidad de Santiago de Compostela.

En particular, se antoja oportuno abordar la adopción de decisiones empresariales automatizadas.

Aunque la recién aprobada Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales no las regule expresamente, sí lo hace el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE. En concreto, este abordó el tratamiento de datos de carácter personal destinado a la aplicación de decisiones automatizadas en su art. 22, donde reconoció el derecho de todo interesado a "no ser objeto de una decisión basada únicamente en el tratamiento automatizado, incluida la elaboración de perfiles, que produzca efectos jurídicos en él o le afecte significativamente" a no ser que resulte "necesaria para la celebración o la ejecución de un contrato" y, en todo caso, de mediar el "consentimiento explícito del interesado".

En virtud de este título, diversas son las decisiones adoptadas por la empresa en el marco de una relación laboral susceptibles de ser automatizadas, todas ellas integrantes del contenido de la aludida materia. Así, cabe citar la relativa a la selección o ascenso de un trabajador, el devengo de un complemento retributivo e, incluso, la imposición de una sanción.

La inadaptación del Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores a esta nueva realidad exige indagar, particularmente desde una perspectiva práctica, las posibilidades que ordenamiento jurídico ofrece al trabajador para ejercitar su derecho a el derecho a obtener intervención humana por parte del responsable, a expresar su punto de vista y a impugnar la decisión.

#### 3.8. Aportaciones en derecho civil

Una buena base para considerar los temas a resolver desde el Derecho Civil se desprenden de la Resolución del Parlamento Europeo, de 16 de febrero de 2017, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil sobre robótica (2015/2103(INL).

En dicho documento se introduce el concepto de personalidad jurídica para los robots o de personas electrónicas: "crear a largo plazo una personalidad jurídica específica para los robots, de forma que como mínimo los robots autónomos más complejos puedan ser considerados personas electrónicas responsables de reparar los daños que puedan causar, y posiblemente aplicar la personalidad electrónica a aquellos supuestos en los que los robots tomen decisiones autónomas inteligentes o interactúen con terceros de forma independiente".

Sin embargo, no se ha avanzado el desarrollo de la Resolución 2015/2103(INL).

Con todo, cabe citar la obra de Javier Ercilla García "Normas de Derecho Civil y Robótica", que aborda 3 ámbitos fundamentales: una personalidad jurídica específica para los robots, el de la responsabilidad de los robots y el contenido de lo que sería el corpus iuris robótico.

Los aspectos que aborda para configurar la personalidad jurídica específica para los robots son los siguientes:

La integridad

La capacidad

La culpa

La responsabilidad y el patrimonio

La tributación

La materialización del "ius patrimonio"

La computación distribuida

La propiedad intelectual

El matrimonio

Las obligaciones.

Los aspectos que aborda para configurar la responsabilidad de los robots se centran en la Construcción de un sistema de responsabilidad objetiva (incluida la exención de responsabilidad) y en el análisis de la Gestión del riesgo, a la hora de introducir sistemas ciber-

físicos inteligentes, ponderando además la responsabilidad de las empresas y las administraciones.

En relación con el corpus iuris robótico, estima aspectos esenciales como que se trataría de un "neoderecho", donde el derecho debe ser susceptible de codificación informática. Re estudia el enfoque "Top-down", destacando que el corpus iuris robótico, no es la "traducción a lenguaje jurídico informáticamente compatible de las normas que tienen a los seres humanos por destinatarios, sino de la elaboración de un nuevo cuerpo de leyes que tengan por objeto reglar la conducta de quienes resultan entes autónomos artificiales" pág. 145). Otros aspectos expuestos son el Enfoque "bottom-up", las AMAs (agente Moral Artificial) o el sesgo cognitivo.

Por su parte, Moisés Barrio Andrés, en el capítulo "Del derecho de internet al Derecho de los robots" (Derecho de los Robots, Moisés Barrio Andrés, La Ley, 2018), págs. 60 y ss.), considera que nos es tan importante la distinción entre los robots y los agentes de inteligencia artificial y señala como una de las características de la robótica a la corporeidad, aunque advierte que "Con todo, la «esencialidad» de este rasgo ha sido impugnada acertadamente por Balkin, quien observa que puede llevarnos a descuidar la diversidad de sistemas que emplean la inteligencia artificial y el autoaprendizaje y que también pueden causar daños físicos sin ser robots strictu sensu" (v. también Moisés Barrio Andrés, Capítulo 4, ROBOTS, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y PERSONA ELECTRÓNICA en "Sociedad Digital y Derecho", BOE, Madrid, 2018, página 123).

Por su parte, Juan Gómez-Riesgo Taberno de Paz, en el capítulo "Los robots y la responsabilidad civil extracontractual" (Derecho de los Robots, Moisés Barrio Andrés, La Ley, 2018, pág. 106 y ss), analiza la forma en la que la responsabilidad puede sustentarse en la responsabilidad civil por hechos ajenos, por daños causados al consumidor y por productos defectuosos y que si "el marco legislativo existente no es bastante para dar la respuesta más adecuada esta "nueva" realidad de los robots y a los problemas que estos puedan plantear en responsabilidad civil, habría que arbitrar fórmulas diferentes, como la necesidad de proceder a regular y establecer un sistema de responsabilidad objetiva o de gestión de riesgos".

#### Comentario:

El desarrollo de la inteligencia artificial o de los robots o cualquier ingenio capaz de ser el sujeto de un corpus iuris robótico va a experimentar un enorme desarrollo en los próximos años, no así el antedicho corpus iuris robótico, que carece de conceptos definidos para su desarrollo, en particular el de robot y el de IA.

Desde la perspectiva de la IA, y eventualmente una IA General o completa, parece que lo que urge desarrollar es el modelo de la responsabilidad que puede corresponder a sus desarrolladores, a quienes las emplean y a las administraciones.

#### 3.9. Aportaciones en derecho penal

La literatura en este apartado es escasa. Elena María Domínguez Peco, en el capítulo "Los robots en el Derecho Penal" (Derecho de los Robots, Moisés Barrio Andrés, La Ley, 2018, pág. 131 y ss), analiza la responsabilidad por el uso de los robots y considera que, al menos en lo relativo al Derecho Penal, hay suficiente amparo en el derecho vigente y que, en su caso, debe antes desarrollarse una legislación civil y administrativa.

Con todo, el impacto de la IA y los robots puede servir no sólo a los efectos de la prevención o la resolución de conflictos (ciberjusticia), sino que también puede ser una herramienta que facilite la resolución de crímenes, pero también la comisión de éstos. La IA es capaz actualmente

de crear imágenes de personas y mantener diálogos de forma casi realista, lo que podría emplearse en la pornografía infantil. Sánchez del Campo Redonet (Reflexiones de un replicante legal Aranzadi, 2016, pág. 34), referencia como pornografía virtual la sancionada en el art. 189.1.d) del Código Penal, que considera como pornografía infantil "imágenes realistas de un menor participando en una conducta sexualmente explícita", además del art. 189.1.c) que considera pornografía infantil "todo material que represente de forma visual a una persona que parezca ser un menor participando en una conducta sexualmente explícita".

Como señala King (Artificial Intelligence Crime: An Interdisciplinary Analysis of Foreseeable Threats and Solutions, King, T.C., Aggarwal, N., Taddeo, M. et al. Sci Eng Ethics (2019). https://doi.org/10.1007/s11948-018-00081-0), la perspectiva de como la IA puede ayudar en el ámbito judicial (y por tanto en el penal y procesal) tiene abundante literatura, pero aún no se ha estudiado ampliamente como la IA puede facilitar el delito, lo que explora en el trabajo que se cita, con sendos casos.

#### Comentario:

En el ámbito penal, al igual que en el civil, la responsabilidad penal de los robots o de la IA (IA criminal = IAC) no hay nada construido en torno al aún inexistente concepto de persona jurídica, personalidad jurídica o sujeto (o cosa) jurídico. Un reciente artículo de Simmler y Markwalder (Guilty Robots? — Rethinking the Nature of Culpability and Legal Personhood in an Age of Artificial Intelligence; Simmler, M. & Markwalder, N. Crim Law Forum (2019) 30: 1. https://doi.org/10.1007/s10609-018-9360-0) ofrece argumentos para esta construcción y desarrollar la responsabilidad penal de los robots.

# IV. EJE 3: La formación en IA en el ámbito de la economía y la empresa.

Coordinador	Luis Otero González (Universidad de Santiago de Compostela)
Equipo de trabajo	Luis Otero González (Universidad de Santiago de Compostela)
	Pablo Durán Santomil (Universidad de Santiago de Compostela)
	María Bastida (Universidad de Santiago de Compostela)
	Jose Ramón Porto (Universidad de Santiago de Compostela)
	Eduardo Sánchez Viña (Universidad de Santiago de Compostela)
	Luis Moreno. (Universidad de Alicante)

#### 1. Introducción

En los últimos años parece haberse instalado en la sociedad y en la opinión pública una crítica recurrente centrada en la distancia entre la Universidad y la realidad socioeconómica, en la asunción de que la primera no es capaz de ofrecer una formación adecuada a las necesidades reales de las empresas. Esta crítica se acompaña de un escenario de inserción laboral poco optimista, caracterizado por elevadas y persistentes tasas de paro juvenil, una devaluación progresiva de las titulaciones universitarias y la inflación de titulados, además del aumento de la precariedad laboral entre los poseedores de titulaciones académicas superiores. En respuesta a este debate, se han realizado numerosos llamamientos sobre la pertinencia de una profunda reflexión sobre la adecuación de la formación universitaria a una realidad empresarial inmersa en un escenario –global, dinámico, volátil, postindustrial- diferente. En el fondo de esta reflexión subyace la presunción de que la formación que se imparte en las Universidades pudiera no adecuarse a las necesidades actuales de la sociedad de mercado.

En este contexto, uno de los factores de mayor vulnerabilidad lo introduce la tecnología, que está cambiando el mundo y reestructurando la producción eliminando las tareas rutinarias. El riesgo de automatización de los trabajos es muy dependiente del tipo de industria siendo el transporte (56%), las manufacturas (46%) y comercio (44%) las que tienen un mayor riesgo<sup>22</sup>. Según el informe de PWC (2017), a medida que los avances tecnológicos y el despliegue de la inteligencia artificial (IA) se apliquen en las actividades económicas muchos trabajos de personal cualificado también podrán desaparecer, siendo mayor el riesgo en niveles de estudios de secundaria (46%) y del 12% para los que tengan un grado universitario o superior (12%).

Las competencias altamente valoradas en la actualidad como la inteligencia y las cualidades cognitivas perderán importancia en favor de otras como la curiosidad, la empatía, la adaptabilidad o la agilidad emocional. En definitiva, supone el avance hacia lo que conocemos como "softskills", donde la capacidad de resolución de problemas, la adaptabilidad y el aprendizaje continuo, la colaboración, el liderazgo y la inteligencia emocional ganan puestos en la escala de preferencias en la demanda de capacidades para la empleabilidad (Global CEO Survey, PWC 2017). En este mismo grupo de necesidades se destacan las habilidades de programación.

Las principales transformaciones tecnológicas, que incluyen la IA, el machine learning, Internet de las cosas o big data, cambian el tipo de habilidades que requieren los titulados. Ya en 2014 la Comisión Europea reconoció la existencia de un GAP en las habilidades digitales en la fuerza de trabajo (44%), que está relacionado con el GAP existente en las competencias digitales que deben ser incorporadas en los programas formativos. La mejora de las competencias y habilidades digitales de los graduados es esencial para su empleabilidad. El 90% de los empleos requerirán de excelentes habilidades digitales y quienes no dispongan de éstas en tecnologías de la información y comunicación estarán en desventaja en el mercado laboral (European Commission, 2013).

En este sentido, el World Económic Forum<sup>23</sup> indicó que las prioridades formativas deben cambiar para contener las competencias y habilidades que exige una nueva era dominada por la tecnología y la Inteligencia Artificial. Es importante garantizar que los estudiantes y trabajadores no estén aprendiendo habilidades que se quedarán obsoletas en el medio plazo. En el contexto

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup>Human value in the digital area. PwC. <u>file:///C:/Users/Luis/Documents/proyectos/IA%20Junio/pwc-human-value-in-the-digital-age%20.pdf</u>

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup>https://www.weforum.org/agenda/2018/07/the-skills-needed-to-survive-the-robot-invasion-of-the-workplace

actual resulta crítico desarrollar el aprendizaje a lo largo de la vida, impulsar la curiosidad y la creatividad y disfrutar del proceso de aprender, frente a la metodología tradicional de memorización para el examen.

De acuerdo con la Unesco (2018)<sup>24</sup> es preciso revisar los programas académicos para incorporar las habilidades tecnológicas, digitales y "softskills", así como mejorar las capacidades del profesorado para que las instituciones educativas sean sitios clave para certificar dichos conocimientos. En el caso particular de España, dentro del marco de la Agenda Digital<sup>25</sup> se ha llevado a cabo la iniciativa "Formación para la Excelencia" de la que forma parte el denominado *Libro Blanco de Titulaciones del sector de la Economía Digital*<sup>26</sup>publicado en el año 2015 por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en cuya elaboración ha colaborado la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). En el mismo se define la Economía Digital como "el resultado de la capacidad disruptiva que el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) está produciendo en todos los sectores de la economía y en todas las actividades sociales y personales". Un objetivo prioritario de la Agenda Digital es el de promover la inclusión digital y empleabilidad, para lo cual ha de realizarse la Capacitación Digital y Formación de Nuevos Profesionales de las TICS, siendo "necesario adaptar los sistemas formativos para dar respuesta a una demanda creciente de nuevos perfiles y profesiones TIC. La adaptación de los sistemas debe realizarse tanto a nivel de formación profesional como a nivel universitario. En este sentido, las nuevas profesiones estarán relacionadas con el comercio electrónico, el marketing digital, con la industria de contenidos digitales, el cloudcomputing, blockchain, la inteligencia artificial, la computación intensiva, smartcities, Internet de las Cosas, o con la industria de productos y servicios para la confianza en el ámbito digital", por lo que la Agenda fija como línea de actuación "potenciar una mejora de la oferta universitaria destinada a la formación de profesionales TIC a través de su adaptación a las necesidades del mercado, contemplando los nuevos perfiles profesionales en el ámbito de las TIC y el incremento de la eficiencia del sistema" <sup>27</sup>.

En el apartado 2 del Libro Blanco de Titulaciones del sector de la Economía Digital se incluye un "Estudio de la demanda de Títulos del ámbito de la Economía Digital y estudio de la oferta por parte de las universidades españolas", que muestra un claro desajuste entre oferta y demanda de títulos en competencias digitales. Por otra parte, del primer informe sobre Inserción laboral de los egresados universitarios, elaborado conjuntamente por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y la Conferencia de Consejos Sociales se desprende en lo relativo a grupos de titulaciones las carreras relacionadas con los estudios de "Administración y Negocios", que existe actualmente un gap educativo en competencias digitales y tecnológicas en dichas titulaciones. Una conclusión extraída del Libro Blanco en cuanto a la formación requerida por las empresas es que "la mayoría de carreras y programas educativos se basan en formación en sectores tradicionales, no adaptados a las nuevas tendencias tecnológicas ni a los modelos de negocio marcados por las empresas pertenecientes a la Economía Digital y a la Inteligencia Artificial".

En el Libro Blanco también se indica que la ciencia de datos (big data), las redes de comunicación y los centros de proceso de datos (internet de las cosas, tecnologías y servicios en la nube-

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup>https://ar.unesco.org/sites/default/files/unesco-mlw2018-concept-note-en.pdf

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> Véase la web http://www.agendadigital.gob.es/Paginas/index.aspx

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup>Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2015). *Libro Blanco para el diseño de las titulaciones universitarias en el marco de la Economía Digital*.

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup>Véasehttp://www.agendadigital.gob.es/objetivos-agenda-digital/promover-inclusion-digital/Paginas/subobjetivos.aspx

cloud), la seguridad digital, los contenidos digitales, el marketing y comunicación digital, la inteligencia artificial, las finanzas digitales y el aprendizaje automático marcan las tendencias.

Otro aspecto que resalta el Libro Blanco es la necesidad de incorporar nuevas competencias y contenidos para generar nuevos planes de estudios más actualizados y competitivos que los actuales. En el apartado de conclusiones se afirma que "hay una clara necesidad de poner en marcha programas de formación superior de calidad pensados específicamente para cubrir la demanda que existe de los perfiles profesionales más específicos de este sector. Estableciendo la necesidad de grados generalistas, con formación genérica, pero transversal al ámbito digital y tecnológico "(...). Se habla de formar egresados con una formación genérica y transversal importante que les dotará de versatilidad y adaptación a las necesidades del mercado y además favorecerá el trasvase y el reciclaje de un ámbito a otro.

El objetivo de este documento es aportar información y un conjunto de reflexiones que permitan debatir acerca de la pertinencia de adaptar las titulaciones de Administración y Dirección de Empresas a los cambios derivados de la irrupción de la IA y la digitalización. En este sentido se abordan las competencias, habilidades, conocimientos generales y específicos que requerirán los egresados en un mundo más tecnológico y digital, los conocimientos que será preciso incorporar a los programas de la titulación y las estrategias para lograrlo, que deberán incluir tanto la formación del profesorado como la adaptación curricular.

# 2. Competencias y habilidades de los alumnos de ADE en materia de IA y digitalización

En el contexto socioeconómico actual, la aplicación de las TIC y los motores de IA transforman la empresa tradicionalmente entendida, con una estructura de interconexión que muda los procesos productivos (tamaño, localización, control) y el mercado de aplicación, actualmente entendido como un conjunto de bienes y servicios dependientes de tecnologías digitales. En el ámbito de la titulación de Administración y Dirección de Empresas, la tecnología está cambiando los métodos tradicionales de gestión y las competencias que debe adquirir el alumnado, de modo que los planes de estudio deben actualizarse para que no queden desfasados.

Las principales transformaciones que se deben tener en cuenta a la hora de valorar los conocimientos transferidos son las siguientes:

- Desde el punto de vista de la oferta, la empresa se ve en la necesidad de analizar los gustos, necesidades y expectativas de los clientes (reales o potenciales) para modular su oferta, en un marco de flexibilidad que le permita cambiar y adaptarse a una demanda cambiante.
- Desde el punto de vista de la demanda, el comercio electrónico (compra a través de dispositivos móviles o "por internet") se ha convertido en el vehículo principal de hacer negocios. La penetración de este canal se viene incrementando de forma sostenida en función del desarrollo de sitios web de mejor acceso y plataformas de pago seguras. Además, el uso ha evolucionado para incluir todo tipo de dispositivos móviles, en particular el smartphone.
- La imagen de la empresa y la reputación digital es un ámbito de aplicación de creciente interés para las empresas, por cuanto clientes reales contentos o insatisfechos tienen un efecto potencial sobre clientes potenciales. En este contexto de reputación digital debe enmarcarse la eventual atracción sobre nuevo talento en el mercado de trabajo, donde también la reputación digital juega un papel de creciente importancia.

Por otra parte, las organizaciones tradicionales están mudando, de manera que las fronteras se difuminan y se avanza hacia modelos de empresa que operan sin límites. En términos generales, se avanza hacia modelos de grupos de trabajo colaborativos, que trabajan en proyectos sobre la base de equipos en buena medida virtuales. Esto requiere no tanto nuevas enseñanzas y aprendizajes como nuevas formas de trabajo, que pueden ser implantadas para la mejora de las habilidades.

En lo que se refiere a la tipología de competencias, desde la diferenciación propuesta por Becker (1964) entre competencias genéricas y específicas las distintas clasificaciones siguen por lo general este paradigma. Este autor define como competencias genéricas (generic skills, core behaviors, cross units o cross industry standards) el conjunto de habilidades que pueden ser aplicadas en diferentes ámbitos y sectores de actividad; y como competencias específicas (specific skills, industry specific standards) aquellas que sirven para puestos de trabajo muy concretos, que definen los empleadores y que tienen un grado más restringido de compatibilidad con otros entornos laborales. A estas competencias pueden añadirse las básicas (basics kills, core skills o key competencies), que son las adquiridas como resultado de la educación básica (leer, escribir, etc.)

En el caso concreto de la educación superior, el informe Tuning Educational Structures in Europe (2003) parte de la base de que las competencias son el objeto del diseño y evaluación de los planes de estudio, y asume que representan una combinación dinámica de conocimiento, comprensión, capacidades y habilidades. En este contexto, se definen las competencias genéricas como las capacidades humanas básicas de carácter cognitivo, metodológico, psicológico y comunicacional, mientras que las específicas son las destrezas y los conocimientos asociados a cada área de conocimiento (González y Wagenaar, 2003).

En este trabajo planteamos la necesidad de reformular las competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas. Las primeras son capacidades cognitivas, metodológicas, técnicas y lingüísticas necesarias para la comprensión, manejo y uso crítico en las diferentes prácticas profesionales. Estas competencias constituyen la base de formación del graduado o graduada, y son las que poseen un mayor grado de vulnerabilidad y riesgo de obsolescencia. Las competencias interpersonales se relacionan con las habilidades de relación social e integración en distintos contextos, así como la capacidad de desarrollar trabajo en equipo. Finalmente, las competencias sistémicas son habilidades que son aplicables a todos los contextos (transversales), por lo que están relacionadas con la motivación a la hora de trabajar y determinadas cualidades individuales.

Con independencia de que este trabajo se centre en la necesidad de incorporar conocimientos en tecnología e IA al conjunto de enseñanzas, creemos que hay otra cuestión -no menor- que no debemos obviar. El mundo empresarial actual requiere el uso de softskills -creatividad, curiosidad, capacidad de aprendizaje continuo o adaptación al medio- que, de momento, es lo único no replicable por las máquinas. Por ello, además de todas estas competencias y conocimientos digitales, creemos que debemos reorientar nuestras enseñanzas a la mejora de la adquisición y puesta en práctica de estas habilidades, bajo la premisa de que la persona es el sistema de gestión de la información más perfecto que existe (siempre y cuando seamos capaces de perfeccionarlo).

Sin embargo, la realidad socioeconómica se impone, por lo que el mayor reto que debemos afrontar es la transmisión de la necesidad de trabajar cada vez con más frecuencia con máquinas y sistemas automatizados y, lo que es más importante, la capacidad para hacerlo. Además, una

de las características fundamentales de nuestro entorno es la sobrecarga de información ("infoxicación"), por lo que el acceso a la información, su tratamiento y las técnicas de análisis de datos -Big Data- se torna básico para facilitar la toma de decisiones sobre los puntos anteriores.

En concordancia con esta reflexión, el conjunto de conocimientos y habilidades que figura a continuación giran en torno a la mejora de capacidades para el acceso, tratamiento, gestión y aprovechamiento de la información, además de otra serie de conocimientos específicos de aplicabilidad creciente como son la programación.

Tabla 2: Competencias y habilidades necesarias

Capacidad de búsqueda de información

Evaluación del interés de la información.

Intercambio de Información y contenidos.

Gestión de los derechos de propiedad de la información

Detectar las necesidades y la respuesta tecnológica adecuada

Análisis de problemas y búsqueda de soluciones tecnológicas

Trabajo en red: gestión de proyectos y grupos de trabajo virtuales.

Por otra parte, la trascendencia -y la necesidad-, de la transformación digital de las actividades económicas, inherente a la transformación hacia lo que se conoce como "economía digital", sugiere la necesidad de focalizar el análisis de forma especial en este tipo de competencias, tratando, al igual que con las competencias genéricas, de identificarlas, valorarlas y ver si cuentan con ellas los egresados en economía. Para la delimitación de estas competencias (que se incluirán en el apartado de competencias específicas) se toma en consideración los resultados del proyecto DIGCOMP (Ferrari, 2013) consistente en la propuesta de un marco común de competencias digitales presentado por el Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTS) de la Comisión Europea. Este proyecto, del Joint Research Centre de la Comisión Europea (2010) se desarrolló en 2010 con el objetivo de identificar los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para ser digitalmente competentes y poder elaborar un marco de referencia a nivel europeo para las competencias digitales.

# 3. Conocimientos específicos en IA y digitalización

La IA es una tecnología que se está convirtiendo en uno de los motores principales de la nueva economía gracias a su sinergia con otras tecnologías emergentes (big data, cloudcomputing, weareablecomputing, blockchain, etc). En este documento se analizan brevemente los bloques de contenidos que podrían ser incorporados en los programas de ADE para adaptar la formación a las necesidades de la IA y la digitalización.

#### A) Bloque de fundamentos.

Es necesario un bloque de fundamentos que cubra, por una parte, la breve historia de la nueva economía digital y, por otra parte, conceptos básicos sobre gestión de datos, matemáticas y programación, necesarios para entender los paradigmas de la IA.

Contenidos: Casos relevantes en economía digital, tipos de datos, bases de datos, información y conocimiento, estadística, probabilidad, fundamentos de álgebra y cálculo, fundamentos de programación, algoritmos. Una parte importante de estos conocimientos ya se imparten si bien podría analizarse la necesidad de incorporar conocimientos básicos programación y de uso de herramientas estadísticas para el tratamiento de big data. También dentro de este apartado de fundamentos podría incorporarse el cloudcomputing y el blockchain.

#### B) Bloque de plataformas.

Las plataformas tecnológicas son las grandes protagonistas de la economía digital. Aquí es donde se crea el valor tanto para el usuario final como para los proveedores. Es necesario, por tanto, que los nuevos graduados entiendan cómo se construyen dichas plataformas, cuál es su ciclo de vida, y en qué momento empiezan a generar valor.

 Contenidos: Aplicaciones Web, aplicaciones móviles, comercio electrónico, tecnologías colaborativas, redes sociales, logística, asistentes virtuales, procesamiento de lenguaje natural, personalización, sistemas de recomendación, mecanismos de pago, modelos de negocio digitales, mercados digitales.

#### C) Industria 4.0

La transformación de la industria pasa por la creación del gemelo digital, la estructura digital paralela a la estructura física, que permite monitorizar los procesos, registrar los eventos relevantes y verificar la realización de las tareas. Es fundamental que en el plan de estudios se estudien qué tecnologías son relevantes, cuáles son las metodologías implicadas y qué objetivos se persiguen con la digitalización de los procesos industriales.

 Contenidos: Robótica, sensores, Internet de las cosas, modelado de procesos, optimización de procesos, visualización de datos, infraestructura inteligente, trabajador aumentado.

#### D) Bloque de Analítica e inteligencia artificial.

El despliegue y uso de la tecnología permite registrar y acumular datos de eventos, procesos y personas como nunca en la historia de la humanidad. Es necesaria la aplicación de técnicas analíticas para descubrir relaciones entre datos y nuevos patrones, y la aplicación de IA para desarrollar modelos de clasificación y razonamiento sobre los datos, y modelos predictivos que mejoren los procesos y las tomas de decisión empresarial.

 Contenidos: Minería de datos, aprendizaje automático, razonamiento, planificación, toma de decisiones, big data empresarial, gobierno del dato.

#### E) Bloque de ética empresarial.

En una economía controlada cada vez más por máquinas y algoritmos es fundamental la definición de objetivos y estrategias que satisfagan un cierto código ético. Hay que tener claro qué agentes participan en el juego económico y a quienes se beneficia o perjudica con la automatización de las decisiones y el aprendizaje de las máquinas.

• Contenidos: Definición de objetivos, toma de decisiones, dilemas morales, maximización de beneficios.

Tabla 3: Fundamentos en IA y Digitalización

FUNDAMENTOS	PLATAFORMAS	INDUSTRIA 4.0	ANALÍTICA E IA
Tipos de datos	Aplicaciones móviles	Robótica	Minería de datos.
Bases de datos	Tecnologías colaborativas	Internet de las cosas,	Aprendizaje automático
Información y conocimiento	Redes Sociales	Modelado de procesos	Razonamiento
Estadística	Logística	Optimización de procesos	Toma de decisiones
Probabilidad	Asistentes virtuales	Visualización de datos	Big data empresarial
Algebra y cálculo	Procesamiento lenguaje natural	Infraestructura inteligente	Gobierno del dato
Fundamentos de programacion	Personalización	Trabajador aumentado	
Blockchain	Sistemas de recomendación		
Cloud computing	Mecanismos de pago		
	Modelos de negocio digitales		
	Mercados digitales		

## 4. Impacto específico por áreas de conocimiento

En este apartado analizamos el impacto que puede tener sobre diversas áreas de conocimiento de la titulación de ADE la irrupción de la IA y la digitalización.

#### MÉTODOS CUANTITATIVOS

En la actualidad el alumnado recibe ya una formación específica abundante de fundamentos que incluyen estadística, probabilidad, álgebra y cálculo, econometría, análisis de datos, etc. No obstante, sería preciso incorporar los fundamentos de programación y la minería de datos y big data como herramientas transversales que posteriormente tienen un amplio uso en áreas específicas como el marketing, las finanzas, la contabilidad o la gestión empresarial. En este sentido, podría ser interesante la formación en el uso de herramientas genéricas, como es el caso de R, que tienen un ámbito de aplicación muy amplio en tratamiento de datos, modelización, simulación, big data o aprendizaje automático.

Tabla 4: IA y digitalización en Métodos Cuantitativos

Bases de datos

Información y conocimiento

Estadística

Probabilidad

Algebra y cálculo

Fundamentos de programación

Algoritmos

Blockchain

#### **FINANZAS**

En el área de finanzas pensamos que tanto la revolución digital como la automatización y la inteligencia artificial están transformando considerablemente la formación específica que precisan los alumnos. Los fundamentos de programación, los algoritmos y la analítica de datos, incluyendo el aprendizaje automático, pueden ser útiles para el análisis de mercados, gestión de carteras y productos financieros, así como para la planificación financiera de las empresas o el análisis de riesgos.

En el ámbito de las Fintech, es preciso conocer los nuevos modelos de negocio de las entidades financieras digitales, los nuevos medios de pago (criptodivisas) y la tecnología blockchain en la que se fundamentan, así como la tokenización.

El internet de las cosas, aprendizaje automático y minería de datos pueden ser muy útiles en la toma de decisiones de inversión y financiación y en la creación de nuevos negocios financieros.

Tabla 5: IA y digitalización en Finanzas

Fundamentos de programación

Big data

Algoritmos

**Fintech** 

Blockchain

**Digital Lending** 

Robadvisors (algoritmos)

Medios de pago digitales

Big Data

Modelos de negocio financieros

Criptomoneda o moneda virtual

Seguridad digital

#### ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS Y COMERCIALIZACIÓN

El área de Organización de Empresas, y más concretamente la de Comercialización de mercados (áreas conjuntas en la Universidad de Santiago de Compostela) es una de las áreas de mayor incidencia de la tecnología digital, la automatización y la IA. Actualmente la gestión empresarial se ve favorecida por distintos softwares de gestión, como también son imprescindibles como instrumentos de ayuda a la toma de decisiones. El proceso de datos resulta básico para nutrir estos sistemas, y el análisis del comportamiento del consumidor optimiza la eficiencia empresarial. De igual forma, el desarrollo de modelos que puedan predecir el comportamiento del consumidor puede resultar crítico para la supervivencia empresarial, y la gestión digital de los canales de comunicación, publicidad y venta ha sustituido las técnicas tradicionales.

En este nuevo contexto, resulta imprescindible proceder a una completa revisión y actualización de contenidos del área, de cara a su actualización y ajuste con el entorno de negocios actual.

Tabla 6: IA y Organización de Empresas y Comercialización.

CRM. Software de Gestión de relaciones con los clientes

ERP. Software de planificación de recursos empresariales

Software de gestión de proyectos.

Analytics. Análisis de datos para la toma de decisiones.

Big Data y Desarrollo de modelos predictivos.

Robótica

Internet de las cosas,

Modelado de procesos

Optimización de procesos

Visualización de datos

Infraestructura inteligente

Trabajador aumentado

Industria 4.0

#### **CONTABILIDAD**

La tecnología puede hacer poco relevantes algunas partes del trabajo contable (fundamentalmente el trabajo más administrativo de registro), haciendo que el papel del contable consista en el desarrollo de un rol más crítico con capacidad de proporcionar orientación y consultoría (en operaciones no repetitivas y complejas) y convertirse más en un asesor que interpreta el lenguaje de los negocios. Por otro lado, la tecnología facilitará de forma importante algunas de esas tareas. En la formación de los alumnos puede ser importante introducir aspectos relativos a:

- SOFTWARE CONTABLE. Integración con otros softwares de planificación de recursos empresariales como ERP, CRM,etc.
- IA Y BIG DATA. Gestión de los datos propios de la empresa que permitirá cálculos de estimaciones más acertadas y utilización de información masiva tanto de tipo financiero como de no financiero procedente de los mercados, sectores de actividad u organismos públicos para la creación de indicadores y datos adecuados para la gestión empresarial Por ejemplo los auditores que revisaban un porcentaje de las transacciones en cada una de las áreas de auditoría y emitían su opinión con un determinado porcentaje de riesgo, pueden llegar a revisar el 100% de las transacciones o los datos a través de sistemas expertos de inteligencia artificial y aplicando sistemas de análisis de conjuntos masivos de datos.
- FORMATOS ELECTRÓNICOS DE DIVULGACIÓN DE INFORMACIÓN. La forma de divulgación de la información de las empresas y también el uso por parte de las organizaciones de toda la información existente. Por ejemplo, formato XBRL.
- NUBE. Conectividad entre contables y clientes a través de la nube y los dispositivos y aplicaciones móviles.

# 5. Estrategias para incorporar las competencias y los conocimientos específicos a las actuales titulaciones de ADE

Como indicamos en la introducción, de acuerdo con la Unesco (2018)<sup>28</sup> es preciso revisar los programas académicos para incorporar las habilidades tecnológicas, digitales y "softskills". Por otra parte, en el apartado se exponen diversos conocimientos que podrían ser de mucha utilidad para las diferentes áreas de conocimiento. Las titulaciones pueden optar por diversas estrategias, tal y como se observa en la siguiente figura. Una opción podría ser la de incorporar los contenidos en materias existentes, actualizando así programas de materias. Otra, consistiría en incluir nuevas materias transversales o específicas con los contenidos en IA y digitalización. Es posible, si así se considerase oportuno, crear un itinerario con materias específicas que podría convivir con las opciones anteriores. Una tercera alternativa sería dejar esas materias para una nueva titulación o cursos de postgrado. En todo caso, las diversas opciones no son excluyentes y, si bien podría haber formación más específica y especializada, es necesario tener en cuenta que el grado necesitaría igualmente una adaptación bastante intensa en línea con la que están incorporando nuevas titulaciones como Empresa y Tecnología.

Ilustración 1.- Estrategias para incorporar competencias y conocimientos específicos en IA y digitalización a la titulación de ADE



117

<sup>&</sup>lt;sup>28</sup>https://ar.unesco.org/sites/default/files/unesco-mlw2018-concept-note-en.pdf

# 6. Opinión del profesorado sobre diversos aspectos relativos a la adaptación de la titulación de ADE

En este apartado incorporamos los resultados de la encuesta dirigida al profesorado de ADE de las Universidades de Cantabria, Alicante y Santiago de Compostela. En total participaron 51 docentes, estando representadas todas las áreas de conocimiento. Como se puede observar en el gráfico 1, la mayor parte de los participantes consideran que es necesario adaptar la titulación en contenidos y competencias que se derivan de la irrupción de la digitalización, la automatización y la inteligencia artificial. En concreto, más del 90% valoró entre 4 y 5 puntos la necesidad de abordar dicha transformación. Cabe señalar que ninguna de las personas participantes en la encuesta descartó completamente la necesidad de realizar esta actualización.

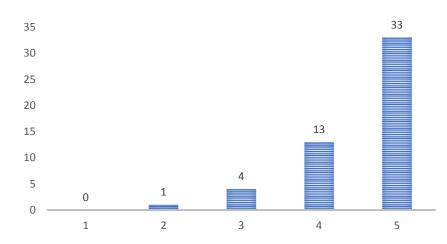


Gráfico 1.- Necesidad de incorporar en ADE nuevos contenidos para adaptar la titulación (IA y Digitalización)

A continuación, se planteó si las materias que estaban impartiendo en este momento ya incorporaban contenidos específicos de IA y digitalización. Los resultados se reflejan en el gráfico 2:

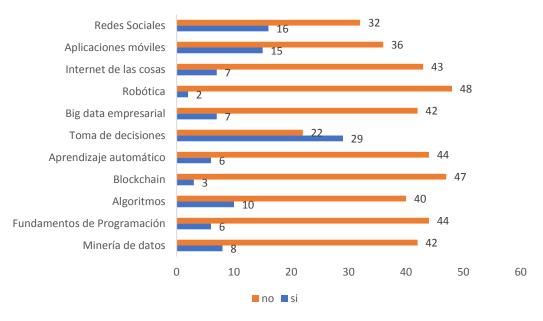


Gráfico 2.- Materias impartidas que contienen algunos de los siguientes conocimientos específicos

Se constata que, si bien es cierto que hay ya un porcentaje de participantes que ha empezado a actualizar sus programas e introducir en sus materias algunos de los contenidos, la realidad es que la mayor parte no lo han hecho excepto en unos contenidos concretos -toma de decisiones, las aplicaciones móviles y las redes sociales- donde parece haber mayor grado de adaptación.

Al hilo de estos conocimientos específicos, se pregunta también por la importancia relativa que se da a cada uno de los planteados en la encuesta. Los participantes consideraron, en términos generales, la necesidad de incorporar todos ellos en sus áreas de conocimiento, si bien es cierto que algunos destacan de forma particular. Así, los conocimientos asociados con la toma de decisiones figuran de forma destacada, siendo fundamentales para más del 72% de los docentes participantes en la encuesta. Más de la mitad considera que el big data o la minería de datos son necesarios, seguidos de cerca por las aplicaciones móviles y las redes sociales. Algo menos relevantes son los algoritmos, conocimientos de programación o internet de las cosas, pero aún así, sigue siendo un porcentaje alto los que los consideran necesarios. Por el contrario, la robótica y el aprendizaje automático se sitúan como los conocimientos específicos menos puntuados.

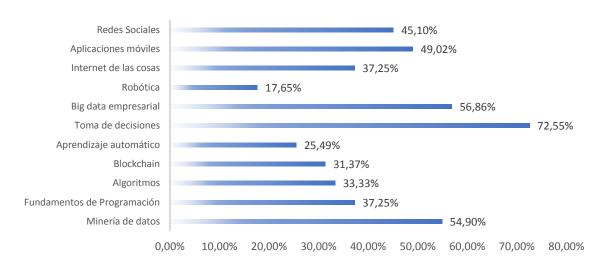
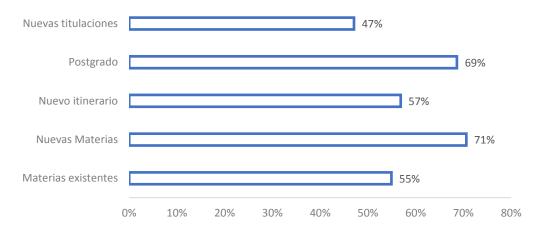


Gráfico 3.- Importancia de incorporar esos conocimientos en las materias del área

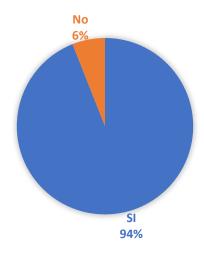
La encuesta plantea también una pregunta sobre la estrategia que se considera más adecuada para adaptar la titulación de ADE al nuevo contexto. En este sentido, una clara mayoría de los participantes en la encuesta considera que las estrategias más apropiadas para esta adaptación son la incorporación de nuevas materias y la implantación de programas de postgrado específicos. En menor medida, se considera apropiado hacerlo en las materias existentes o creando nuevos itinerarios, mientras que la opción menos apoyada es la relativa a la creación de nuevas titulaciones. En este sentido, si la titulación de ADE se reformula y actualiza, no parece necesaria la creación de un nuevo título, a menos que profundice sustancialmente en aspectos tecnológicos y venga a cubrir nichos de mercado nuevos. En todo caso, no parece lógico pensar en una titulación de ADE sin tecnología para que pueda convivir con una alternativa más actualizada.

Gráfico 4.- Qué estrategias es mejor para adaptar la titulación a un entorno más tecnológico.



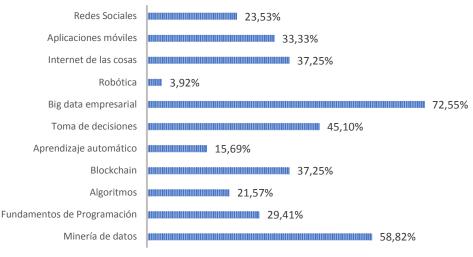
Lógicamente, para poder proceder a la introducción de los nuevos conocimientos, el profesorado debe estar correctamente formado y adaptado. Para ello, un primer paso en la actualización de la titulación pasa por la formación del profesorado en contenidos tecnológicos. En este sentido, la práctica totalidad de los encuestados (94%) es partidaria de diseñar un plan de formación en IA y digitalización, reconociendo que en la actualidad las Universidades deben adoptar estrategias formativas que mantengan actualizado al profesorado en ámbitos en los que el mundo empresarial puede avanzar a mucha más velocidad que el académico.

Gráfico 5.- Necesidad de diseñar un plan de formación en IA y digitalización



En el ámbito de esta formación, los conocimientos específicos más necesarios, según los participantes en la encuesta, son el tratamiento de datos (Big data y Minería de datos), seguidos de la toma de decisiones, blockchain e internet de las cosas. Otros conocimientos como la programación o los algoritmos también son relevantes pero para un grupo más minoritario.

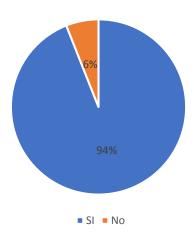
Gráfico 6.- Ámbitos en los que están interesados en formarse.



0,00% 10,00% 20,00% 30,00% 40,00% 50,00% 60,00% 70,00% 80,00%

Finalmente, como se puede observar en el gráfico 8, prácticamente la totalidad del profesorado se muestra dispuesto a actualizar sus programas con temas relativos a digitalización e inteligencia artificial. Por tanto, los resultados de la encuesta muestran un consenso elevado respecto a la necesidad de adaptar la titulación, el tipo de contenidos que son más necesarios, si bien en este último caso, con algunas diferencias en este caso debido posiblemente al área de adscripción. Finalmente, es preciso formar previamente y el profesorado se muestra favorable a ser parte activa del proceso.

Gráfico 7.- Disposición para incorporar en el programa temas relativos a digitalización e IA.



### 7. Experiencias nacionales e internacionales

Existen múltiples cursos relacionados con la IA en distintas universidades internacionales. EL Massachusetts Institute of Technology(MIT) presenta actualmente tres programas relativos a la IA y el mundo de la empresa (*Artificial Intelligence: Implicationsfor Business Strategy, Global Business of AI &Robotics* y *Business Analytics*). Ejemplos de otras universidades europeas son el MScInnovation Management &Strategy de la Pôle Universitaire Léonard de Vinci (Francia). En ellos se abordan las posibilidades de explotar la inteligencia artificial desde una perspectiva empresarial.

Tanto a nivel europeo como nacional en los últimos años han surgido un amplio abanico de titulaciones de Grado relacionadas con la gestión empresarial y la tecnología. Sin embargo. no han abordado normalmente en materias la IA. Ejemplos en Reino Unido son los títulos de Business Computing and IT (Aston University), Information Technology for Business (BSc) -Management and Information Systems (BA) (The University of Manchester), y el Degree in Business Analysis & Technology (University of Strathclyde Glasgow). Esta última Universidad tiene un Sistema modular de Grados muy amplio de forma que oferta multiples combinaciones relacionadas con el ámbito de los negocios, el derecho, las matemáticas y estadística y las tecnologías [Business Analysis & Technology & Business Law (BA); Business Analysis & Technology & Economics (BA); Business Analysis & Technology & Human Resource Management (BA); Business Analysis & Technology & Management (BA); Business Analysis & Technology & Marketing (BA); Business Analysis & Technology & Mathematics & Statistics (BA)]. En Alemania la Technical University of Munich tiene un Bachelor in Management & Technology (y un Máster en Management &Technology) en el que se combinan contenidos de gestión de empresas al 70% y de tecnología al 30%. En general las titulaciones anteriores incluyen materias de marketing digital, comercio electrónico, inteligencia empresarial o Business Intelligence (BI); pero no recogen cursos de IA.

A nivel nacional, desde la publicación del Libro Blanco de Economía Digital han surgido múltiples titulaciones en el campo que han intentado cubrir ese gap en la Economía Digital en el ámbito de Estrategia y Gestión de Negocio Digital. Para ello hemos realizado una búsqueda de las titulaciones oficiales de grado inscritas en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 29. A continuación, describiremos brevemente las mismas y sus principales contenidos digitales, incluyendo sí disponen o no de alguna materia en Inteligencia Artificial. Las agruparemos por denominación: Grado en Dirección y Gestión de Empresas en el Ámbito Digital de la Universidad Rey Juan Carlos; Grado en Dirección de Empresas Tecnológicas de la Universidad Pontifica de Salamanca y la Ramón Llull; Grado en Empresa y Tecnología de la Universidad Carlos III, Autónoma de Barcelona y Camilo José Cela; Grado Inteligencia de Negocios de la San Pablo-CEU; y el Grado en Ingeniería y Gestión Empresarial por la Universitat Politécnica de Valencia. En general estos títulos ofertan módulos y/o materias que combinan las tecnologías en la empresa con los de gestión empresarial. Dentro de los planes de estudio de estos títulos el gran referente en IA es el título de la Universidad Carlos III de Madrid, dado que tiene materias s como: Inteligencia artificial en la empresa o Aprendizaje automático para la toma de decisiones empresariales, además de otras de Big data y análisis empresarial, etc. En la Camilo José cela hay una materia de Machine Learning, mientras que en el Grado de la San Pablo-CEU hay una materia de Procesamiento del Lenguaje. El resto

 $<sup>^{29}</sup>$  Existen múltiples titulaciones con nivel académico de Máster pero éstas no son abordadas.

de las titulaciones no incluye en los planes de estudio actuales materias específicas de IA, si bien es común que incluyan inteligencia de negocios (BI) y Big data.

Además de estos títulos ha habido intentos de implantar títulos por otras universidades españolas, en concreto estaría la Universidad de Vic con el Grado en Emprendimiento en Economía Digital o la Universidad Santiago de Compostela (Campus de Lugo) con el Grado en Emprendimiento y Economía Digital que no han salido adelante por su duración prevista (3 años). En la actualidad el Campus de Lugo de la USC acaba de elaborar la Memoria para la verificación de títulos oficiales de Empresa y tecnología en la que se incluyen varias materias que tratan de comprender las posibilidades de la inteligencia artificial o para la mejora de los procesos empresariales y conocer los requerimientos para su implantación tales como: aprendizaje automático para la empresa o talleres tecnológicos, además de otras en las que se imparte blockchain, big data, comercio electrónico, marketing digital, etc.

Tabla 7: Experiencias de universidades extranjeras relacionadas con la IA y/o la tecnología y el ámbito empresarial.

Nombre del curso	Universidad y web	Características
Artificial Intelligence: Implications	MIT (USA)	Programa de formación online centrado en la aplicación e integración de la IA en el
for Business Strategy	https://executive.mit.edu/	desarrollo empresarial
Global Business of AI & Robotics	MIT (USA) https://mitsloan.mit.edu/	Analizar las posibilidades de explotar comercialmente la inteligencia artificial y la robótica.
	- recessify measurement and	Integrado en el grado de "Global Economics and Management"
Business Analytics	MIT (USA)	Forma en el proceso científico del uso de datos para tomar mejores decisiones en
Business / waryties	http://catalog.mit.edu/degree-charts/business-analytics-	los negocios a través del uso de análisis de datos, técnicas de optimización y
	course-15-2/	herramientas de modelización, IA, Big data, entre otros.
MScInnovation Management	PôleUniversitaireLéonard de Vinci (Francia)	En este programa se exponen La tecnología, el big data, el cambio y la innovación,
&Strategy	www.emlv.fr/en	la internacionalización de los negocios y la apertura de los mercados
Condition	www.cmv.n/cm	internacionales como los motores de la gestión y la estrategia de la empresa.
		Entre otras áreas, se estudia una introducción a la IA
Bachelor in Management	TUM School of Management. Technical University of	Grado en el que el peso de los contenidos de gestión de empresas es del 70% y de
&Technology	Munich (Alemania)	tecnología del 30%. Tienen un Máster para la continuación de los estudios. No
a realmology	https://www.wi.tum.de/programs/bachelor-in-	tienen materias de IA.
	management-technology/	
Business Computing and IT	Aston Business School, Aston University (UK).	Combinanmaterias de gestión (Introduction to OrganisationBehaviour,
, ,	https://www2.aston.ac.uk/study/courses/business-	Introduction to Marketing Management, Principles of Operations Management,
	computing-and-it-bsc	etc.) con otrastecnológicas (Business Analysis Tools, Foundations of Business
		Analytics, etc.
Information Technology for	Manchester Business School, The University of	Múltiples Grados, Information Technology Management for Business with
Business (BSc) - Management and	Manchester (UK).	Industrial Experience algunos de inteligencia artificial propiamente Artificial
Information Systems (BA)	https://www.manchester.ac.uk/study/undergraduate/cou	<u>Intelligence</u>
	rses/2019/06246/bsc-information-technology-	
	management-for-business/	
Degree in Business Analysis &	Strathclyde Business School, University of Strathclyde	Esta Universidad combina los estudiosformandomúltiplesGrados: <u>Business Analysis</u>
Technology	Glasgow (UK).	& Technology & Business Law (BA); Business Analysis & Technology & Economics
	https://www.strath.ac.uk/courses/undergraduate/busine	(BA); Business Analysis & Technology & Human Resource Management (BA);
	ssanalysistechnology/	Business Analysis & Technology & Management (BA); Business Analysis &
		Technology & Marketing (BA); Business Analysis & Technology & Mathematics &
		Statistics (BA)

Fuente: elaboración propia

Tabla 8: Experiencias de universidades españolas relacionadas con la IA y/o la tecnología y el ámbito empresarial.

Nombre del curso	Universidad y web	Características
Grado en Dirección	Universidad Rey Juan Carlos	Este grado tiene un módulo de economía digital
y Gestión de	https://www.urjc.es/estudios/gra	con múltiples materias (El Ecosistema Digital,
Empresas en el	do/2449-direccion-y-gestion-de-	Investigación de Mercados Digitales, Tecnología
Ámbito Digital	empresas-en-el-ambito-digital	Operativa de la Economia Digital, E-commerce,
		Gestión de la Tecnología y Gobierno de las TIC,
		Modelos de Negocio en la Economía Digital, etc.)
		y un Módulo de informática (Informática aplicada
		a la empresa). Actualmente no tienen ninguna
		materia de IA ni la tratan como contenido de
		ninguna
Grado en Dirección	Universidad Pontificia de	El Plan de estudios de la Universidad Ramón Llull
de Empresas	Salamanca	está estructurado en módulos: Empresa y
Tecnológicas	https://www.upsa.es/estudios/tit	tecnología (Prácticas externas y Trabajo fin de
· ·	ulaciones/grados/index.php?codTi	grado), Fundamentos de tecnología (Tecnología
	t=1025	de la información y Sistemas de información),
	Universidad Ramón Llull	Gestión de la tecnología y la innovación de la
	https://www.salleurl.edu/es/estu	empresa (Gestión tecnológica, Emprendeduría,
	dios/grado-en-direccion-de-	Internacionalización: y Gestión de proyectos) y
	empresas-tecnologicas	Menciones: Mención en Marqueting Digital,
		Mención en Economía Digital, Mención en Digital
		Entrepreneurship, Mención en Gestión de las
		Industrias Deportivas (Sports Management),
		Mención en Social Media, Mención en Digital
		Entertainment Management.
		En lo relativo a la IA no tienen ninguna materia ni
		la tratan como contenido de ninguna.
		La Universidad Pontificia de Salamanca tiene un
		módulo común y no menciones. Nuevamente
		para la IA no tienen ninguna materia ni la tratan
		como contenido de ninguna
Grado en Empresa	Universidad Carlos III de Madrid	La Universidad Carlos III de Madrid tiene un plan
y Tecnología	https://www.uc3m.es/ss/Satellite	de estudios estructurado en módulos: gestión y
y recitologia	/Grado/es/Detalle/Estudio C/137	tecnología, instrumentos, integración (prácticas),
	1241687332/1371212987094/Gra	TFG. Tiene materias como: Inteligencia artificial
	do en Empresa y Tecnologia	en la empresa, Aprendizaje automático para la
	Universidad Autónoma de	toma de decisiones empresariales, Big data y
	Barcelona	análisis empresarial, etc Además de otras como
	https://www.uab.cat/web/estudia	marketing digital, finanzas digitales, etc.
	r/listado-de-grados/informacion-	La Universidad de Barcelona divide su Grado en
	general/empresa-y-tecnologia-	tres menciones: Sistemas de Información para la
	1216708258897.html?param1=12	Dirección, Gestión de la Infraestructura
	31314902485	Informática y Gestión de la Innovación. Tiene
	Universidad Camilo José Cela	materias como Inteligencia de Negocios, pero no
	https://www.ucjc.edu/estudio/gra	de IA.
	do-en-empresa-y-tecnologia/	El Grado de la Camilo José Cela tiene una
	do en empresa y-techologia/	asignatura de Machine learning dentro de la
		materia de Estadística (organizan el Grado en
		materias). Dentro de la materia de Matemáticas e
		Informática tienen una asignatura de Business
		_
Grado Intoligancia	Universidad Can Bable CEU	intelligence
Grado Inteligencia	Universidad San Pablo-CEU	Trata de formar especialistas en datos en el
de Negocios	https://www.uspceu.com/oferta-	mundo de los negocios. Fundamentos de Minería
	academica/grado/grado-en-	de Datos y Big Data, Teoría de Juegos y
	inteligencia-de-negocios-business-	Negociación, Procesamiento del Lenguaje,
	intelligence	Estadística Predictiva, Algoritmos y Estructuras de
		Datos

Fuente: elaboración propia

#### 8. Conclusiones

Las principales transformaciones tecnológicas, que incluyen la IA, el aprendizaje autómatico, Internet de las cosas o big data, cambian el tipo de habilidades que requieren los titulados. Por este motivo, es necesaria una mejora de la capacitación digital y tecnológica para mejorar la empleabilidad. De acuerdo con la Unesco (2018) es preciso revisar los programas académicos para incorporar las habilidades tecnológicas, digitales y "softskills". De ahí que consideremos que los alumnos de la titulación de ADE deberían recibir mayor formación en cuatro ámbitos temáticos relacionados con la IA y la digitalización: Fundamentos, plataformas, Industria 4.0 y Analítica e IA. El profesorado encuestado percibe dicha necesidad en un porcentaje muy elevado. Algunos profesores declaran haber incorporado es sus materias temas relativos a big data, programación, algoritmos, blockchain, etc. Según su opinión, la mejor estrategia para adaptar la titulación es la incorporación de nuevas materias, de la oferta de formación de postgrado y de la incorporación de materias existentes. Además, se considera necesario implementar un plan de formación del profesorado, fundamentalmente en materias relacionadas con la analítica de datos, big data, internet de las cosas, aplicaciones móviles, blockchain o programación.

#### 9. Referencias

Becker, G.S. (1964). Human capital. Nueva York, Columbia University Press.

Boyatzis, R. E. (2008). Competencies in the 21st century. Journalofmanagementdevelopment, 27(1), 5-12.

Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe

González, J., & Wagenaar, R. (Eds.). (2003). Tuning educational structures in Europe. Final report. Phase one. Bilbao: University of Deusto

1Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2015). Libro Blanco para el diseño de las titulaciones universitarias en el marco de la Economía Digital.

OECD (2008). Tertiary Education for the knowledge society (vols. 1 & 2), París.

### Webgrafía

www.agendadigital.gob.es/Paginas/index.aspx

www.agendadigital.gob.es/objetivos-agenda-digital/promover-inclusion-digital/Paginas/subobjetivos.aspx

Human value in the digital area. PwC.

file:///C:/Users/Luis/Documents/proyectos/IA%20Junio/pwc-human-value-in-the-digitalage%20.pdf

www.we forum.org/agenda/2018/07/the-skills-needed-to-survive-the-robot-invasion-of-the-work place

https://ar.unesco.org/sites/default/files/unesco-mlw2018-concept-note-en.pdf

#### Anexo I

1. TÍTULO DE GRADO EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE EMPRESAS EN EL ÁMBITO DIGITAL POR LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS. FECHA DE AUTORIZACIÓN DE LA CCAA: 09/09/2016.

#### Enlace plan de estudios:

https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=211618839278745385783635

Materias en las que se dividen los módulos relacionados con la economía digital:

#### Módulo de economía digital

- El Ecosistema Digital
- Investigación de Mercados Digitales
- Tecnología Operativa de la Economia Digital
- Usabilidad y arquitectura de la información
- E-commerce
- Gestión de la Tecnología y Gobierno de las TIC
- Modelos de Negocio en la Economía Digital
- Soluciones de financiación para emprendedores digitales
- Creación de empresas en entornos digitales
- Gestión de proyectos digitales
- Creatividad Digital
- Producción Digital Avanzada
- Diseño avanzado de interfaces de usuario
- Tendencias en negocios digitales
- Gestión del cliente digital
- Cuestiones jurídicas en entornos digitales

#### Módulo de informática

• Informática aplicada a la empresa

Inteligencia artificial: No tienen ninguna materia ni la tratan como contenido de ninguna.

2. TÍTULO DE GRADO EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS TECNOLÓGICAS POR LA UNIVERSIDAD RAMÓN LLULL Y LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE SALAMANCA

Universidad Pontificia de Salamanca Fecha de Autorización de la CCAA: 27/02/2014

<u>Universidad Ramón Llull</u> Fecha de Autorización de la CCAA: 27/01/2011

A pesar de compartir nombre existen diferencias notables entre los mismos.

Enlace plan de estudios Universidad Pontificia de salamanca:

https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=211618839278745385783635

Enlace plan de estudios **Universidad Ramón Llul:** 

Ihttps://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=216860671208510561610226

#### **Universidad Pontificia de Salamanca:**

Módulo común y no menciones.

Inteligencia artificial: No tienen ninguna materia ni la tratan como contenido de ninguna.

#### Ramón Llull

Módulos: Empresa y tecnología (Prácticas externas y Trabajo fin de grado), Fundamentos de tecnología (Tecnología de la información y Sistemas de información), Gestión de la tecnología y la innovación de la empresa (Gestión tecnológica, Emprendeduría, Internacionalización: y Gestión de proyectos).

Menciones: Mención en Marqueting Digital, Mención en Economía Digital, Mención en Digital Entrepreneurship, Mención en Gestión de las Industrias Deportivas (Sports Management), Mención en Social Media, Mención en Digital Entertainment Management

Inteligencia artificial: No tienen ninguna materia ni la tratan como contenido de ninguna.

**3.** TÍTULO DE GRADO EN EMPRESA Y TECNOLOGÍA POR LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA, UNIVERSIDAD CAMILO JOSÉ CELA

<u>Universidad Carlos III de Madrid.</u> Fecha de Autorización de la CCAA: 08/08/2018

Universidad Autónoma de Barcelona. Fecha de Autorización de la CCAA: 24/07/2012

<u>Universidad Camilo José Cela.</u> Fecha de Autorización de la CCAA 09/10/2017

A pesar de compartir nombre existen diferencias notables entre los mismos.

Enlace plan de estudios Universidad Camilo José Cela:

https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=299033483602389814941983

Enlace plan de estudios Universidad Carlos III de Madrid:

https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=282737967909774888484805

Enlace plan de estudios **Universidad Autónoma de Barcelona:** 

https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=250391549908232434161685

#### Universidad Carlos III de Madrid (Quizás el que mejor se adapta)

Estructura en módulos y materias

**Módulos:** gestión y tecnología, instrumentos, integración (prácticas), TFG.

Gestión y tecnología: materias

**TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN** 

- FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN
- PROGRAMACIÓN PARA LOS NEGOCIOS
- INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EMPRESA
- PROGRAMACIÓN DE APLICACIONES INFORMÁTICAS /
- VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA/ TECHNOLOGICAL SCREENING

#### TRANSFORMACIÓN DEL NEGOCIO DIGITAL

- FUNDAMENTOS DE PRODUCCIÓN DE SOFTWARE PARA NEGOCIOS DIGITALES
- NEGOCIOS DIGITALES
- EMPRENDIMIENTO DIGITAL
- GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA
- ECOSISTEMAS INTERACTIVOS

#### **BIG DATA**

- BASES DE DATOS Y MODELIZACIÓN DE DATOS
- BIG DATA Y ANALISIS EMPRESARIAL
- APRENDIZAJE ESTADISTICO
- APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA TOMA DE DECISIONES EMPRESARIALES
- SISTEMA DE INFORMACIÓN GLOBALES
- CIBERSEGURIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS
- DISEÑO PARA LA INTERPRETACIÓN DE DATOS
- ANALISIS AVANZADO DE BIG DATA

#### **GESTIÓN DE OPERACIONES Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

- OPERACIONES Y CADENA DE SUMINISTROS
- CADENA DE SUMINISTRO DIGITAL
- GESTIÓN DE PROYECTOS
- SISTEMAS DE INFORMACIÓN INTEGRADOS (ERPs)
- DESARROLLO DE PRODUCTO DIGITAL

# OTRAS: MATERIA DE COMERCIALIZACIÓN (MARKETING DIGITAL, etc.), FINANZAS (FINANZAS DIGITALES)

#### **Universidad Autónoma de Barcelona**

Tiene tres menciones: Mención en Gestión de Sistemas de Información para la Dirección Empresarial; Mención en Gestión de la Infraestructura Informática y Mención en Gestión de la Innovación.

4º curso			ención de Gestión de Sistemas de Información para la rección Empresarial
•	Prácticas Externas (18 créditos)		
•	Idioma Técnico	•	Sistemas de Información para la Gestión de
•	Calidad y Sostenibilidad		Operaciones (tipo A)

- Derecho y Tecnología de la Información
- Introducción al e-Business y e-Governance
- Redes
- Tecnología Web
- Programación Avanzada

- Sistemas de Información para la Gestión de las Relaciones Comerciales (tipo A)
- Sistemas de Información para la Gestión Interna de la Empresa (tipo A)
- Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones (tipo B)
- Sistemas de Apoyo a la Gestión del Conocimiento (tipo B)
- Business Intelligence (Sistemas de Información de Negocio) (tipo B)
- Análisis y Diseño de Sistemas de Información (tipo C)
- Factores Humanos en los Sistemas de Información (tipo C)
- Proyectos de Desarrollo de Software Corporativo (tipo C)

#### Mención de Gestión de la Infraestructura Informática

#### Mención de Gestión de la Innovación

- Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones (tipo C)
- Sistemas de Apoyo a la Gestión del Conocimiento (tipo C)
- Business Intelligence (Sistemas de Información de Negocio) (tipo A)
- Análisis y Diseño de Sistemas de Información (tipo A)
- Factores Humanos en los Sistemas de Información (tipo A)
- Proyectos de Desarrollo de Software Corporativo (tipo A)
- Gestión y Administración de las Tecnologías de la Información (tipo B)
- Gobierno y Auditoría de Sistemas de Información (tipo B)
- Gestión de la Seguridad de los Sistemas de Información (tipo B)

- Sistemas de Información para la Gestión de Operaciones (tipo C)
- Sistemas de Información para la Gestión de las Relaciones Comerciales (tipo C)
- Sistemas de Información para la Gestión Interna de la Empresa (tipo C)
- Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones (tipo B)
- Sistemas de Soporte a la Gestión del Conocimiento (tipo B)
- Business Intelligence (Sistemas de Información de Negocio) (tipo B)
- Tecnología y Empresa (tipo A)
- Gestión de la Innovación (tipo A)
- Nuevas Tecnologías de Producción (tipo A)

#### Materias en cinco bloques temáticos

Economía y entorno económico/ gestión empresarial/ técnicas cuantitativas/ área informática/sistemas de información y la gestión de la innovación

#### Materia inteligencia artificial: ni materia ni contenidos dentro de la misma

#### **Universidad Camilo José Cela**

Engloba en materias (no módulos) con distintas asignaturas:

Desarrollo tecnológico:

- Fundamentos de tecnología de la información
- Proyectos de innovación tecnológica
- Dirección estratégica y negocios digitales
- E-business
- Estrategias de marketing digital
- Marketing directo y CRM
- Dirección de empresas digitales globales
- Comercio electrónico

#### Matemáticas e Informática

- Fundamentos de matemáticas para la empresa
- Fundamentos de programación
- Tecnología para la empresa
- Programación avanzada /
- Business intelligence
- Análisis de redes

#### Estadística

- Fundamentos de estadística
- Análisis de modelos estadísticos
- Machine learning
- Análisis y visualización de datos

Inteligencia artificial: asignatura de machine learning

**4.** GRADO INTELIGENCIA DE NEGOCIOS POR LA UNIVERSIDAD SAN PABLO-CEU FECHA AUTORIZACIÓN CCAA 08/08/2018

#### A nivel de Máster

- Máster Universitario en Análisis de Datos para la Inteligencia de Negocios por la Universidad de Oviedo (29/09/2016)
- Máster Universitario en Minería de Datos e Inteligencia de Negocios por la Universidad
   Complutense de Madrid (05/10/2012)

Enlace plan de estudios Universidad San Pablo-CEU

https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=285971706531924106126522

Materias y asignaturas. No tienen menciones, pero sí itinerarios (18 ECTS / 3 materias)

ITINERARIO TECNOLOGÍA Y NEGOCIOS/ ITINERARIO DIRECCIÓN DE EMPRESAS/ ITINERARIO ECONOMÍA INTERNACIONAL/ ITINERARIO FINANZAS

MATERIA	ASIGNATURA	CARACTER	ECTS	SEMESTRE
Economía		Mixta	21	
	Ideas que configuran el mundo: Conceptos	Básica	6	1
	económicos			
	Mercados y economía internacional	Obligatoria	3	3
	Análisis cuantitativo del entorno económico	Obligatoria	6	4
	Tecnología y desarrollo humano	Obligatoria	3	4
	Teoría de juegos y negociación	Obligatoria	3	6
Gestión de empresas		Mixta	36	
	Fundamentos de gestión de empresas	Básica	6	1
	Gestión empresarial: Contabilidad Financiera	Básica	6	3
	Gestión empresarial: Inversión y financiación	Básica	6	3
	Análisis de estados contables	Obligatoria	6	5
	Transformación digital de la empresa	Obligatoria	6	5
	Gestión empresarial: Fiscalidad	Obligatoria	6	4
Marketing	•	Mixta	21	
	Gestión empresarial: Marketing y comercialización	Básica	6	2
	Comportamiento del consumidor	Básica	3	3
	Marketing digital	Obligatoria	6	5
	Análisis de datos para el marketing digital	Obligatoria	6	6
Innovación y creativio	tad en la gestión de negocios	Mixta	18	
	Pensamiento creativo	Básica	6	1
	Innovación empresarial	Básica	3	2
	Emprendimiento	Obligatoria	3	4
	Tendencias en economía digital	Obligatoria	6	7
Estadística y Análisis	de datos	Mixta	36	
	Visualización y presentación de datos	Obligatoria	3	2
	Probabilidad y estadística	Básica	6	2
	Estadística inductiva	Obligatoria	6	3
	Estadística predictiva	Obligatoria	6	4
	Fundamentos de minería de datos y Big Data 1	Obligatoria	6	5
	Fundamentos de minería de datos y Big Data 2	Obligatoria	6	6
	Procesamiento del lenguaje	Obligatoria	3	6
Sistemas informáticos	s para la empresa	Obligatoria	3	
	Herramientas informáticas para la gestión	Obligatoria	3	1
Metodologías y tecno	logías de la programación	Mixta	30	
, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	Fundamentos de computadores	Básica	6	2
	Algoritmos y estructuras de datos	Obligatoria	6	3

	Gestión de bases de datos	Obligatoria	6	4
	Metodologías de diseño de software	Obligatoria	6	6
	Ciberseguridad	Obligatoria	6	7
Matemáticas		Básica	6	
	Matemáticas para los negocios	Básica	6	1
Humanidades		Obligatoria	18	
	Ética	Obligatoria	3	1
	Claves de historia contemporánea	Obligatoria	6	2
	Doctrina social de la Iglesia	Obligatoria	6	6
	Deontología	Obligatoria	3	8
Optativa		Optativa	6	
	Historia de la innovación y el conocimiento	Optativa	6	5
	Historia económica global	Optativa	6	5
Prácticas externas		Obligatoria	21	
	Prácticas externas	Obligatoria	21	8
Trabajo Fin de Gra	ado .	Obligatoria	6	
	Trabajo Fin de Grado	Obligatoria	6	8

Guías docentes <a href="https://www.uspceu.com/oferta-academica/grado/grado-en-inteligencia-de-negocios-business-intelligence">https://www.uspceu.com/oferta-academica/grado/grado-en-inteligencia-de-negocios-business-intelligence</a>

Inteligencia artificial: No se sabe dado que sólo info pública hasta 1º

#### 5. OTROS

<u>Grado en Gestión Informática Empresarial Universidad Complutense de Madrid (</u>08/11/2010). No están correctos datos en el RUCT. En la web no tienen MVT sólo dossier https://www.ucm.es/data/cont/docs/titulaciones/39.pdf

No aparece en la web de la UCM (no se ha ofertado curso 2018/19)

No materia de Inteligencia artificial

# Grado en Técnicas Cuantitativas para la Economía y la Empresa por la Universidad Internacional de La Rioja

https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=132079791477342786074345.

Título a extinguir.

No materia de Inteligiencia artificial

<u>Grado en Ingeniería y Gestión Empresarial por la UniversitatPolitècnica de València</u> (23/10/2015) <a href="https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=162679407606273409109942">https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=162679407606273409109942</a>

Módulo de Formación Básica. Módulo Tecnologías en la Empresa. Módulo de Empresa y Gestión. Módulo Trabajo Fin de Grado.

Ingeniería genérica con muchos contenidos empresariales-

No materia de Inteligiencia artificial.

### Anexo II

## Cuestionario

1.- Crees que es necesario incluir en la titulación de ADE nuevos contenidos para adaptarla a las nuevas competencias y conocimientos que exige la digitalización, automatización y la inteligencia artificial (IA)

	1	2	3	4	5
Valoración					

2.- En la actualidad indica si tus materias contienen algunos de los siguientes conocimientos específicos

Analítica e IA	SI	NO
Minería de datos		
Fundamentos de Programación		
Algoritmos		
Blockchain		
Aprendizaje automático		
Toma de decisiones		
Big data empresarial		
Robótica		
Internet de las cosas		
Modelado de procesos		
Optimización de procesos		
Visualización de datos		
Infraestructura inteligente		
Trabajador aumentado		
Aplicaciones móviles		
Tecnologías colaborativas		
Redes Sociales		
Logística		
Asistentes virtuales		
Procesamiento lenguaje natural		
Personalización		

3 En la actualidad indica la importancia de incorporar estos conocimientos específicos en las materias	
de tu área de conocimiento:	

Analítica e IA	1	2	3	4	5
Minería de datos					
Fundamentos de Programación					
Modelos de negocio digitales					
Algoritmos					
Blockchain					
Tokenización					
Aprendizaje automático					
Toma de decisiones					
Big data empresarial					
Robótica					
Internet de las cosas					
Modelado de procesos					
Optimización de procesos					
Visualización de datos					
Infraestructura inteligente					
Trabajador aumentado					
Aplicaciones móviles					
Tecnologías colaborativas					
Redes Sociales					
Logística					
Asistentes virtuales					
Procesamiento lenguaje natural					
Personalización					

	Personalización		
	leras necesario incorporar otros co as materias de tu área de conocimio	-	•
Į			

5.- Qué estrategia/s crees que es mejor para adaptar la titulación a la nueva realidad de un entorno presidido por la tecnología?

Analítica e IA	1	2	3	4	5
- En materias existentes.					
- En nuevas materias.					
- Nuevos itinerarios.					
- Postgrado.					
- Nuevas titulaciones					
como Empresa y					
Tecnología					

6.- Crees que es preciso diseñar un plan de formación específico para el profesorado en materias relacionadas con la digitalización y la IA?

SI	NO

7.- Indica las temáticas en la que más te interesaría formarte:

Analítica e IA	Marca con una X
Minería de datos	
Modelos de negocio digitales	
Fundamentos de Programación	
Algoritmos	
Blockchain	
Tokenización	
Aprendizaje automático	
Toma de decisiones	

Big data empresarial	
Robótica	
Internet de las cosas	
Modelado de procesos	
Optimización de procesos	
Visualización de datos	
Infraestructura inteligente	
Trabajador aumentado	
Aplicaciones móviles	
Tecnologías colaborativas	
Redes Sociales	
Logística	
Asistentes virtuales	
Procesamiento lenguaje natural	
Personalización	

8.- Estarías dispuesto a incorporar en el programa de tus materias temas relativos a la digitalización e IA

SI	NO