

# Formación TIC para el futuro de Aragón - 2018

**oasi**

observatorio aragonés  
de la sociedad  
de la información



**GOBIERNO  
DE ARAGON**

Departamento de Innovación,  
Investigación y Universidad

Formación TIC para el futuro de Aragón -  
2018/ Observatorio Aragonés de Sociedad  
de la Información. – Zaragoza:  
Departamento de Innovación,  
Investigación y Universidad, Gobierno de  
Aragón, 2018

pp. 163

1. Sociedad de la información – Aragón. 2.  
Formación TIC. 3. Estudios TIC. 4. Sector  
TIC

**Licencia:** Creative Commons-Atribución-  
NoComercial (CC BY-NC)



El presente documento sigue las pautas de accesibilidad establecidas por la D.G.  
de Administración Electrónica y Sociedad de la Información, del Gobierno de  
Aragón.

# Indice

<b>1</b>	<b><i>El sistema de formación TIC</i></b> _____	<b>9</b>
1.1	La formación TIC en la UE _____	11
1.2	El sistema de formación TIC en Aragón _____	17
1.3	Contenidos del sistema de formación TIC _____	35
<b>2</b>	<b><i>Necesidades y recursos</i></b> _____	<b>45</b>
2.1	Habilidades informáticas de la población _____	47
2.2	Necesidades de las empresas _____	67
2.3	Las nuevas profesiones TIC _____	80
2.4	Posibles recursos para el sistema de formación TIC _____	84
<b>3</b>	<b><i>Estrategias para la formación TIC</i></b> _____	<b>105</b>
3.1	Objetivos estratégicos de la UE, España y Aragón _____	107
3.2	Orientaciones para la formación TIC en Aragón _____	113
	<b><i>Conclusión y resumen de propuestas</i></b> _____	<b>145</b>
	<b><i>Referencias</i></b> _____	<b>153</b>
	<b><i>Anexos</i></b> _____	<b>157</b>



El presente estudio sobre Formación TIC para el futuro de Aragón – 2018 ha sido elaborado por el Observatorio Aragonés de la Sociedad de la Información (OASI), creado en el año 2004 por el Departamento de Innovación, Investigación y Universidad del Gobierno de Aragón.<sup>1</sup> Actualmente es gestionado por la Dirección General de Administración Electrónica y Sociedad de la Información y en él se centraliza la realización de estudios y el análisis de indicadores y datos sobre la sociedad de la información en Aragón. El Laboratorio Avanzado sobre Aplicaciones Jurídicas y Empresarial en la Sociedad de la Información de la Universidad de Zaragoza, ubicado en el Parque Tecnológico Walqa, ha colaborado en la realización de las acciones del Observatorio desde su fundación y se ha encargado de la elaboración de este estudio.

Las cuestiones relacionadas con el capital humano necesario para el desarrollo del sector TIC han sido objeto de estudio por parte del OASI en varias ocasiones, habiéndose realizado aproximaciones desde distintas perspectivas. El primer estudio fue el denominado Empleo TIC en Aragón. Evolución 2008-2009, al que siguió otro sobre Empleo TIC en Aragón - 2015. También se dedicó un capítulo al empleo TIC en el documento 10 años de la Sociedad de la Información en Aragón 2004-2014, elaborado con motivo del décimo aniversario del OASI. En todos estos trabajos la formación TIC se ha analizado en buena medida en términos cuantitativos, entre otros motivos porque una cuestión a la que se ha prestado especial atención es la escasez de profesionales TIC, buscado las posibles causas de la misma y proponiendo acciones para intentar paliarla.

En otros trabajos se ha realizado una prospectiva sobre el futuro previsible de la demanda de recursos humanos que cabe esperar tanto del sector TIC como del conjunto de la economía y la sociedad. En esta línea se sitúa el Estudio sobre las nuevas profesiones de la sociedad de la información – 2016, en el que, analizando las ofertas de trabajo, especialmente de los sitios web de empleo, se identificaron 41 perfiles profesionales que se encuentran en una

---

<sup>1</sup> El web del OASI puede verse en [www.observatorioaragones.org](http://www.observatorioaragones.org)

expansión inicial o que previsiblemente experimentarán un importante crecimiento en el futuro. Y, aunque desde una perspectiva no ligada directamente al empleo, también trata en cierta medida del futuro del sector TIC aragonés el estudio de 2015 Tecnologías emergentes en Aragón, en el que se presentan algunos casos representativos en instituciones y empresas de Aragón de aplicaciones de computación en la nube, datos masivos y tecnologías smart. Sin embargo, el OASI no ha realizado hasta la fecha ningún estudio monográfico sobre la formación TIC en Aragón, pese a tratarse de una cuestión crucial para el presente y, sobre todo, para el futuro del sector TIC y del conjunto de la economía y la sociedad aragonesas.

En este primer estudio específico sobre la formación TIC se comenzará realizando una descripción de la situación actual. Se cuenta como base con los datos recopilados en los estudios sobre empleo TIC, pero estos se limitaban a las enseñanzas regladas. Ahora el objetivo es incluir tanto las enseñanzas regladas como las no regladas, así como realizar una aproximación más cualitativa, en la que se atiende más a los contenidos ofertados que a las cifras de profesionales introducidos en el mercado. Para el análisis cuantitativo se utilizarán las fuentes estadísticas ya utilizadas en los trabajos anteriores para el estudio de las enseñanzas regladas (INE, IAEST, Universidad de Zaragoza). Para la descripción de las enseñanzas no regladas y para el análisis de los contenidos impartidos se recurrirá sobre todo a la observación directa. Como resultado se elaborará un cuadro comprensivo de los principales contenidos que se enseñan en el sistema de formación TIC de Aragón.

Otra cuestión que se plantea es valorar algunas líneas que permitieran avanzar en áreas emergentes, mejorando la formación relativa a las mismas. Con esta finalidad se continuará el estudio identificando alguno de los medios y recursos disponibles en nuestra región para el desarrollo del sistema formativo en materia TIC, prestando especial atención a los que pudieran aportar niveles de excelencia a los estudios, como son los grupos de investigación. Seguidamente se pasará al estudio de las necesidades de Aragón en materia de formación TIC, intentando prever en la medida de lo posible, cuáles van a ser estas en el futuro próximo. En este punto se tomará como una de las referencias el

mencionado estudio sobre nuevas profesiones en la sociedad de la información.

Partiendo de la información anterior se realizarán algunas valoraciones y propuestas de futuro para el sistema de formación TIC de Aragón, desde dos perspectivas. Una es la de las distintas áreas de conocimiento y de aplicación de las TIC, intentando identificar aquellas que resultan más necesarias o para las cuales se dispone de mejores recursos, lo que podría servir de base para establecer una cierta priorización. La otra es la perspectiva de los posibles instrumentos a utilizar, sobre los que no se realiza un análisis exhaustivo, pero sí que se intenta ofrecer algunas pautas o reflexiones resultantes del análisis realizado.



A large teal 3D block graphic is positioned on the left side of the page, extending towards the center. The block has a top surface, a front face, and a side face, creating a sense of depth. The top surface is a darker shade of teal, while the front and side faces are a lighter shade. The block is set against a white background.

# 1 El sistema de formación TIC



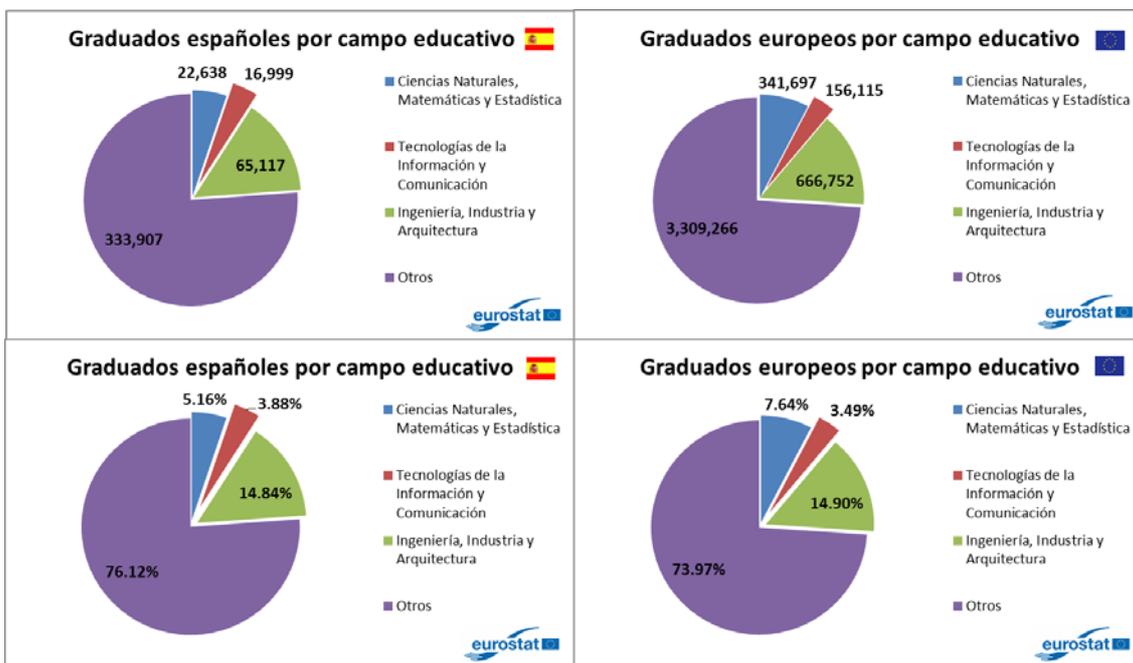
## 1.1 La formación TIC en la UE

Para poder conocer cuáles son las necesidades de Aragón en materia de formación TIC es importante saber cuál es el contexto en el que esta se desarrolla. Por ello, se van a utilizar datos de Eurostat (2018) sobre la formación TIC en la Unión Europea y en España. Estos se refieren a la educación terciaria, que se corresponde con los niveles 5 a 8 en la escala ISCED (*International Standard Classification of Education*) o CINE (Clasificación Internacional Normalizada de la Educación). En nuestro país estos niveles se corresponden con el ciclo formativo de grado superior (nivel 5), el grado universitario (nivel 6), el master (nivel 7) y el doctorado (nivel 8). En cuanto a las materias Eurostat se refiere a las denominadas STEM, acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (en español CTIM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Por tanto, se incluyen los estudiantes de materias TIC, pero también a los que cursan ciencias naturales, matemáticas y estadística, así como ingeniería, industria y arquitectura. El periodo para el que se dispone de datos es de cuatro años, que van desde 2013 a 2016.

La primera tabla muestra el número de graduados europeos y españoles de los diferentes campos educativos STEM, así como el porcentaje que suponen con respecto al total, considerando, como se ha dicho, únicamente la educación terciaria. Los datos corresponden al año 2016. Se observa que, en España, 104.754 estudiantes se forman en áreas STEM, lo que supone el 23,8% del total. En Europa son 1.165.564 estudiantes, lo que supone un porcentaje ligeramente mayor, el 26,03%. Los estudiantes que cursan materias TIC en España son 16.999, que son un 3,88% del total, mientras que en el conjunto de la UE son 156.115, que representan un 3,49% del total, porcentaje ligeramente inferior al de nuestro país.

**Tabla 1.- Número de graduados STEM en España y en la UE, año 2016. (Fuente: Eurostat, 2018)**

	España		Unión Europea	
Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística	22.638	5,16%	341.697	7,64%
Tecnologías de la Información y Comunicación	16.999	3,88%	156.115	3,49%
Ingeniería, Industria y Arquitectura	65.117	14,84%	666.752	14,90%
Otros	333.907	76,12%	3.309.266	73,97%
<b>Total</b>	<b>438.661</b>	<b>100%</b>	<b>4.473.830</b>	<b>100%</b>



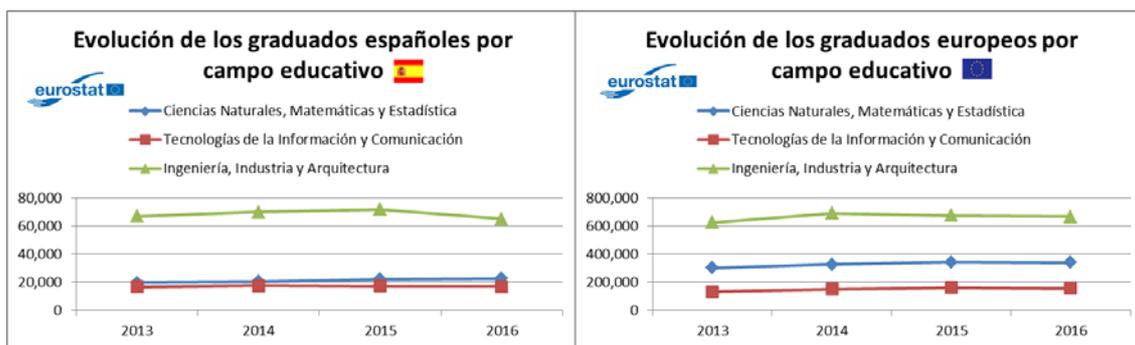
Los datos se visualizan también en forma de gráfico circular, lo que permite apreciar con claridad que, como se acaba de mencionar, en España hay un porcentaje de estudiantes STEM menor que en el promedio de la Unión Europea y que, por el contrario, el porcentaje es ligeramente superior en el caso concreto de los estudiantes de materias TIC. También se observa en las gráficas que el porcentaje de estudiantes de ciencias naturales, matemáticas y estadística es menor en España, mientras que el porcentaje de ingeniería, industria y arquitectura es prácticamente igual en el conjunto de la UE y en nuestro país.

**Tabla 2.- Evolución del número de graduados españoles de los diferentes campos educativos STEM. (Fuente: Eurostat, 2018)**

	2013	2014	2015	2016
Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística	19.787	20.448	22.231	22.638
TIC	16.765	17.544	17.345	16.999
Ingeniería, Industria y Arquitectura	67.002	69.938	71.720	65.117
Otros	303.482	335.391	327.320	333.907
<b>Total</b>	<b>407.036</b>	<b>443.321</b>	<b>438.616</b>	<b>438.661</b>
Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística	4,86%	4,61%	5,07%	5,16%
TIC	4,12%	3,96%	3,95%	3,88%
Ingeniería, Industria y Arquitectura	16,46%	15,78%	16,35%	14,84%
Otros	74,56%	75,65%	74,63%	76,12%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

La tabla 2 muestra la evolución del número de graduados de los diferentes campos educativos STEM en España. Puede observarse que ha aumentado el número de estudiantes de ciencias naturales, matemáticas y estadística, al pasar de 19.787 a 22.638, mientras que ha disminuido el de ingenieros y arquitectos, que pasa de 67.002 a 65.117. En cuanto a los estudiantes de materias TIC, tras experimentar un repunte en los años 2014 y 2015, su número disminuyó en 2016 hasta situarse en 16.999.

El porcentaje de estudiantes de materias STEM en su conjunto disminuye ligeramente, ya que pasa de ser un poco más del 25% a ser del 23,88%. Este descenso se debe sobre todo a las titulaciones en ingeniería, industria y arquitectura, que pierden a lo largo del periodo analizado 1,62 puntos porcentuales. Es mucho menor la contribución de las titulaciones TIC, que pierden 0,24 puntos porcentuales al pasar del 4,12% en 2013 al 3,88% en 2016. Por su parte, como ya se ha dicho, las titulaciones de ciencias naturales, matemáticas y estadística crecen 0,3 puntos porcentuales. En cualquier caso, cabe observar que la situación es bastante estable, experimentándose variaciones muy pequeñas.



**Gráfica 1.-** Evolución comparada del número de graduados STEM en España y en la UE. (Fuente: Eurostat, 2018)

La grafica 1 muestra la evolución del número de graduados STEM en España y en la UE que, como puede observarse, son prácticamente paralelas.

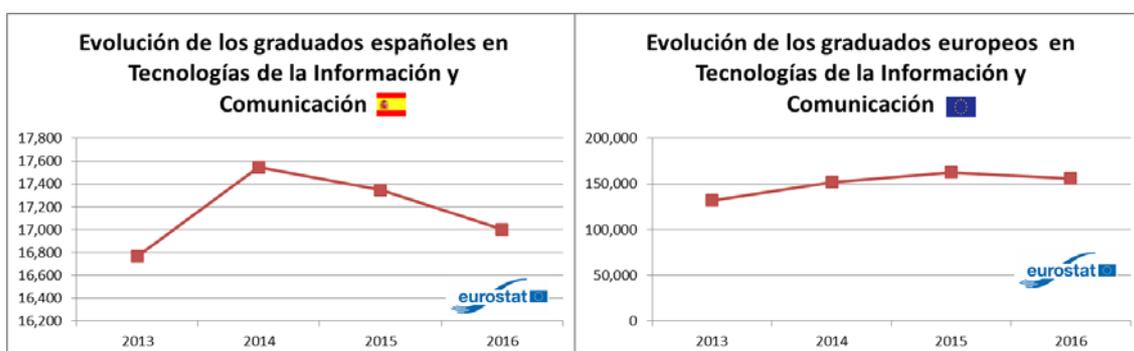
Únicamente cabe destacar que en España las líneas que corresponden a los estudios TIC y a los de ciencias naturales, matemáticas y estadística prácticamente se solapan, mientras que en la UE el segundo grupo mantiene un número muy superior de estudiantes a lo largo de todo el periodo.

Por su parte, la tabla 3 muestra la evolución de los graduados TIC en España desglosando los distintos niveles educativos (ciclo formativo de grado superior, grado universitario, master y doctor). Se observa que el mayor número de estudiantes corresponde a los ciclos formativos de grado superior y que, además, estos han experimentado un importante aumento en este periodo pasando de 7.998 a 9.543 alumnos. También ha crecido el número de doctores, que ha pasado de 439 a 775. Por el contrario, han disminuido el número de graduados universitarios, que pasa de 4.983 a 4.461, y el de master, que pasa de 3.345 a 2.220. En porcentaje, en el año 2016 más de la mitad de los graduados lo son en ciclos formativos de grado superior, concretamente un 56,14%, frente a un 26,24% de graduados universitarios, un 13,06% con titulación de master y un 4,56% de doctores.

**Tabla 3.- Evolución del número de graduados españoles de Tecnologías de la Información y Comunicación. (Fuente: Eurostat, 2018)**

España, TIC				
	2013	2014	2015	2016
Ciclo formativo de grado superior	7.998	8.957	8.957	9.543
Grado universitario	4.983	5.035	5.104	4.461
Master	3.345	3.032	2.558	2.220
Doctorado	439	520	726	775
<b>Total</b>	<b>16.765</b>	<b>17.544</b>	<b>17.345</b>	<b>16.999</b>
Ciclo formativo de grado superior	47,71%	51,05%	51,64%	56,14%
Grado universitario	29,72%	28,70%	29,43%	26,24%
Master	19,95%	17,28%	14,75%	13,06%
Doctorado	2,62%	2,96%	4,19%	4,56%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

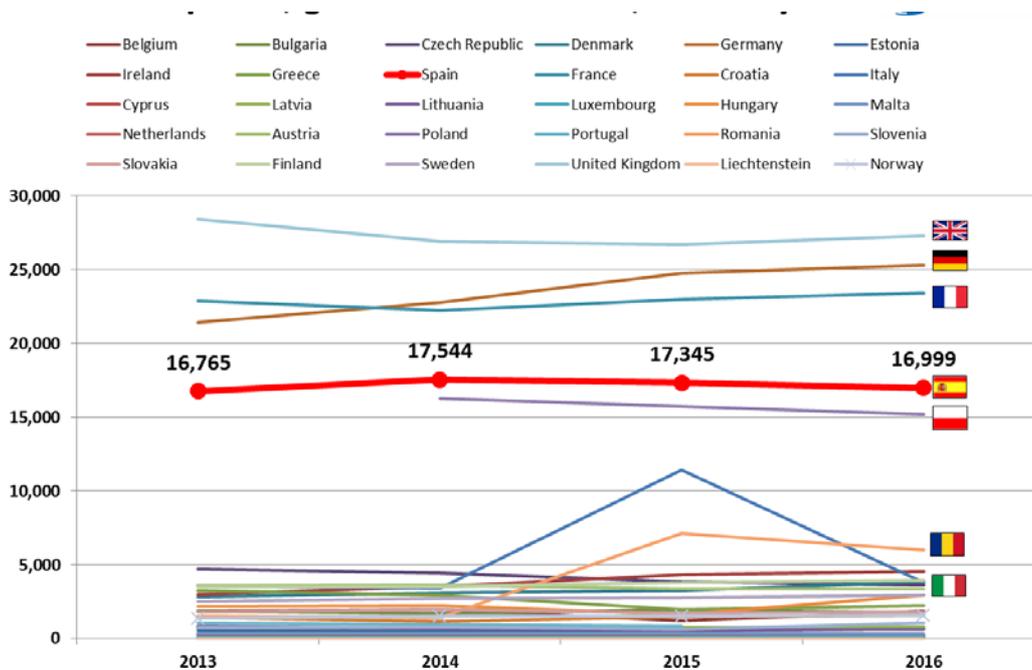
La gráfica 2 muestra la evolución del número de graduados TIC en España y en la UE. Se observa que mientras en Europa se registró un aumento más o menos gradual y alisado, en España se produjo un aumento importante del año 2013 al 2014 al que siguió una desaceleración también bastante acusada en los dos años siguientes. En ambos casos los valores correspondientes al año 2016 son ligeramente superiores a los que se registraban al comienzo del periodo analizado, en el año 2013.



**Gráfica 2.- Evolución comparada del número de graduados TIC en España y en la UE. (Fuente: Eurostat, 2018).**

**Tabla 4.- Evolución del número de graduados en TIC en la UE. (Fuente: Eurostat, 2018)**

	2013	2014	2015	2016
<i>Belgium</i>	1.883	1.947	1.229	1.847
<i>Bulgaria</i>	1.862	1.702	1.957	1.733
<i>Czech Republic</i>	4.727	4.440	3.848	3.648
<i>Denmark</i>	2.851	3.080	3.246	3.865
<i>Germany</i>	21.443	22.784	24.755	25.332
<i>Estonia</i>	572	530	516	652
<i>Ireland</i>	2.984	3.540	4.355	4.561
<i>Greece</i>	3.241	2.940	1.984	2.211
<i>Spain</i>	<b>16.765</b>	<b>17.544</b>	<b>17.345</b>	<b>16.999</b>
<i>France</i>	22.888	22.247	23.012	23.429
<i>Croatia</i>	1.431	1.148	1.467	1.604
<i>Italy</i>	3.564	3.437	11.451	3.784
<i>Cyprus</i>	249	273	240	199
<i>Latvia</i>	780	687	752	760
<i>Lithuania</i>	844	698	587	601
<i>Luxembourg</i>	68	67	94	97
<i>Hungary</i>	2.160	2.218	1.620	2.944
<i>Malta</i>	343	375	335	313
<i>Netherlands</i>			3.148	
<i>Austria</i>	3.596	3.651	3.358	3.378
<i>Poland</i>		16.258	15.744	15.214
<i>Portugal</i>	1.055	919	862	
<i>Romania</i>	1.543	1.455	7.142	5.992
<i>Slovenia</i>	705	775	647	1.076
<i>Slovakia</i>	1.826	1.943	1.752	1.793
<i>Finland</i>	3.522	3.541	3.784	3.958
<i>Sweden</i>	2.484	2.710	2.758	2.914
<i>United Kingdom</i>	28.458	26.918	26.741	27.299
<i>Liechtenstein</i>	-	-	-	-
<i>European Union</i>	<b>131.844</b>	<b>147.827</b>	<b>164.729</b>	<b>156.203</b>
<i>Norway</i>	1.371	1.532	1.510	1.578



La tabla 4 muestra la evolución del número de graduados TIC en los distintos países de la UE. Los países con más graduados son Reino Unido con 27.299, seguido de Alemania con 25.332, Francia con 23.429, España con 16.999 y Polonia con 15.214. La evolución en los distintos países ha sido bastante diversa. Mientras hay países con un importante crecimiento —como, por ejemplo, Irlanda (53%), Eslovenia (53%), Luxemburgo (43%), Hungría (36%), Dinamarca (36%) o Alemania (18%)—, otros, entre los que se cuentan Francia y España, permanecen estables con variaciones inferiores al 2%, y algunos experimentan retrocesos, pudiendo destacarse al Reino Unido, con un decrecimiento del 4%. La República Checa, Lituania y Grecia experimentan descensos superiores al 20%. En el conjunto de la UE se ha registrado un crecimiento medio del 18%.

De acuerdo con estos datos, España ocupa un lugar dentro de la formación TIC de la UE que se corresponde con el peso demográfico y económico que tiene dentro de la misma. En el periodo analizado, la formación TIC se ha mantenido estable en términos cuantitativos, al igual que ha ocurrido en otros países de nuestro entorno con características comparables, como Francia. Ello supone que, aunque no ha decrecido, nuestro país tampoco ha participado del crecimiento del número de estudiantes TIC registrado en promedio por la UE.

## **1.2 El sistema de formación TIC en Aragón**

Una vez visto el contexto europeo y nacional en la formación TIC, analizaremos el sistema de formación TIC en Aragón. Para ello comenzaremos por la educación terciaria que, como se ha visto en el apartado anterior, se corresponde con el ciclo formativo de grado superior (nivel 5), el grado universitario (nivel 6), el master (nivel 7) y el doctorado (nivel 8).

Luego, para realizar una descripción lo más completa posible del sistema de formación TIC, se incluirán también otras opciones formativas distintas de las enseñanzas regladas. Estas opciones se ofertan a las personas que desean formarse en aspectos específicos de las TIC desde distintos centros formativos, instituciones y empresas, que pertenecen tanto al sector privado como al público.

Otra diferencia con el apartado anterior es que en este no se tendrán en cuenta las materias STEM sino que se tratará únicamente de aquellas titulaciones o cursos que son exclusivamente de naturaleza TIC y se dirigen a la formación de profesionales en este ámbito. Tampoco se incluirán aquellos estudios que tengan como objetivo formar profesionales de otros sectores, aunque sus programas destinen una parte importante a las TIC, ya que ha de tenerse en cuenta que, dado su carácter horizontal, las TIC están presentes, en menor o mayor medida, en muchos planes de estudio.



**Imagen 1.** Estructura del sistema de formación TIC de Aragón.

### 1.2.1 Estudios universitarios

En la Comunidad Autónoma de Aragón hay dos centros universitarios, que son la Universidad de Zaragoza, de titularidad pública, y la Universidad San Jorge, privada. También hay tres centros de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), sitios en Barbastro, Calatayud y Teruel, siendo posible cursar estudios TIC en los dos primeros.

La Universidad de Zaragoza imparte sus titulaciones TIC en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), en la Escuela Universitaria Politécnica de

Teruel y en la Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia (EUPLA). En la EINA se imparten un Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación que habilita para la profesión de ingeniero técnico de telecomunicación, y un Master de Ingeniería de Telecomunicación que habilita a la profesión de ingeniero de telecomunicación. Se contemplan cuatro especialidades o menciones del Grado, que son: sistemas de telecomunicaciones, sistemas electrónicos, telemática, y sonido e imagen, pero esta última no está implantada en la Universidad de Zaragoza. En el mismo centro hay también un programa de doctorado en Tecnologías de la Información y Comunicaciones en Redes Móviles.

El Grado en Ingeniería Informática se imparte en la EINA y en la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel, con el mismo programa en ambos centros. En su parte final el alumno puede profundizar la formación en alguno de los siguientes campos: computación (incluye algorítmica y programación), ingeniería de computadores, ingeniería del software, sistemas de Información y, finalmente, tecnologías de la información, especialidad que se dirige a quienes estén interesados en seleccionar, integrar y organizar el funcionamiento de los equipos, sistemas, aplicaciones y procesos que requieren las organizaciones. Además, en la EINA se imparte un Máster Universitario en Ingeniería Informática y hay un programa de doctorado en Ingeniería de Sistemas e Informática

La Universidad de Zaragoza también imparte dos titulaciones relacionadas con la formación TIC, aunque tienen carácter interdisciplinar y se refieren a tecnologías específicas. Una es el Grado en Mecatrónica, una formación novedosa en España, que incluye conocimientos de mecánica, electrónica, control e informática y habilita para el ejercicio de la profesión de ingeniero técnico industrial en el ámbito de la electrónica industrial. La otra es el Máster Universitario en Modelización e Investigación Matemática, Estadística y Computación, que se imparte en la Facultad de Ciencias.

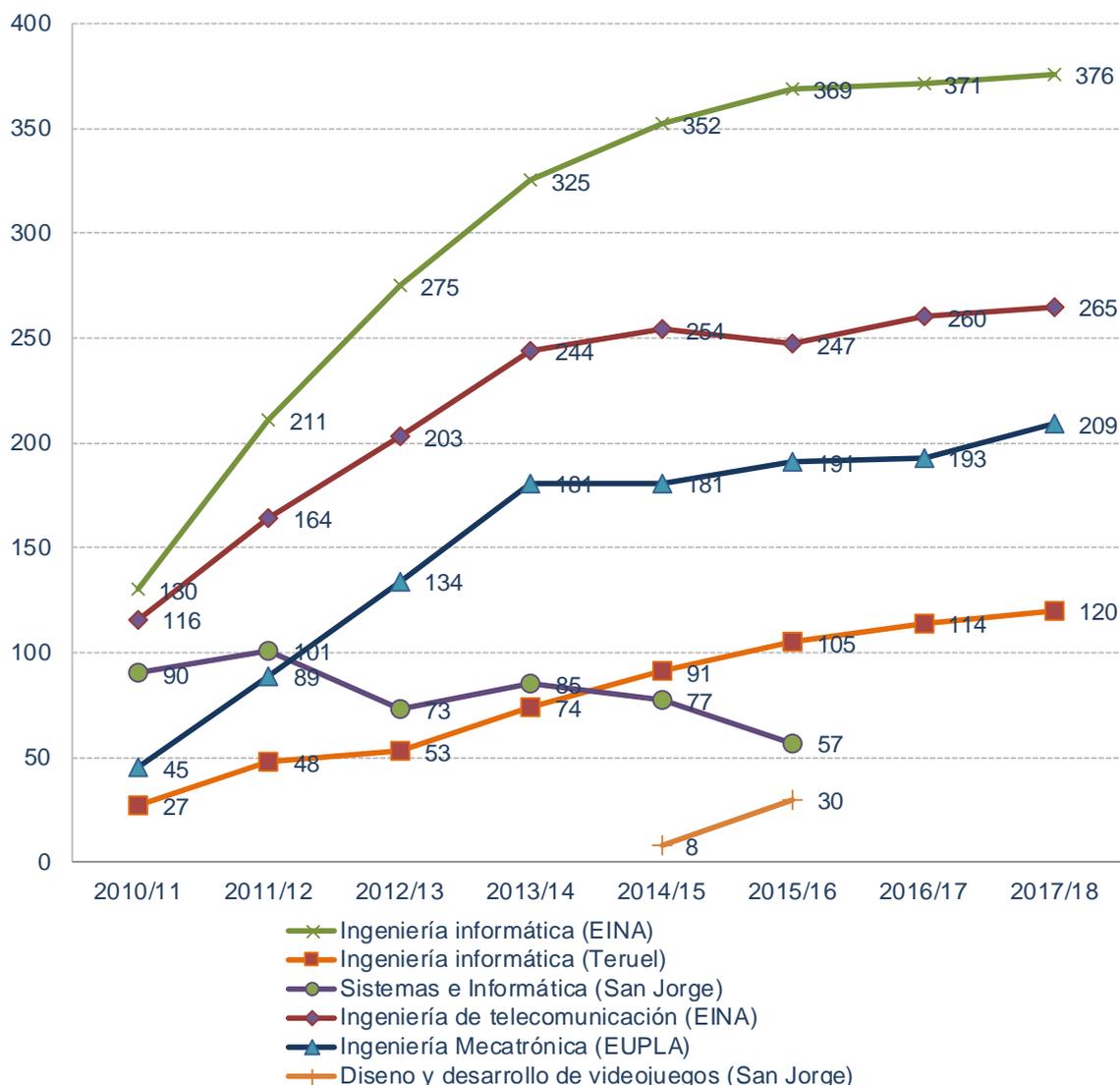
La segunda universidad de Aragón es la Universidad San Jorge, que cuenta con una Escuela Politécnica Superior, en la que se imparten dos grados TIC. Uno es el Grado en Ingeniería Informática, que con cuatro cursos de duración



forma a sus alumnos para definir, diseñar y especificar la arquitectura de sistemas de información y comunicaciones, en el desarrollo de aplicaciones software, en la gestión de sistemas de bases de datos para el análisis inteligente de la información y en la dirección de proyectos en el campo de las tecnologías de Internet, entre otros aspectos. El segundo es el Grado en Diseño y Desarrollo de Videojuegos, que se dirige específicamente a la producción, diseño y programación de videojuegos, pero también capacita al alumno para el desarrollo de software y aplicaciones o el diseño y desarrollo web y multimedia. Dentro de su Facultad de Ciencias de la Salud se oferta un Grado en Bioinformática, que bien podría incluirse dentro de la formación dedicada a las aplicaciones de las TIC. Sin embargo, de acuerdo con los últimos datos disponibles del IAEST, correspondientes al curso 2015/16 el Grado no tiene a ningún alumno matriculado.

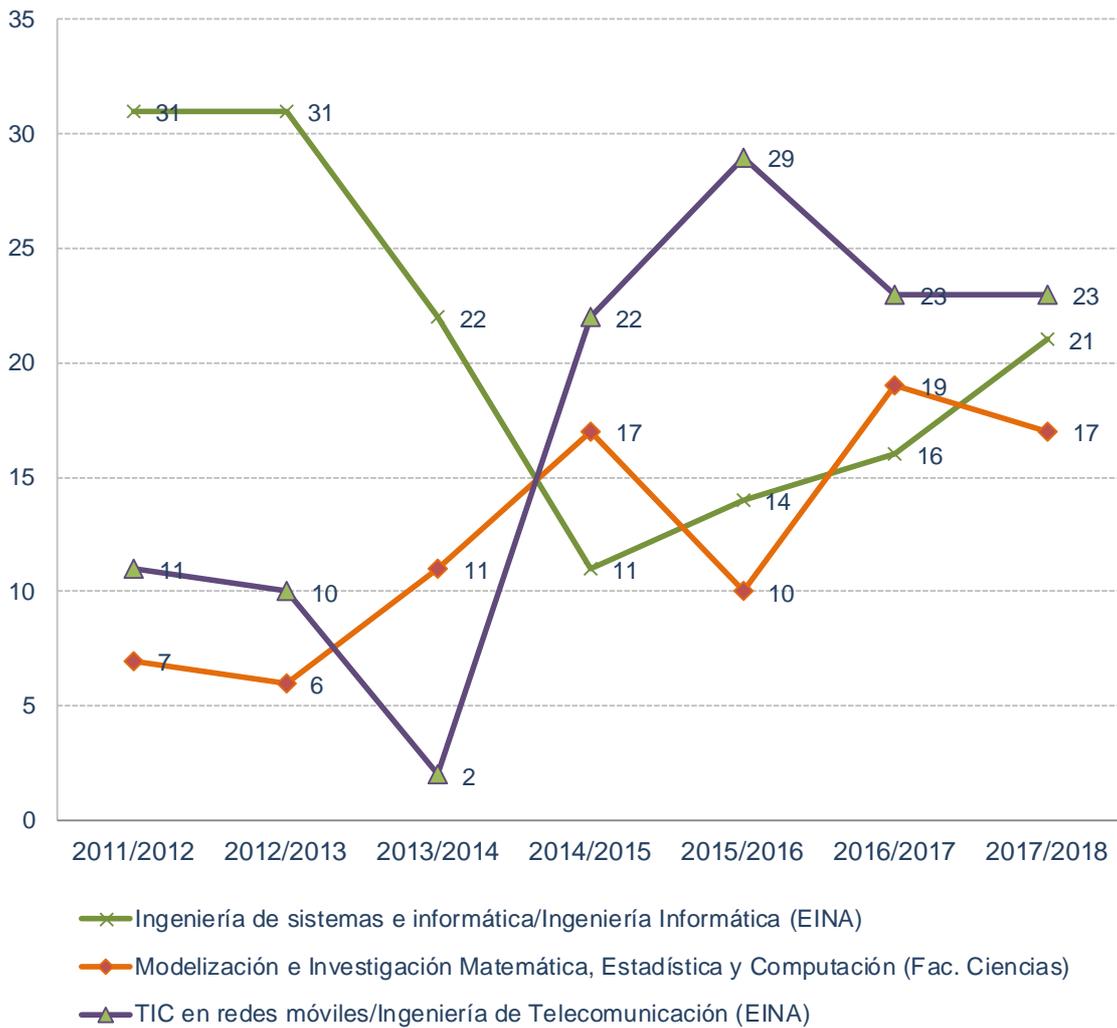
Finalmente, la Universidad San Jorge ofrece la posibilidad de cursar dos dobles titulaciones con el Grado en Ingeniería Informática junto al Grado en Diseño y Desarrollo de Videojuegos, y otra con el Grado en Bioinformática. También se oferta un Master Universitario en Tecnologías Software Avanzadas para Dispositivos Móviles.

En la gráfica 3 se incluyen los datos de alumnos matriculados en los grados mencionados (en la Universidad San Jorge no se consideran los datos de los cursos 2016/17 y 2017/18, por no estar disponibles). Puede observarse que la titulación con más alumnos es el grado en ingeniería informática, que suma los 376 alumnos de la EINA, los 120 de Teruel y los 57 (en el curso 2015/16) de la Universidad San Jorge. El grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación tiene 265 alumnos matriculados y 209 el grado en Ingeniería Mecatrónica. Por último, el grado en diseño y desarrollo de videojuegos tenía, en el curso 2015/16, 30 alumnos.



**Gráfica 3.-** Alumnos matriculados en los grados oficiales del sistema de formación TIC de Aragón. Evolución 2010-2018 ( Fuente: Universidad de Zaragoza e IAEST).

En la gráfica 4 se muestran los datos de alumnos matriculados en los másteres oficiales de la Universidad de Zaragoza. Se han unido en un mismo registro el master en Ingeniería de sistemas e informática, ya extinguido, y el que podría considerarse su sucesor el master en Ingeniería informática, ambos de la EINA. Otro tanto se ha hecho con el master en Tecnología de la información y comunicaciones en redes móviles, que se impartió hasta el curso 2013-2014, y el master en Ingeniería de telecomunicación. En cuanto al master en Tecnologías software avanzadas para dispositivos móviles, de la Universidad San Jorge, no se dispone de datos de matrícula.



**Gráfica 4.-** Alumnos matriculados en los másteres oficiales del sistema de formación TIC de Aragón. Evolución 2011-2018. Fuente: Universidad de Zaragoza y Universidad San Jorge.

La Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) imparte también un Grado en Ingeniería Informática que en el curso 2014/15 tenía 39 alumnos en Aragón y un Grado en Ingeniería en Tecnologías de la Información, que forma a sus alumnos para la dirección y gestión de los sistemas de información de las organizaciones y tenía 12 alumnos.

**Tabla 5.-** UNED, alumnado matriculado en titulaciones TIC. Curso 2014/2015. Fuente: IAEST según datos de la UNED.

	Barbastro	Calatayud	Total
Grado en Ingeniería en Tecnologías de la Información	1	11	12
Grado en Ingeniería Informática	7	32	39

Han de mencionarse también los títulos propios de la Universidad de Zaragoza que, aunque no tienen carácter de titulaciones oficiales pueden representar mejor algunas necesidades concretas del sector TIC o de la sociedad, ya que los requisitos para su tramitación son menores y los plazos para su puesta en marcha más breves. Entre los títulos propios ofertados para el curso 2018/19 hay dos impartidos por la EINA que pueden considerarse formación TIC. El más veterano es el Diploma de Extensión Universitaria en Microsistemas e Instrumentación Inteligente, que va a por su 13<sup>a</sup> edición y forma especialistas en la instrumentación electrónica actual y en la automatización de procesos, abarcando dominios que van desde los sensores inteligentes hasta las sofisticadas herramientas software actuales. El otro es el Máster Propio en Big Data, que se oferta por primera vez y que, al momento de redactar estas páginas, no se sabe aún qué acogida va a tener. Luego hay otros títulos propios que están relacionados con la TIC en la medida en la que tratan de aplicaciones prácticas de las mismas. Como ejemplos pueden mencionarse el Master Propio en Administración Electrónica de Empresas (MeBA), que va ya hacia su 15<sup>a</sup> edición y que se centra sobre todo en el comercio electrónico, o el Máster Propio en Competencias Digitales del Profesorado, que se oferta por primera vez.

Por último, la Universidad de Zaragoza también desarrolla algunas acciones en el ámbito de los MOOC (*Massive Open Online Courses*) que son cursos masivos, online, que se ofrecen de forma gratuita y en los que cualquier persona que cumpla los requisitos puede inscribirse. Para ello participa en la plataforma más importante de MOOC en castellano: MiriadaX (con más de dos millones de usuarios) y comenzó a impartir cursos desde el inicio de la plataforma, en 2013. Dentro de las materias TIC se impartió un curso sobre Software libre: Ofimática con OpenOffice, en el que se contó con la colaboración del Ayuntamiento de Zaragoza. También la Universidad San Jorge ha lanzado un MOOC en el año 2018, pero no trata sobre temática TIC.

### 1.2.2 Ciclos formativos

Otra parte fundamental de los estudios TIC en nuestra comunidad autónoma son los ciclos formativos de Formación Profesional (FP). Según el Catálogo de Titulaciones de Formación Profesional en Aragón,<sup>2</sup> en la rama de informática y comunicaciones se ofertan cuatro titulaciones.

De estas, el único grado medio es el de Técnico en Sistemas Microinformáticos y Redes. En él se enseña al alumno como instalar, configurar y mantener sistemas microinformáticos, aislados o en red, así como redes locales en pequeños entornos, asegurando su funcionalidad y aplicando los protocolos de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente establecidos.

De nivel superior hay tres titulaciones. Una está, como la anterior, relacionada con el ámbito de los sistemas informáticos y es la de Técnico Superior en Administración de Sistemas Informáticos en Red. En ella se forma al alumno para configurar, administrar y mantener sistemas informáticos, garantizando la funcionalidad, la integridad de los recursos y servicios del sistema, con la calidad exigida y cumpliendo la reglamentación vigente. Las otras dos titulaciones capacitan para el desarrollo de software, desde una doble perspectiva. Una la de las aplicaciones web —Técnico Superior en Desarrollo de Aplicaciones Web— y otra en un entorno multiplataforma —Técnico Superior en Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma—.

Existe otra rama dentro de la FP, denominada Electricidad y Electrónica, en la que se incluyen titulaciones que podrían considerarse como estudios TIC, al menos si se sigue el criterio que de incluir las telecomunicaciones dentro de este campo. Se trataría, en concreto de la titulación de grado medio, Técnico en Instalaciones de Telecomunicaciones, y la de Técnico Superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos, que aún no se encuentra disponible.

Los grados dedicados a las TIC son los que generan una mayor demanda por las empresas y sus egresados tienen una buena empleabilidad. Según los

---

<sup>2</sup> <http://servicios.aragon.es/eac/webgcp/tituloPublico.inicio.do>

datos del curso 2017-2018, facilitados por el Departamento de Educación, Cultura y Deporte, en todos hay más de un 70% de los titulados con trabajo, pese a lo cual no se sitúan entre los estudios de FP más demandados. Las excepciones son los ciclos en Administración de Sistemas Informáticos en Red, donde solo quedan libres una veintena de puestos de los 400 ofertados y Desarrollo de Aplicaciones Web, en el que las plazas disponibles no llegan a 10.

En cuanto a los centros, comenzando por la provincia de Huesca, dos de los grados superiores en informática y comunicaciones se ofertan en el IES Sierra de Guara y el de Técnico Superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos en el CPIFP Pirámide, ambos centros de la ciudad de Huesca. El grado superior en Desarrollo de Aplicaciones Web se imparte en el IES de Monzón. En cuanto a los grados medios, el de Sistemas Microinformáticos y Redes se puede estudiar en los IES de Huesca, Monzón y Sabiñanigo, y el de Instalaciones de Telecomunicaciones en el de Barbastro.

En la provincia de Teruel los grados superiores en Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma y en Desarrollo de Aplicaciones Web, y los grados medios en Sistemas Microinformáticos y Redes, y en Instalaciones de Telecomunicaciones se ofertan en el IES Segundo de Chomón, de la ciudad de Teruel. De estos, el segundo grado de cada nivel también se imparte en el IES de Alcañiz. En la provincia de Zaragoza, el grado superior en Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma puede cursarse en los IES de Calatayud y Tarazona, y el de Administración de Sistemas Informáticos en Red, en el CFPE Alaun de Alagón, un centro privado. El grado medio en Sistemas Microinformáticos y Redes se imparte en los IES de Calatayud y Tauste, y el de Instalaciones de Telecomunicaciones, en el de Utebo.

En Zaragoza el grado superior en Administración de Sistemas Informáticos en Red puede estudiarse en 5 centros, el de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma, en 7, el de Desarrollo de Aplicaciones Web, en 3, y el de Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos, en 4. El primero y el tercero se ofertan en uno de los centros en modalidad a distancia y presencial. Por su

parte, el grado medio en Sistemas Microinformáticos y Redes se oferta en 7 centros, en uno de ellos en modalidad a distancia y presencial.

En los últimos cursos se ha comenzado a impulsar la denominada FP dual, en la cual los alumnos simultanean sus estudios con el trabajo en una empresa. Como resultado se ha pasado de los 2 proyectos con 13 alumnos y 13 empresas que había en el curso 2013/14 a los 50 proyectos con 272 alumnos y 134 empresas implicadas del curso 2017/18.

Dentro de la formación TIC, en el curso 2016/17 se puso en marcha una iniciativa de FP dual en el Parque Tecnológico Walqa, con participación de cuatro empresas — Deloitte, OESIA, Tafyesa y Ecomputer— y 11 alumnos de dos grados TIC —Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma y Administrador de Sistemas en Red—. También en Teruel se ofertó en el curso 2017/18 esta modalidad de FP para el grado en Sistemas Microinformáticos y Redes, con la colaboración de una empresa y en Zaragoza se hizo otro tanto para el Grado en Sistemas de Telecomunicación e Informáticos, con la colaboración de tres empresas, para el de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma, con la colaboración de cinco empresas, y para el de Desarrollo de Aplicaciones Web, con la colaboración de una empresa.

Finalmente, cabe mencionar la iniciativa Aragón Skills, una competición autonómica dirigida a los estudiantes de formación profesional menores de 20 años, salvo en la de Mecatrónica, donde pueden tener hasta 23 años. Se convoca bianualmente por la Dirección General de Planificación y Formación Profesional del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón. En la edición de 2018 han participado 185 alumnos de 32 centros, en 22 especialidades. Entre estas se encontraban mecatrónica, desarrollo web, administración de sistemas en red, y animación 3D y juegos.

### 1.2.3 La formación para el empleo

La Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional estableció un sistema integral de formación profesional, cualificaciones y acreditación, dentro del cual se encuentra el Sistema de Formación Profesional para el Empleo, regulado en la Ley 30/2015, de 9 de septiembre, y en su reglamento, el Real Decreto 694/2017, de 3 de julio.

Dentro del mismo marco, en nuestra comunidad autónoma se creó el Plan de Formación e Inserción Profesional de Aragón, mediante el Decreto 51/2000, de 14 de marzo, del Gobierno de Aragón. El organismo responsable del impulso y coordinación de estos planes es el Instituto de Empleo de Aragón (INAEM).

**Tabla 6.- Cursos sobre materias TIC ofertados por el INAEM en septiembre de 2018. Fuente: Web del INAEM (<https://inaem.aragon.es/cursos-de-formacion>).**

Denominación	Horas	Localidad
Aplicaciones web: implementación del estándar Scorm 1.2 en plataformas virtuales de aprendizaje	55	Zaragoza
Creación de blogs y redes sociales	60	Calatayud Alcañiz
El uso de drones, datos LIDAR e imágenes de satélite en la gestión del territorio	60	Zaragoza
Elaboración de contenidos multimedia SCORM para e-learning	60	Zaragoza Huesca
Formación plataforma Cloud Salesforce. Everis	80	Zaragoza
Herramientas de gestión web (gestión de contenidos)	40	Huesca
Iniciación a la creación de páginas web	40	Teruel
Integración continua y chef.io	40	Zaragoza
Introducción a la tecnología de impresión en 3D	40	Zaragoza
IT essentials en administrador de bases de datos	135	Zaragoza
Ofimática en la nube: Google Drive	100	Huesca
Programación con Java	100	Huesca

En este marco se programan numerosos cursos que normalmente se imparten a través de los centros colaboradores.<sup>3</sup> Entre los centros cabría destacar a los centros de formación dependientes de los agentes sociales.<sup>4</sup> También la Universidad de Zaragoza actúa como centro colaborador a través de su Servicio de Orientación y Empleo (Universa). Como ejemplo de la oferta de los cursos se incluyen en la tabla 6 aquellos que trataban sobre materias TIC y que se encontraban en fase de inscripción en el mes de septiembre de 2018. Además, el INAEM también dispone de centros propios, entre los que cabe destacar, el Centro de Tecnologías Avanzadas de Zaragoza (CTA), dedicado a las TIC y a las tecnologías audiovisuales.

Otro mecanismo del sistema es la evaluación y acreditación de las cualificaciones profesionales, que se realiza a través de los certificados de profesionalidad. El Catálogo Nacional de las Cualificaciones Profesionales es la base para elaborar la oferta de títulos de formación profesional y de los certificados de profesionalidad. Este Catálogo y las directrices fijadas por la Unión Europea, sirven de base para definir los distintos certificados de profesionalidad. El Real Decreto 34/2008, de 18 de enero (modificado por el Real Decreto 1675/2010, de 10 de diciembre) define su estructura y contenido y establece que el Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), con la colaboración de los Centros de Referencia Nacional, elaborará y actualizará los certificados de profesionalidad, que serán aprobados por real decreto. Los certificados tienen validez en todo el territorio nacional y se recogen en el Repertorio Nacional de Certificados de Profesionalidad.

---

<sup>3</sup> El listado de cursos impartidos por el INAEM puede verse en la web <https://plan.aragon.es/MapaRec.nsf/General>

<sup>4</sup> Por ejemplo, CCOO ([www.araforem.net](http://www.araforem.net)), UGT ([www.ugtaragon.es/formacion](http://www.ugtaragon.es/formacion)), CREA ([www.crea.es/formacion/inicio.htm](http://www.crea.es/formacion/inicio.htm)), CEPYME ([www.cepymearagon.es/inicio.asp](http://www.cepymearagon.es/inicio.asp)) y CEZ ([www.cez.es/formacion/index.aspx](http://www.cez.es/formacion/index.aspx)).

**Tabla 7.-** Certificados de la familia Informática y comunicaciones del Repertorio Nacional de Certificados de Profesionalidad. Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional (<http://incual.mecd.es/catalogo1>)

Código	Nivel	Denominación	Real Decreto
IFCD0110	2	Confección y publicación de páginas web	1531/2011, 628/2013
IFCD0111	3	Programación en lenguajes estructurados de aplicaciones de gestión	628/2013
IFCD0112	3	Programación con lenguajes orientados a objetos y bases de datos relacionales	628/2013
IFCD0210	3	Desarrollo de aplicaciones con tecnologías web	1531/2011, 628/2013
IFCD0211	3	Sistemas de gestión de información	628/2013
IFCM0110	2	Operación en sistemas de comunicaciones de voz y datos	1531/2011, 628/2013
IFCM0111	3	Mantenimiento de segundo nivel en sistemas de radiocomunicaciones	628/2013
IFCM0210	2	Mantenimiento de primer nivel en sistemas de radiocomunicaciones	1531/2011, 628/2013
IFCM0310	3	Gestión de redes de voz y datos	1531/2011, 628/2013
IFCM0410	3	Gestión y supervisión de alarmas en redes de comunicaciones	1531/2011, 628/2013
IFCT0108	1	Operaciones auxiliares de montaje y mantenimiento de sistemas microinformáticos	1218/2009
IFCT0109	3	Seguridad informática	686/2011, 628/2013
IFCT0110	2	Operación de redes departamentales	1531/2011, 628/2013
IFCT0209	2	Sistemas microinformáticos	686/2011, 628/2013
IFCT0210	2	Operación de sistemas microinformáticos	1531/2011, 628/2013
IFCT0309	2	Montaje y reparación de sistemas microinformáticos	686/2011, 628/2013
IFCT0310	3	Administración de bases de datos	1531/2011, 628/2013
IFCT0409	3	Implantación y gestión de elementos informáticos en sistemas domóticos / inmóticos de control de accesos y presencia, y de videovigilancia	686/2011, 628/2013, 548/2014
IFCT0410	3	Administración y diseño de redes departamentales	1531/2011, 628/2013
IFCT0509	3	Administración de servicios de internet	686/2011, 628/2013
IFCT0510	3	Gestión de sistemas informáticos	1531/2011, 628/2013, 548/2014
IFCT0609	3	Programación de sistemas informáticos	686/2011, 628/2013
IFCT0610	3	Administración y programación en sistemas de planificación de recursos empresariales y de gestión de relaciones con clientes	1531/2011, 628/2013

#### 1.2.4 Centros de formación

##### **ELEARNING**

La teleformación o *elearning* ocupa un lugar cada vez más importante en los distintos niveles de la enseñanza, de forma que la práctica totalidad de los centros ya la utiliza, en mayor o menor medida, como medio de apoyo para la docencia presencial. Pero también hay centros que se han especializado en esta modalidad de enseñanza, de forma que imparten íntegramente a través de la misma la totalidad de sus cursos. Como ejemplo pueden servir dos casos de éxito que se han dado en comunidades vecinas de Aragón y que son la Universidad Oberta de Cataluña (UOC) y la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR).

En nuestra región no hay ninguna universidad especializada en elearning, pero sí cuenta con un importante centro dedicado a la formación en competencias técnicas y profesionalizantes, SEAS, Estudios Superiores Abiertos, dependiente del Grupo San Valero. A través del mismo se imparten estudios de diversos niveles, algunos de los cuales permiten obtener titulaciones expedidas por la Universidad San Jorge —que pertenece al mismo grupo San Valero— y por la University of Wales Trinity Saint David. La oferta de cursos en materias TIC es bastante amplia y puede verse en la tabla 8.

Otro centro que cabe destacar, también de carácter privado, es la empresa de formación Master D, una de las más importantes de nuestro país en teleformación y que tiene su domicilio en Zaragoza. En sus cursos de informática colabora con la Asociación de Técnicos Informáticos (ATI), la cual ayuda a los alumnos a encontrar trabajo mediante una bolsa de empleo. En su programación incluye tanto cursos con contenidos tradicionales dentro del campo TIC, como mantenimiento de sistemas o desarrollo de aplicaciones, como otros referidos a tecnologías avanzadas como, por ejemplo, *big data* o impresión 3D. Se mencionan solo estos centros ya que están especializados en elearning, pero luego hay numerosos centros de formación que combinan esta modalidad de enseñanza con la presencial, entre otros los que se mencionarán en el siguiente epígrafe.

**Tabla 8.-** Cursos sobre materias TIC ofertados por SEAS en septiembre de 2018. Fuente: web de SEAS ([www.seas.es](http://www.seas.es)).

<b>Curso técnico</b>	
Administración y gestión de la seguridad informática	Linux: administración de redes y servidores
Análisis y diseño orientado a objetos UML	PHP
Arquitectura de software empresarial	Planificación de redes corporativas
asp.net c#	Programación C
Auditoría y peritaje informático	Programación de aplicaciones Android
Desarrollo de aplicaciones web con Java EE	Programación web
Diseño gráfico	Redes informáticas
Diseño web	Seguridad informática
Gestión de proyectos	Transmisión de datos
Introducción a la programación	Visual basic.net
iOS	Visual basic.net avanzado
Java	Windows server 2008
Linux	
<b>Curso superior</b>	
Administración de sistemas Linux y Windows server	Diseño web. Programación
Desarrollo de aplicaciones informáticas	Java y Android
Desarrollo de aplicaciones móviles	Redes y comunicaciones
Desarrollo de aplicaciones web	Seguridad informática
<b>Experto en</b>	
Desarrollo de aplicaciones orientadas a objetos	Gestión y desarrollo de aplicaciones web
Diseño gráfico y web	Redes y comunicaciones
Diseño web y comercio electrónico	Seguridad en sistemas informáticos
<b>Master</b>	
Desarrollo web móvil y marketing online	Gestión integral de seguridad, sistemas y redes informáticas
Diseño gráfico web y comunicación digital	Gestión y desarrollo de aplicaciones multiplataforma
Gestión integral de las TIC en la empresa	Máster doble en seguridad y aplicaciones informáticas

## FORMACIÓN PRESENCIAL

Existen diversos centros de formación en Aragón que imparten estudios relacionados con las TIC. Al igual que en la enseñanza online hay algún centro que dispone de acuerdos con universidades del Reino Unido para impartir titulaciones siguiendo los planes de estudios y metodologías establecidos por las mismas. Es el caso de CESTE que imparte un *Bachelor (Hons) in Computer Science*, en colaboración con la Universidad de Gales (University of Wales). El Centro San Valero —perteneciente también al grupo San Valero, como la Universidad San Jorge y SEAS— impartía un Bachelor en Tecnologías de la Información de la Empresa, que actualmente se imparte en modalidad online a través de SEAS, centrándose ahora la actividad del Centro en la formación profesional y en la formación para el empleo. Otro centro de formación es ESIC, que cuenta con presencia en las principales ciudades de España e imparte en Zaragoza algunas titulaciones TIC, como el Programa Superior en Internet de las Cosas e Industria 4.0 (PSICI).

### 1.2.5 *Iniciativas empresariales*

En este apartado no es posible hacer una relación exhaustiva de todas las empresas que participan de una forma u otra en la formación TIC en Aragón. Se intentará tener en cuenta las iniciativas más relevantes, por su tamaño o alcance, y también aquellas que por su especialización u otras características resulten especialmente representativas. En particular, no se consideran las academias y centros de formación privados que enseñan conocimientos básicos a nivel de usuario. Otro aspecto a destacar en este epígrafe, es que las iniciativas empresariales frecuentemente están orientadas a aplicar medidas inmediatas que contribuyan a paliar la carencia de profesionales que acusan desde hace años las empresas del sector.

La Asociación de Empresas de Tecnologías de la Información, Electrónica y Telecomunicaciones de Aragón (TECNARA) ha lanzado la iniciativa TECNARA Academy. A través de la misma se imparten cursos homologados por el SEPE y cofinanciados por el INAEM. Podría, por tanto, considerarse que la Asociación se limita a actuar de entidad colaboradora, pero la iniciativa va más

allá y pretende crear un marco para la formación TIC específicamente adaptado a las necesidades de las empresas del sector en Aragón. En esta línea, se ha creado un grupo de trabajo específico formado por los socios de TECNARA entre cuyos objetivos se encuentra la detección de contenidos prioritarios para las empresas, la participación de los profesionales en el modelo, y el desarrollo de una estrategia de reclutamiento y para la contratación posterior de los alumnos. Otra asociación que lleva a cabo acciones formativas en su ámbito de actividad es la Asociación de Tiendas Virtuales de Aragón (ATVA), que trata de temas como SEO, Adwords, Analytics, experiencia de usuario, aspectos legales, social media y los CMS Prestashop, Magento y WordPress.

Una iniciativa reciente es la creación de la Hiberus University que se propone formar en TIC a personas que no tienen un perfil tecnológico en un tiempo récord, de 3 a 4 meses. Se dirige a jóvenes con formación no tecnológica, a profesionales de otros sectores que busquen reconvertirse en perfiles TIC y a profesionales del sector en busca de especialización. El Gobierno de Aragón ha aportado 128.000 euros para cuatro cursos, que llegarán a 64 alumnos. La iniciativa cuenta con socios educativos, como el grupo San Valero y la Universidad de Zaragoza, y tiene como objetivo formar cada año a más de 200 profesionales. El proyecto de enseñanza se complementará con programas de emprendimiento y de vocación digital, que fomenten el estudio de carreras científicas y técnicas.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> <https://www.heraldo.es/noticias/economia/2018/07/04/hiberus-tecnologia-contratara-400-personas-los-proximos-meses-1254311-309.html>

**Tabla 9.-** Cursos sobre materias TIC impartidos por ITAINNOVA. Se indican con un asterisco los que tenían la inscripción abierta en septiembre de 2018. Fuente: web de ITAINNOVA ([www.itainnova.es/cursos](http://www.itainnova.es/cursos)).

Adaptación del Reglamento General de Protección de Datos a tu empresa*
Applied Machine Learning
Automatiza tu aprendizaje usando Python*
Blockchain & Smartcontracts para desarrolladores
Blockchain para Directivos
Conviértete en Desarrollador web y emprende tu negocio
Curso práctico sobre implantación de un marco de privacidad y gestión de documentación del Reglamento General de Protección de Datos
Desarrollador FULLSTACK*
Desarrollo de Aplicaciones en Dispositivos Android e IOS con Corona SDK
Desarrollo de Apps para iPhone, iPad y Apple Watch en iOS11
ERP Opensource: herramientas para el éxito en la gestión empresarial*
Escultura con Zbrush*
Experto en Reglamento General de Protección de Datos*
Fundamentos de Arquitectura Empresarial con TOGAF
Fundamentos de LEAN IT
Hacking ético avanzado*
Iniciación a Arduino
Iniciación al Hacking ético
Introducción a Android como plataforma de desarrollo en movilidad
Modelado y Animación 3D para Realidad Virtual
Pon en marcha tu negocio online con herramientas de software gratuitas
Programa Completo: Auditor Jefe ISO 27001
Roadmap formativo: Hacia la Calidad del Software
Tecnologías software para el negocio
Workshop: La realidad virtual aplicada a la visualización de diseños industriales
Workshop: La realidad virtual multiplica las posibilidades de formación

También cabe incluir en este epígrafe al Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA), aunque se trata de un centro tecnológico de carácter público, dependiente del Departamento de Innovación, Investigación y Universidad del Gobierno de Aragón, ya que a efectos de la formación que imparte cabría considerarlo como una empresa. En su oferta hay cursos integrados en el plan de formación para el empleo, en los que actúa como entidad colaboradora del INAEM, pero también programa cursos fuera de este contexto, para lo que dispone de un equipo de Formación e Inspiración. En la tabla 4 se indican los cursos que han sido impartidos por ITAINNOVA. Con un carácter también de entidad semipública se encuentran las Cámaras de Comercio de Aragón, que incluyen las de Huesca, Zaragoza y Teruel, y entre cuyas actividades se encuentra la formación sobre comercio electrónico, impartida principalmente a través de su servicio SATipyme.

Finalmente, cabe destacar iniciativas que, aunque no se refieran a un número elevado de cursos y alumnos son relevantes por su especialización y por poder tomarse como referencia para la posibilidad de abordar en Aragón enseñanzas de alto nivel y muy específicas. Un buen ejemplo puede ser UX Learn, una iniciativa de TorresBurriel Estudio para ofrecer formación presencial y online en experiencia de usuario, usabilidad, arquitectura de información y diseño de productos digitales. Otras empresas TIC ofertan formación como complemento de su actividad principal como, por ejemplo, Libelium, que en el momento de redactar este informe tenía programado un curso presencial sobre *Design and Architecture of IoT solutions*.

### **1.3 Contenidos del sistema de formación TIC**

Una vez vista la estructura del sistema de formación TIC de Aragón en este apartado se va a intentar sistematizar en la medida de lo posible los contenidos que se imparten dentro del mismo, con el objetivo de conocer las áreas a las que se dedica mayor atención, a la par que se facilita la identificación de las posibles carencias y lagunas.

Para facilitar una visión resumida, en la imagen 2 se muestra un esquema con los principales contenidos que se han identificado en el sistema de formación TIC. Los contenidos se han dividido en tres clases: los de carácter generalista, los referidos a tecnologías específicas dentro de las TIC y, finalmente, los que tratan de aplicaciones de las TIC a determinadas áreas o sectores económicos.

Dentro de la primera clase, formada por las titulaciones y cursos de carácter general, se distinguen cuatro categorías, una para los estudios generales de informática, otras dos para los estudios que se refieran a una de las dos grandes áreas en que aquellos se dividen —que son sistemas y desarrollo— y una cuarta para las telecomunicaciones,. En la segunda clase, formada por los contenidos sobre tecnologías específicas dentro del área de la informática, se incluyen materias como el *big data* o la informática gráfica. En la tercera clase, que se refiere a las aplicaciones de las TIC en área concretas de actividad, únicamente se toman en consideración los supuestos en los que la utilización de las TIC es un elemento definitorio, como ocurre por ejemplo con el comercio electrónico o el *elearning*, y no aquellas aplicaciones en las que las TIC se utilizan como herramienta auxiliar ya que, como se ha dicho, éstas son en la actualidad la práctica totalidad de las actividades sociales y económicas.

Las titulaciones y cursos se organizan luego, en el eje horizontal, en función del agente que las promueve u oferta, siguiendo la categorización de los mismos que se ha hecho en el epígrafe anterior. Se destacan con fondo verde los grados universitarios, con fondo amarillo los cursos ofertados por el CTA en su programación 2017-2018, y con fondo naranja los impartidos por ITAINNOVA.



## Contenidos del sistema de formación TIC de Aragón

	Universidad	Formación profesional	Formación empleo	elearning	Empresas
<b>FORMACION GENERAL</b>					
Informática general	Grado y master ingeniería informática			Gestión integral de las TIC	
Desarrollo		Técnico en desarrollo aplicaciones	MS, Java Integración cont., SCRUM	UML, C, PHP, .net, Java, Android, Visual Basic	Calidad del software Desarrollo movil
Sistemas		Técnico en sistemas informáticos	Administración BD Linux, Oracle, VMWare	Linux, Windows server, iOS	
Telecomunicaciones	Grado ingeniería de telecomunicaciones	Técnico en instalaciones telecom	CISCO	Redes corporativas, redes y comunicaciones	
<b>TECNOLOGIAS ESPECIFICAS</b>					
Mecatronica, IoT, robotica	Grado mecatrónica Diploma Microsistema				Arduino IoT Solutions
Big data e IA	Master modelización Master propio big data		Cloudera Couchbase		Machine learning
Informatica grafica, videojuegos y 3D	Grado videojuegos		Impresión 3D C# y Unity		Realidad virtual Modelado y animación
Documentos electrónicos y blockchain			Firma electrónica Difusión archivos		Blockchain Blockchain para directivos
Internet			Paginas web Blogs y redes sociales	Diseño web Blogs y redes sociales	Usabilidad SEO y adwords
Seguridad y compliance			Seguridad informática Protección de datos	Seguridad informática	Protección datos Hacking ético
<b>APLICACIONES</b>					
Comercio electrónico y e-marketing	MeBA		CRM - Cloud Salesforce SEO, marketing	Comercio electrónico Marketing online	ERP opensource Comercio electrónico
Agricultura e información geográfica	Máster universitario en tecnologías IG		SIG Drones y SIG		
elearning	Máster propio competencias digitales del profesorado		SCORM		

Imagen 2. Contenidos del sistema de formación TIC de Aragón.

### 1.3.1 *Formación general*

Dentro de los estudios generalistas sobre informática se encuentra el Grado en Ingeniería Informática, al que podríamos considerar como el núcleo del sistema de formación TIC y que se imparte en tres centros de Aragón. Abarca las áreas de desarrollo y sistemas y, además, en su programación se incluyen, con mayor o menor peso, contenidos relativos a la mayoría de las tecnologías específicas. Los otros grados incluidos en este apartado —Ingeniería de Telecomunicaciones y Programación de Videojuegos— tienen denominaciones mucho más específicas, pero, en la práctica, la formación que proporcionan es lo bastante amplia como para que sus egresados realicen con frecuencia funciones TIC de carácter más general y no solo las específicas del grado.

Los grados de FP también pueden encuadrarse dentro de los estudios TIC de carácter generalista, aunque se especializan en las áreas de desarrollo de software y de sistemas. Así, dos grados superiores se dedican a la primera, uno centrado en las aplicaciones web y el otro en entornos multiplataforma. Además, todos los agentes del sistema de formación TIC —con la excepción de las universidades— ofertan cursos que tratan de las distintas facetas del desarrollo de software. Algunos se refieren a aspectos metodológicos —como la programación orientada a objetos, el UML o la utilización de herramientas para el desarrollo—, pero son mayoría los que tratan sobre lenguajes de programación concretos —como C, PHP, Java, Visual Basic, etc.—, entornos —como .net— o sistemas operativos móviles —como Android—. Cabe destacar que los únicos cursos sobre calidad del software han sido los ofertados en su día por ITAINNOVA.

Dedicados al área de sistemas hay dos grados dentro de la FP, uno medio y otro superior, que tratan de la administración de sistemas informáticos y redes. Por lo general, en la programación de cursos por las demás entidades se presta menos atención a las áreas de sistemas y redes de telecomunicaciones que a la de desarrollo de software. La excepción es el CTA en cuya oferta de cursos presenciales se hace especial hincapié en promover las certificaciones de algunos de los principales fabricantes de equipos y software. También cabe

destacar la oferta de las empresas de *elearning*, que incluye cursos sobre los principales sistemas operativos —como Linux, Windows Server o iOS— y sobre redes de comunicaciones.

Las telecomunicaciones forman la última categoría de la que hemos denominado formación generalista. La oferta es importante tanto en el nivel universitario, en el que se imparte el Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, de la EINA, como dentro de la formación profesional, en la que se ofertan un grado medio de Técnico en Instalaciones de Telecomunicaciones, y un grado superior de Técnico Superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos. Las empresas de *elearning* disponen también de cursos específicos sobre redes corporativas y redes de telecomunicaciones y el CTA ofrece cursos para la obtención de certificaciones de CISCO, uno de los principales fabricantes del sector.

### 1.3.2 *Tecnologías específicas*

La segunda clase incluye, como se ha dicho, las titulaciones y cursos que tratan sobre tecnologías específicas dentro del área TIC. Dentro de esta se han definido varias categorías que se han considerado adecuadas para los fines del presente estudio.

La primera categoría está formada por las tecnologías que tienen un importante componente de interacción entre los componentes mecánicos y electrónicos y el software, como el diseño de sensores y equipos para el IoT o la robótica. Por ello se incluye en la misma un grado universitario de reciente creación, el de mecatrónica, que se imparte en la EUPLA. La mecatrónica integra conocimientos de la ingeniería mecánica, la electrónica y la informática, por lo que sin poder considerarse un grado netamente TIC como los vistos hasta ahora, sí que es relevante a la hora de dar una perspectiva amplia de la formación TIC en nuestra comunidad autónoma. Por motivos equivalentes se incluye también el Diploma de Extensión Universitaria en Microsistemas e Instrumentación Inteligente, al que podría ubicarse más bien dentro del campo de la electrónica que de las TIC.

Solo se han detectado dos cursos más que puedan incluirse en esta categoría. Uno es el impartido por ITAINNOVA sobre Arduino y el segundo, sobre IoT Solutions, procede de una empresa especializada en IoT, Libelium, La temática de este último es muy distinta de los anteriores, ya que no trata de los dispositivos a bajo nivel, sino de soluciones integrales basadas en el IoT.

La siguiente categoría agrupa dos tecnologías, el big data y la IA, que están estrechamente relacionadas y que son de máxima actualidad. Se observa que solo las entidades públicas, Universidad de Zaragoza, CAT e ITAINNOVA imparten titulaciones y cursos referidos a estas materias. En la primera el Máster Universitario en Modelización e Investigación Matemática, Estadística y Computación, aunque su contenido abarca áreas diversas, puede considerarse un título que incluye parte de los contenidos necesarios para la formación de los científicos de datos, con asignaturas como la introducción a la minería de datos.

La segunda titulación impartida en la Universidad de Zaragoza es el Master Propio en Big Data que, como se dijo, se oferta por primera vez en el curso 2018-19. Es organizado por la EINA, con la colaboración de ITAINNOVA, la Facultad de Ciencias, el Instituto Universitario de Investigación de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI), el Instituto Universitario de Investigación de Matemáticas y Aplicaciones (IUMA), el Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas (DIIS) y el clúster de Empresas de Tecnologías de la Información, Electrónica y Telecomunicaciones de Aragón (TECNARA). Los otros cursos sobre estas materias son los impartidos en el CAT sobre Cloudera, un software basado en Apache Hadoop, una de las principales herramientas de *big data*, y los del ITAINNOVA sobre aprendizaje automático.

También son los organismos públicos los únicos que ofertan formación correspondiente a la categoría de informática gráfica y videojuegos. Dentro de la enseñanza universitaria, la Universidad San Jorge imparte un grado específico sobre esta materia. Es uno de los doce centros españoles donde se imparte este grado, junto a, entre otras, la Universidad Complutense de Madrid,

Universidad Rey Juan Carlos, Politécnica de Cataluña, Pompeu Fabra, Universidad de Gerona o Universidad Jaume I, de Valencia. Fuera de este ámbito, ITAINNOVA he desarrollado cursos sobre modelado y animación 3D, incluyendo cursos específicos de Zbrush, una importante herramienta de modelado, así como sobre aplicaciones de la realidad virtual para el diseño y la formación. Por su parte el CAT ofrece cursos sobre Unity, un motor de videojuegos, y sobre impresión 3D.

En las otras tres categorías que se han definido la oferta de cursos procede, por el contrario, de los centros de formación para el empleo, de las empresas de *elearning* y de las empresas. Así se desarrolla en los cursos de formación para el empleo y en la oferta de las empresas de *elearning*, la formación relacionada con los documentos electrónicos —gestión documental, firma electrónica, archivo digital, etc.—, la relativa al diseño y desarrollo de páginas web —incluyendo la usabilidad— y la dedicada a las redes sociales. Otro tanto ocurre con la formación en materia de seguridad informática y protección de datos. La excepción son algunos cursos ofertados por ITAINNOVA, que tratan de aspectos bastante específicos e innovadores dentro de estas categorías, como son el *blockchain* o el hacking ético. También cabe destacar que algunas pequeñas empresas altamente especializadas, como por ejemplo Semmantica o Torres Burriel Estudio, incluyen la formación entre sus servicios, sin limitarse además al mercado de Aragón, ya que se proyectan a otras áreas, especialmente Madrid y Barcelona.

A la vista de estos datos, cabe considerar que las empresas y la formación para empleo se centran en las tecnologías más implantadas, que gozan ya de una amplia aceptación y son utilizadas frecuentemente, mientras que los centros oficiales ofertan formación sobre aquellas que resultan más novedosas y son utilizadas por un número más reducido de usuarios y empresas. En este sentido, las entidades públicas estarían actuando como elemento tractor para la introducción de las tecnologías más avanzadas en el sector TIC de nuestra comunidad autónoma.

### 1.3.3 Aplicaciones

La tercera clase que se ha definido a la hora de analizar los contenidos del sistema de formación TIC de Aragón es la dedicada a las aplicaciones. Como ya se dijo, esta podría extenderse hasta un porcentaje importante del conjunto de la formación en todas las materias, ya que la digitalización hace que las TIC estén presentes en casi todas las actividades y que, por tanto, formen parte también de los programas formativos que capacitan para las mismas. Por ello, se ha limitado este bloque a algunas categorías en las que la aplicación de las TIC es muy intensiva, hasta el punto de constituir un elemento definitorio de la actividad, como es el caso, por ejemplo, del comercio electrónico.

Todos los agentes del sistema de formación TIC, menos la FP, ofertan cursos sobre comercio electrónico o sobre alguna de las tecnologías y herramientas vinculadas al mismo. En la Universidad de Zaragoza, el Master en Administración Electrónica de Empresas (MeBA) es un título propio que en el curso 2018-19 alcanzará su 15ª edición. Pese a su nombre, los contenidos del título tratan fundamentalmente sobre comercio electrónico y dentro de este se hace especial hincapié en el marketing en Internet. La empleabilidad es muy elevada y, por ejemplo, alumnos egresados del Master han creado una de las empresas líder dentro del posicionamiento en buscadores (SEO) en nuestro país.

Dentro de la oferta de las empresas de *elearning* se incluyen estas mismas materias, comercio electrónico y marketing en Internet, y también en el Plan de Formación para el Empleo se contemplan cursos de marketing y SEO. Además, dentro del Plan se incluyen cursos sobre herramientas TIC que son utilizadas por las empresas en general y no solo por las que realizan comercio electrónico, como el CRM (*Customer Relationship Management*), que son aplicaciones utilizadas para gestionar las relaciones con los clientes. Otra aplicación básica para cualquier empresa es el sistema integrado de gestión o ERP (*Enterprise Resource Planning*). ITAINNOVA imparte cursos sobre estas herramientas, con la peculiaridad de que se refiere a las de código abierto, cuya implantación en el mercado es mucho menor que la de las comerciales.

En este punto hay que tener en cuenta que diferentes empresas de Aragón comercializan sus propios ERP y que ofrecen formación sobre los mismos a sus clientes.

La segunda categoría que se ha definido es el *elearning*. En el nivel universitario, la Universidad de Zaragoza oferta por primera vez en el curso 2018-19 el Máster Propio en Competencias Digitales del Profesorado, que puede seguirse en forma totalmente online y en modo semipresencial. Otro curso de esta categoría se imparte dentro de la formación para el empleo con un contenido mucho más concreto, ya que trata sobre SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) que es un conjunto de estándares y especificaciones para crear objetos pedagógicos estructurados.

Por último, se define una categoría referida a los sistemas de información geográfica (GIS) en la que se incluye una tecnología de más reciente aparición, como son los drones. Únicamente se imparte formación específica sobre estas aplicaciones dentro de la formación para el empleo, en la que se encuadra en la familia formativa relacionada con la informática y las comunicaciones. Sin embargo, los perfiles profesionales que demandan estos cursos suelen ser, entre otros, ingenieros agrónomos, geólogos, biólogos, veterinarios medioambientalistas, guías turísticos y de montaña, por lo que no se dirigen a la formación de profesionales TIC. En la Universidad de Zaragoza se imparte el Máster Universitario en Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio: Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, organizado por la Facultad de Filosofía y Letras, cuyo Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza tiene una larga tradición en el uso de los sistemas de información geográfica (GIS).



A large teal 3D block graphic is positioned on the left side of the page, extending towards the center. The block has a top surface, a front face, and a side face, creating a sense of depth. The text is centered on the front face of this block.

## 2 Necesidades y recursos



## 2.1 Habilidades informáticas de la población

### 2.1.1 *Habilidades relacionadas con la informática*

#### **POBLACIÓN EN GENERAL**

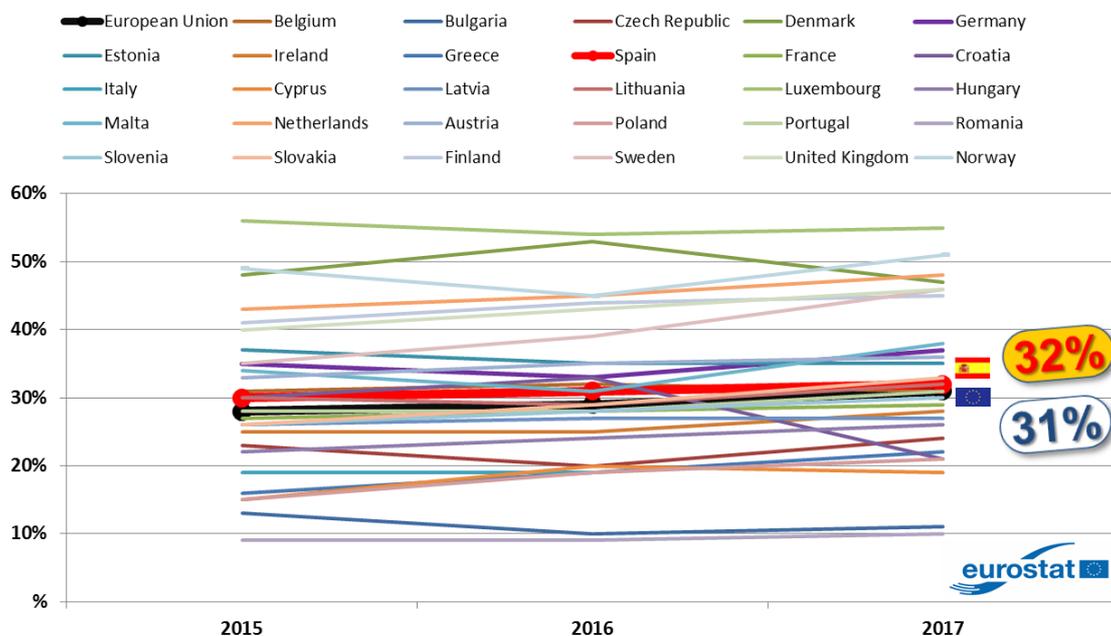
A la hora de valorar las necesidades que debe cubrir el sistema de formación TIC de Aragón es interesante conocer cuál es el nivel de conocimiento o de habilidades informáticas que presenta la sociedad aragonesa. Podemos abordar esta cuestión desde una perspectiva europea porque la oficina de estadística de la Comisión Europea realiza el seguimiento de la economía digital y la sociedad de la información (Eurostat, 2018). Dentro de este seguimiento se miden las habilidades digitales de los individuos con edades comprendidas entre los 16 y los 74 años. Como resultado se les clasifica en grupos con habilidades inexistentes, bajas, básicas o superiores.

La medición se realiza mediante indicadores compuestos, que se basan en la capacidad del encuestado para llevar a cabo actividades relacionadas con el uso de Internet o de software, suponiendo que los individuos que han realizado ciertas actividades tienen las habilidades correspondientes. Los indicadores pueden considerarse, por tanto, como una aproximación de las competencias y habilidades digitales. En concreto, Eurostat analiza 6 habilidades informáticas, referidas a cuatro áreas específicas (información, comunicación, resolución de problemas, habilidades de software):

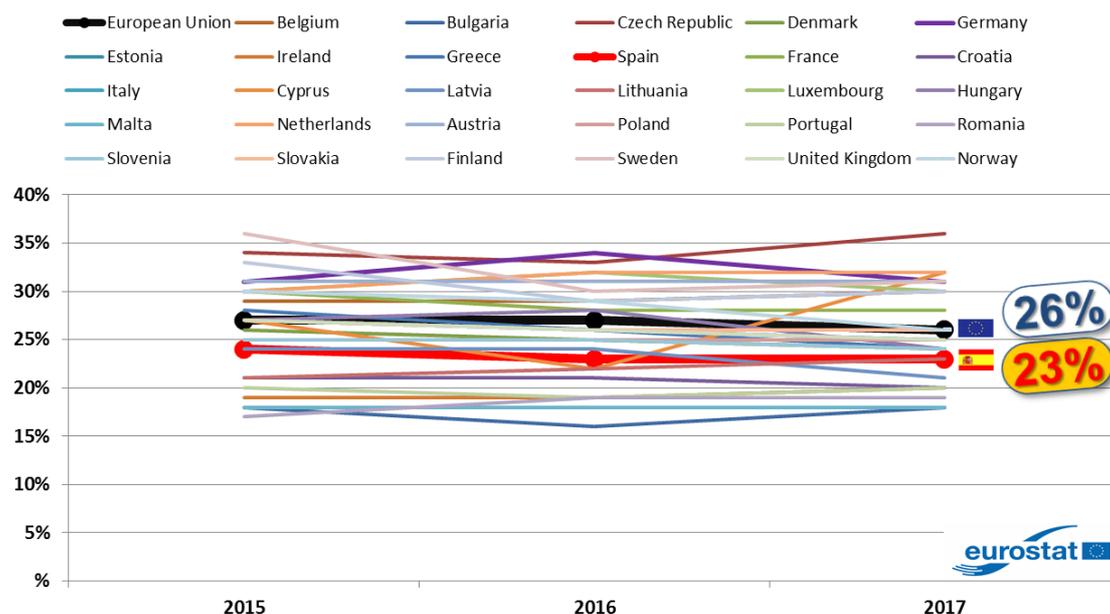
- si los individuos han sido capaces de copiar o mover un fichero o carpeta,
- si han usado herramientas de copiar o cortar y pegar para duplicar o mover información en la pantalla,
- si han utilizado fórmulas aritméticas básicas para sumar, restar, multiplicar o dividir en una hoja de cálculo,
- si han comprimido archivos,
- si han escrito un programa informático usando un lenguaje de programación especializado,
- si han conectado e instalado nuevos dispositivos, por ejemplo, una impresora o un módem.

Algunas de las cuestiones anteriores se han preguntado anualmente hasta el año 2017, mientras que otras solo se plantearon en los primeros años e incluso alguna únicamente en el año 2011.

La gráfica 5 muestra el porcentaje de individuos que tienen habilidades digitales superiores en cada uno de los países de la Unión Europea y Noruega. En España es el 32% mientras que el promedio de la Unión Europea es el 31%. Los países cuyos ciudadanos presentan habilidades digitales más avanzadas son Luxemburgo, con el 55%, Noruega con el 51% —aunque no pertenece a la Unión Europea—, Holanda con el 48%, Dinamarca con el 47% y Suecia e Inglaterra con el 46%. Es decir, en estos países prácticamente la mitad de la población dispone de un buen nivel tecnológico y son capaces de resolver problemas informáticos habituales. En España, y como promedio en la Unión Europea, el porcentaje es más bajo y son algo menos de la tercera parte los individuos que tienen un nivel superior de habilidades informáticas. En las últimas posiciones se encuentran países como Rumanía, con el 10%, o Bulgaria, con el 11%.



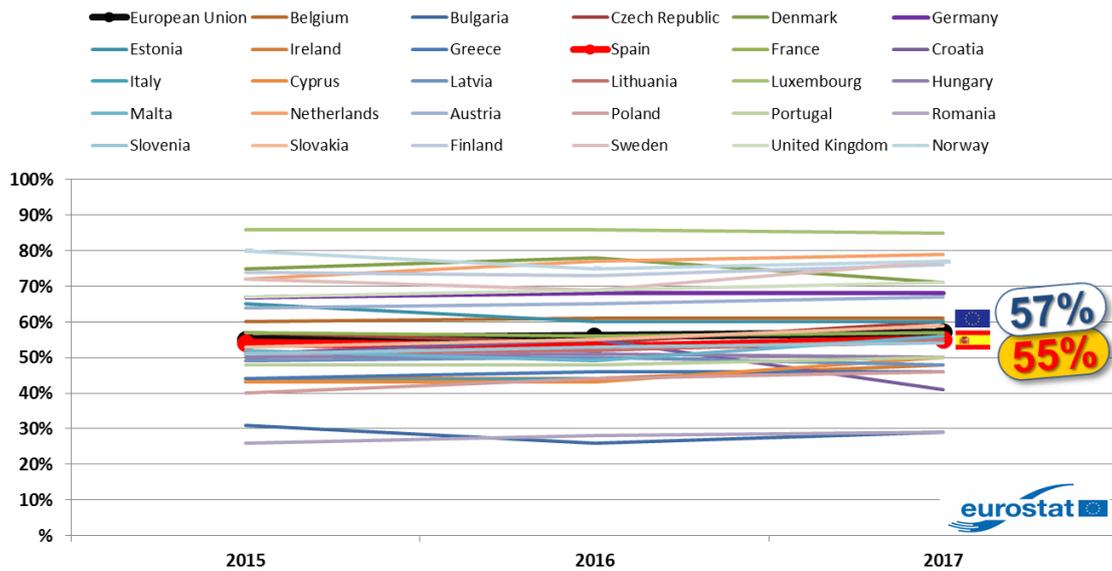
**Gráfica 5.-** Porcentaje de individuos que tienen habilidades digitales superiores. (Fuente: Eurostat, 2018)



**Gráfica 6.-** Porcentaje de individuos que tienen habilidades digitales básicas. (Fuente: Eurostat, 2018)

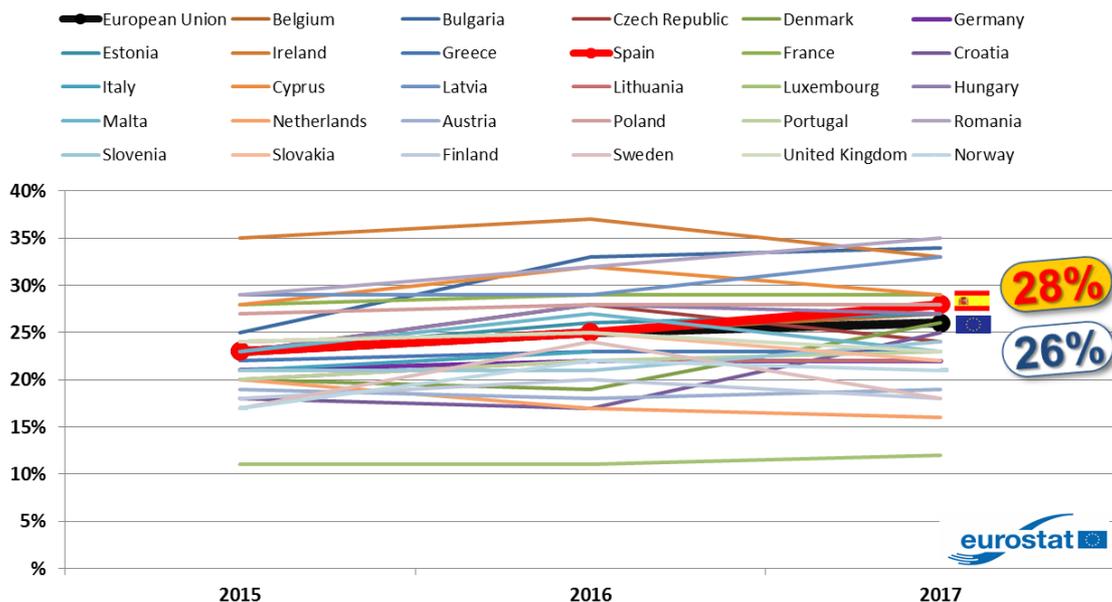
La gráfica 6 muestra el porcentaje de individuos que tienen habilidades digitales básicas en cada uno de los países de la UE y Noruega. De nuevo España se sitúa cerca de la media de la UE, aunque en esta ocasión ligeramente por debajo, ya que tiene un 23% de personas con habilidades básicas frente al 26% del promedio UE.

En la gráfica 7, se presentan de forma agregada el porcentaje de individuos que tienen habilidades digitales básicas y de los que las tienen superiores. España queda cerca de la media de la UE, que es del 57%, con un 55%. Según estos datos poco más de un habitante de cada dos tiene habilidades digitales básicas o superiores. Es una situación que dista mucho de la de otros países de la UE que tienen un porcentaje muy superior de ciudadanos con habilidades digitales. En cabeza se sitúa Luxemburgo, con el 85% de la población; seguido de Holanda, con el 79% y Suecia o Noruega con el 77%. En estos últimos, tres de cada cuatro habitantes tienen habilidades digitales. En el otro extremo, en Rumanía y Bulgaria no llegan a uno de cada tres los habitantes que tienen habilidades digitales.

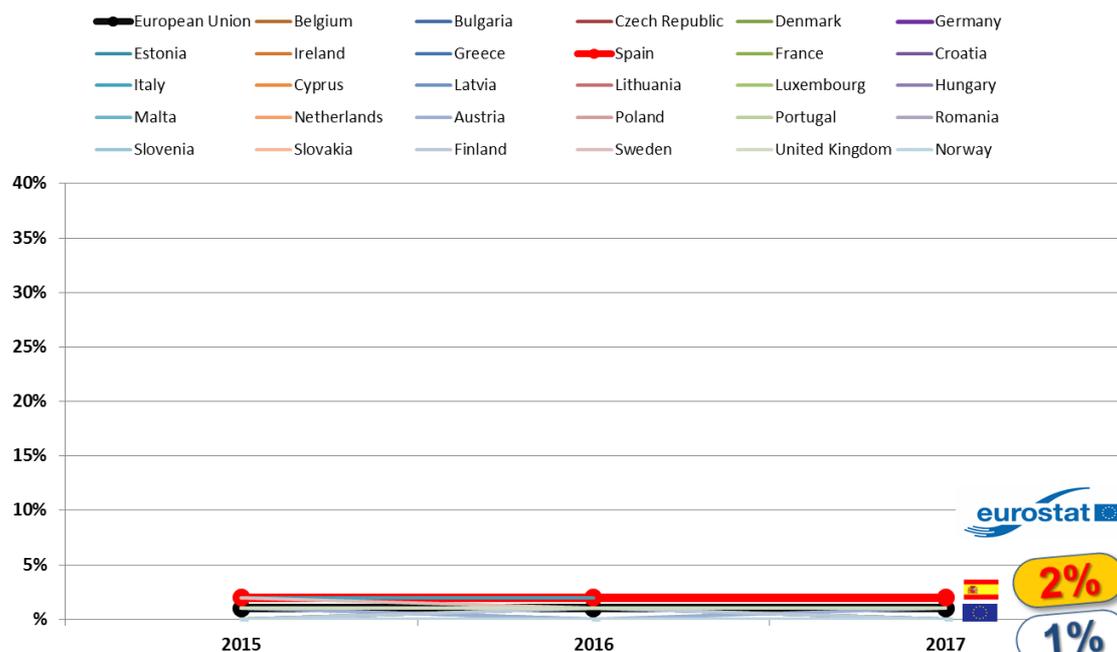


**Gráfica 7.-** Porcentaje de individuos que tienen habilidades digitales básicas o superiores. (Fuente: Eurostat, 2018)

La gráfica 8 muestra el porcentaje de individuos que tienen habilidades digitales bajas en cada uno de los países de la UE y Noruega. España, con el 28%, se sitúa ligeramente por encima del promedio de la UE, que es el 26%. Coherentemente con lo visto hasta ahora, los países donde hay mayor porcentaje de individuos con habilidades básicas son Rumanía, 35%, y Bulgaria, 34%.



**Gráfica 8.-** Porcentaje de individuos que tienen habilidades digitales bajas. (Fuente: Eurostat, 2018)

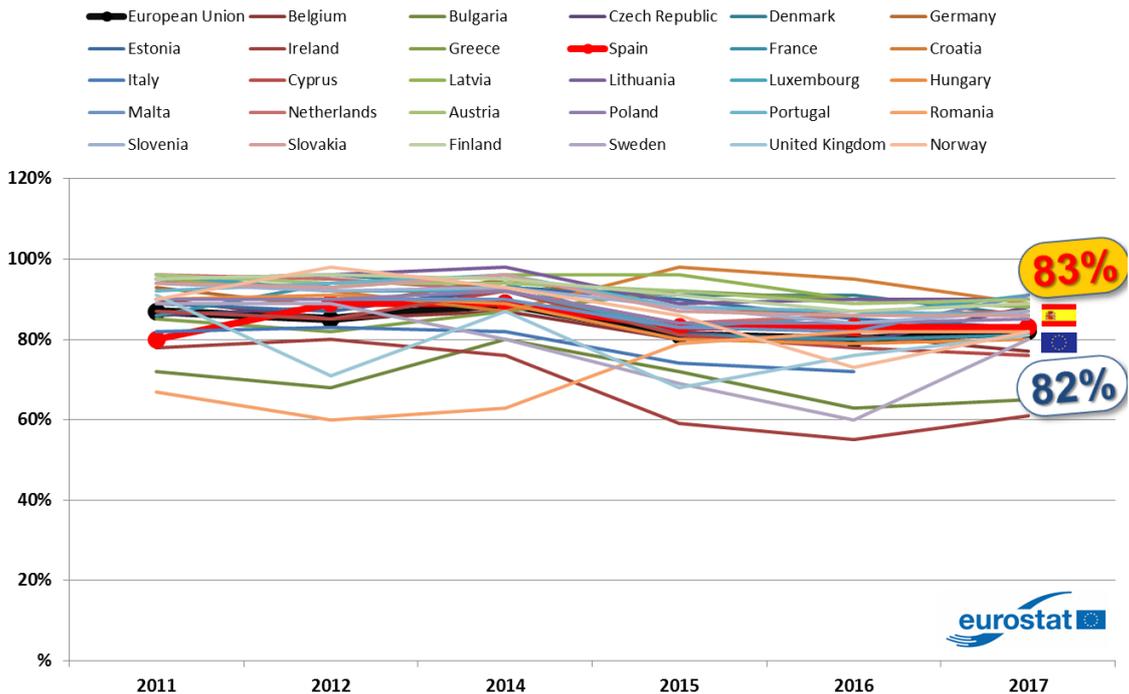


**Gráfica 9.-** Porcentaje de individuos que no tienen habilidades digitales. (Fuente: Eurostat, 2018)

Finalmente, la figura 9 muestra el porcentaje de individuos que no tienen habilidades digitales. Son porcentajes muy bajos, con un valor del 2% en España, mientras que el promedio de la UE es del 1%.

## JÓVENES

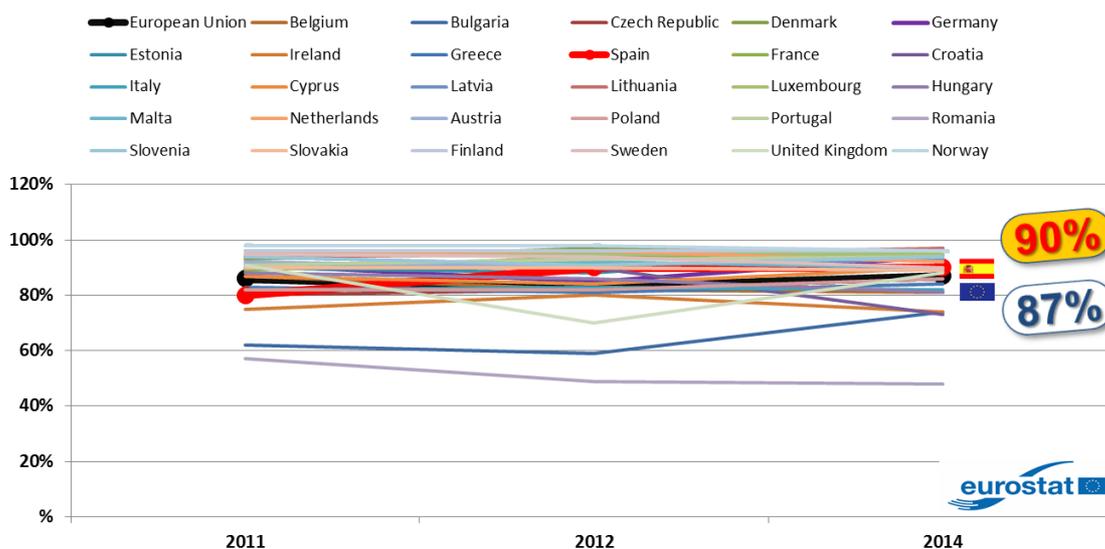
Dado que el objetivo del estudio es analizar las necesidades que se plantean al sistema de formación TIC de Aragón y también el contexto en el que este desarrolla su actividad, se considera de especial interés conocer cuáles son los conocimientos informáticos de la población más joven. Para ello se expondrán a continuación los resultados obtenidos en el tramo de edad de 16 a 29 años, para los seis indicadores que se han mencionado anteriormente. La gráfica 10 muestra el primero de ellos, que son las personas que han copiado o movido un fichero o carpeta, porcentaje que en la media de la UE es del 82%, y que en España se supera por un punto. Estos valores se han mantenido estables desde 2011. Algunos países alcanzan el 91%, como es el caso de Luxemburgo o Malta o el 90% como Lituania, Grecia o Austria.



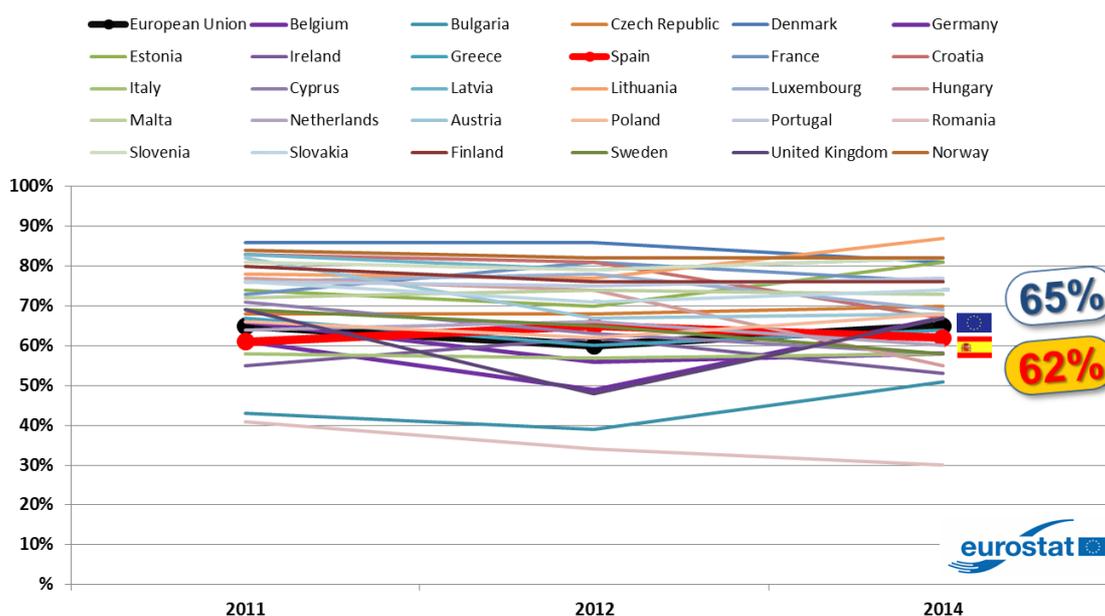
**Gráfica 10.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han copiado o movido un fichero o carpeta. (Fuente: Eurostat, 2018)

La gráfica 11 muestra el porcentaje de jóvenes que han usado herramientas de copiar o cortar y pegar para duplicar o mover información en la pantalla. En la UE el promedio es del 87%, porcentaje inferior en tres puntos al 90% que se alcanza en España. Este porcentaje, al igual que ocurría con los del indicador anterior, se ha mantenido estable desde 2011. El porcentaje más alto lo alcanzan Estonia y Lituania que, con el 97%, rozan el total de la población en ese tramo de edad. Muy alejada de esos valores cierra la tabla Rumanía, que con un 48%, no llegan a la mitad de los jóvenes entre 16 y 29 años los que han copiado y pegado en pantalla.

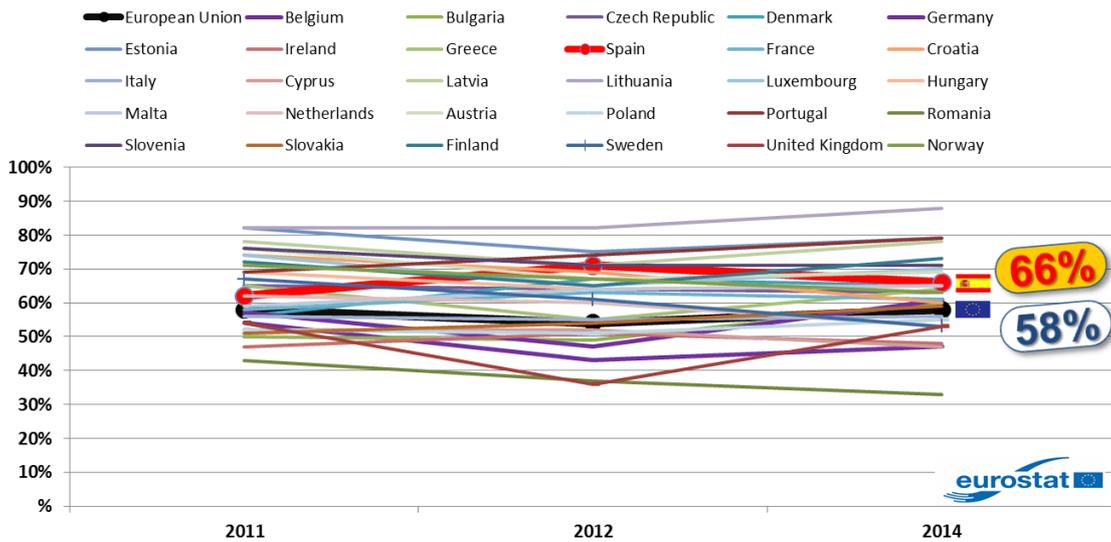
Por su parte, en la figura 12 puede verse el porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han utilizado fórmulas aritméticas básicas para sumar, restar, multiplicar o dividir en una hoja de cálculo. Se trata de un uso más avanzado y el promedio de la UE es del 65%. España queda por debajo, con el 62%. Lituania alcanza el 87%, seguida de Noruega, Eslovenia y Letonia con el 82%. Rumanía apenas alcanza un 30%.



**Gráfica 11.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han usado herramientas de copiar o cortar y pegar para duplicar o mover información en la pantalla. (Fuente: Eurostat, 2018)



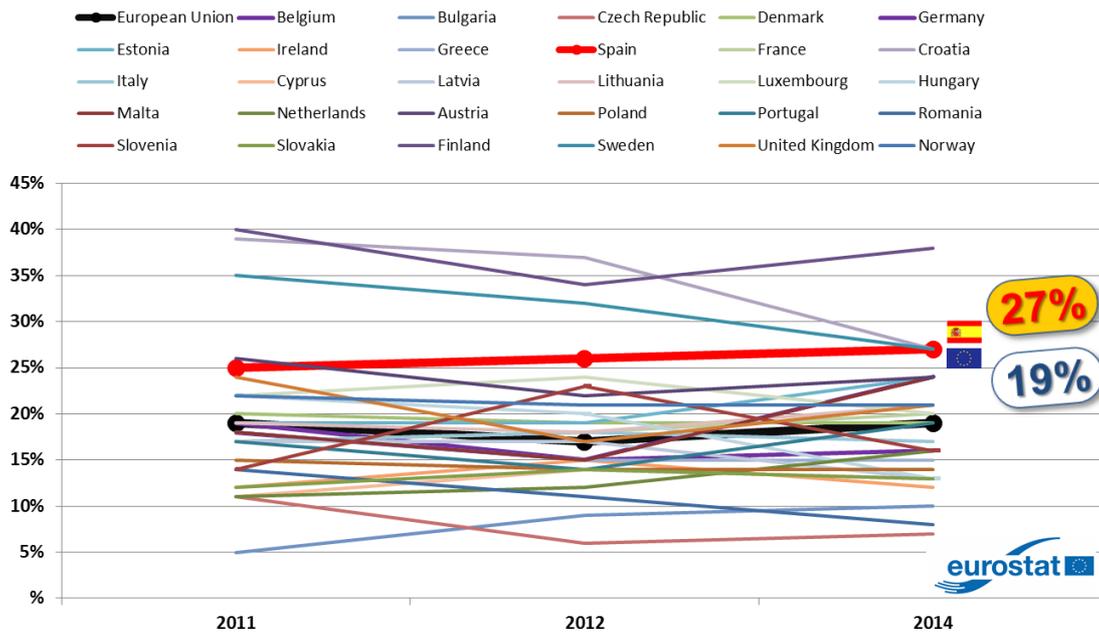
**Gráfica 12.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han utilizado fórmulas aritméticas básicas para sumar, restar, multiplicar o dividir en una hoja de cálculo. (Fuente: Eurostat, 2018)



**Gráfica 13.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han comprimido archivos. (Fuente: Eurostat, 2018)

La gráfica 13 muestra el porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han comprimido archivos. El promedio de la UE alcanza el 58%, superado esta vez de forma más amplia que en los indicadores anteriores, por el 66% español. Lituania alcanza el 88%, seguido de Estonia y Portugal con el 79%. En Rumanía el porcentaje es del 33%.

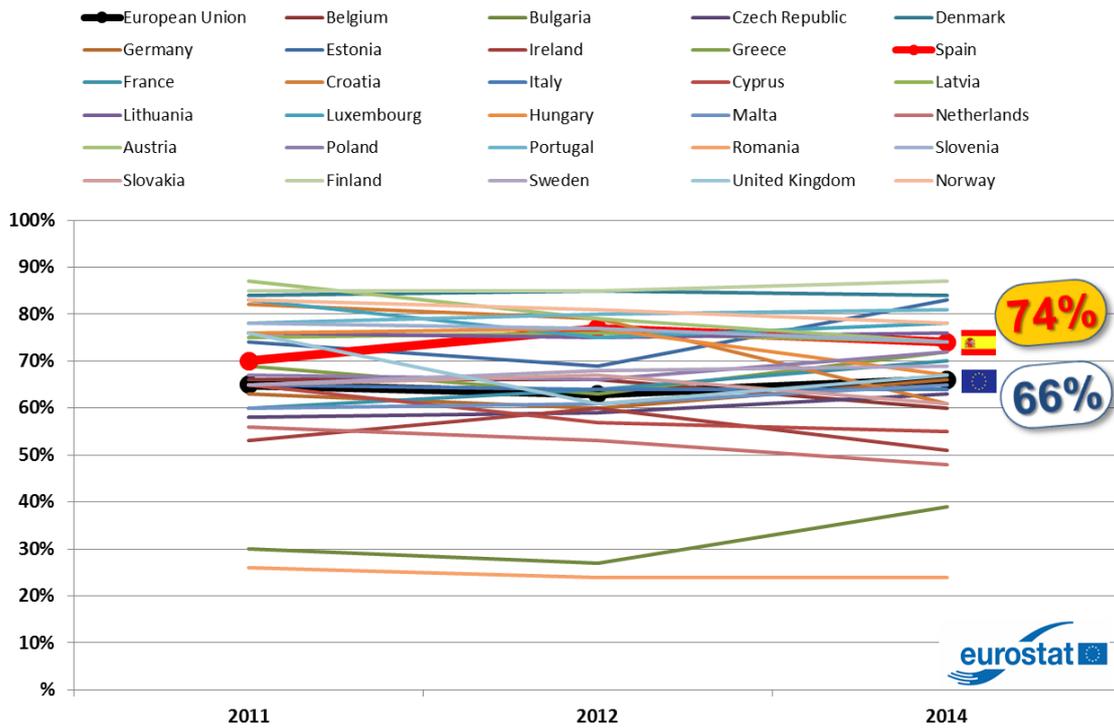
El indicador al que se refiere la gráfica 14 trata de un uso que exige bastante más conocimiento que los vistos hasta aquí, ya que refleja el porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han escrito un programa informático usando un lenguaje de programación especializado. Finlandia con un 38% encabeza el ranking en solitario y a bastante distancia de los siguientes países, un grupo formado por España, Croacia y Suecia, y que coinciden en el 27%. Este valor supera en ocho puntos porcentuales al promedio de la UE, que es del 19%. Países como Francia, Reino Unido y Alemania, se sitúan en torno a este valor, con un 21%, 20% y 19%, respectivamente. Los países que cierran el ranking son la República Checa con el 7% y Rumanía con el 8%.



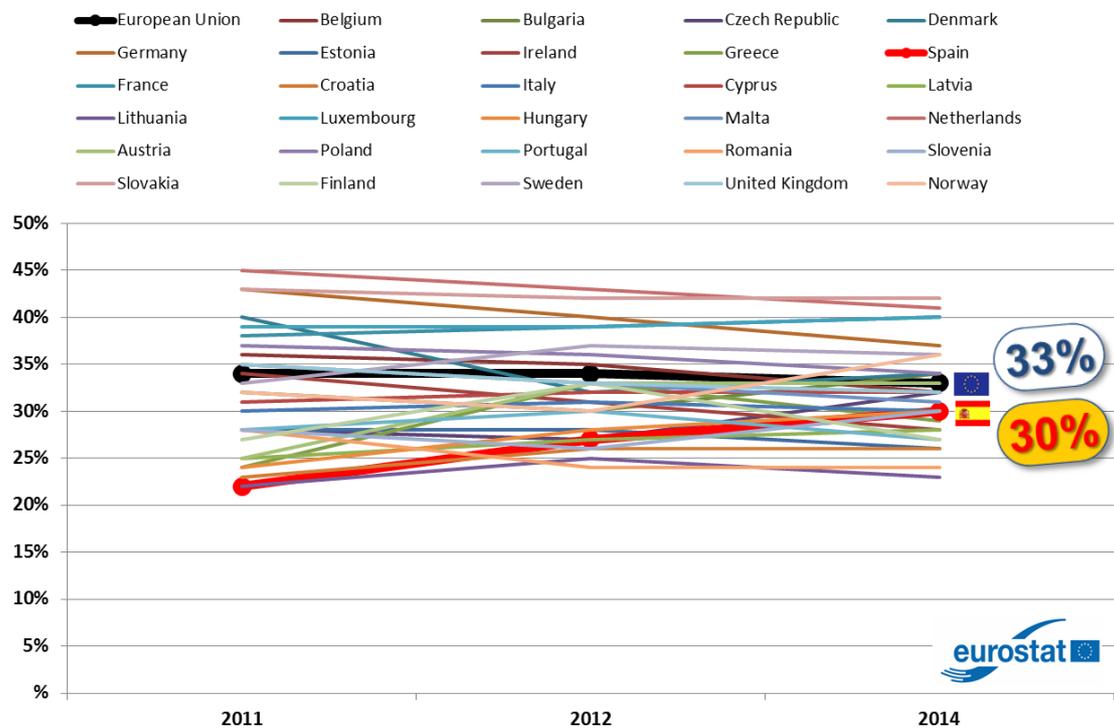
**Gráfica 14.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han escrito un programa informático usando un lenguaje de programación especializado. (Fuente: Eurostat, 2018)

En la gráfica 15 se muestra el porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han conectado e instalado nuevos dispositivos, normalmente periféricos de un ordenador como, por ejemplo, una impresora o un módem. De nuevo el promedio español, que es del 74%, se sitúa por encima del de la UE, la cual tiene un promedio del 66%. Destacan países como Finlandia con el 87% o Dinamarca con el 84%, mientras que en el extremo opuesto del ranking se sitúan Rumanía con el 24% y Bulgaria con el 39%.

En la gráfica 16 puede verse el porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han llevado a cabo tres o cuatro de las seis actividades relacionadas con la informática que se contemplan en la encuesta. España, con un 30% se encuentra ligeramente por debajo del promedio europeo, que es del 33%. Destacan Eslovaquia con el 42%, Holanda con el 41% y Francia con el 40%. En la parte más baja de la tabla se encuentra Rumanía con el 24%.



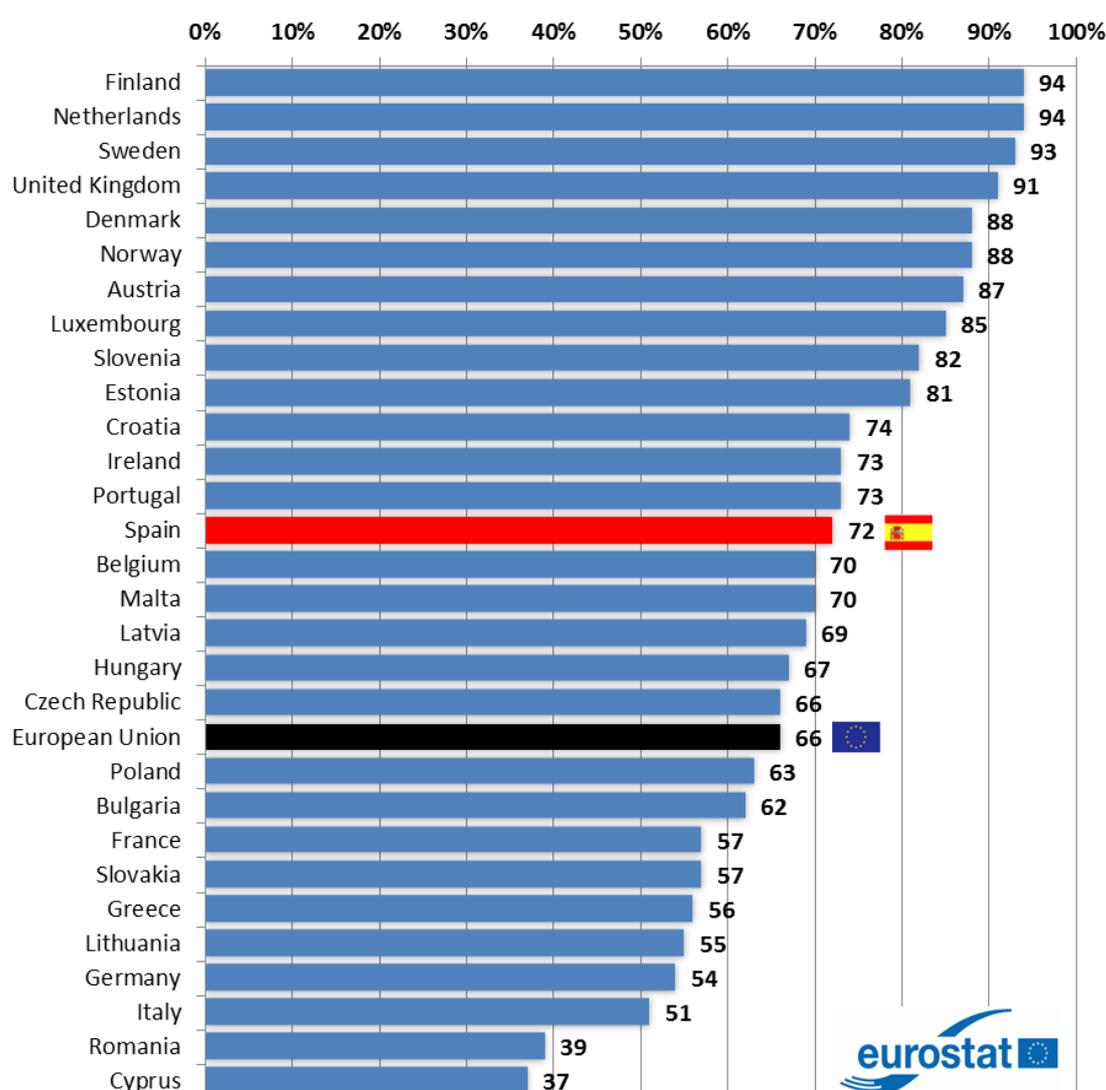
**Gráfica 15.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han conectado e instalado nuevos dispositivos, por ejemplo, una impresora o un módem. (Fuente: Eurostat, 2018)



**Gráfica 16.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han llevado a cabo tres o cuatro de las seis actividades relacionadas con la informática. (Fuente: Eurostat, 2018)

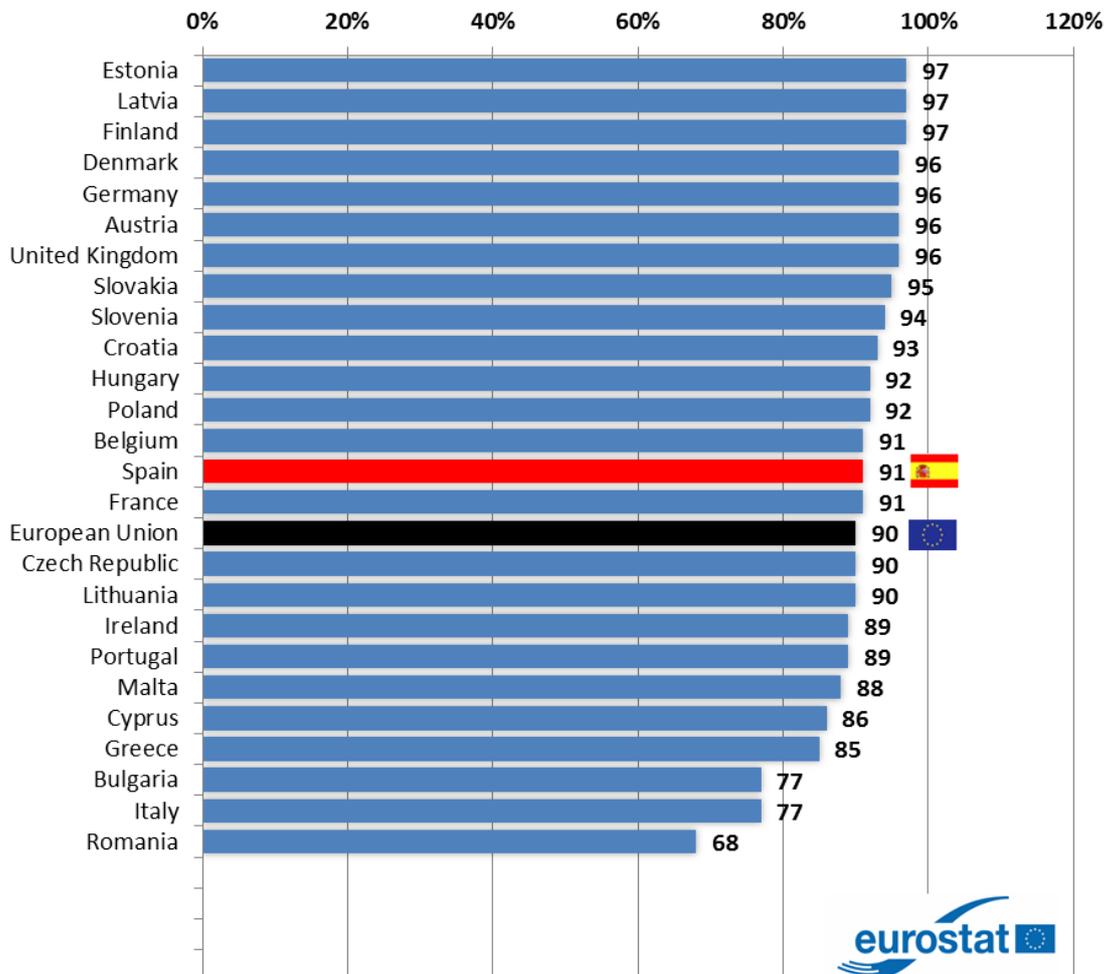
## 2.1.2 Opiniones de los individuos

Los datos de Eurostat también abarcan las opiniones de los individuos sobre sus habilidades informáticas, aunque los datos corresponden a 2011. Como en el apartado anterior, tendremos en cuenta a los jóvenes de edades comprendidas entre 16 y 29 años. La gráfica 17 muestra el porcentaje de los que opinan que sus habilidades actuales son suficientes si buscan un trabajo o cambian de trabajo en un año. España, con el 72%, supera el promedio europeo, que es el 66%. En cabeza están Finlandia y Holanda con el 94% y cierra la tabla Rumanía con el 39%.



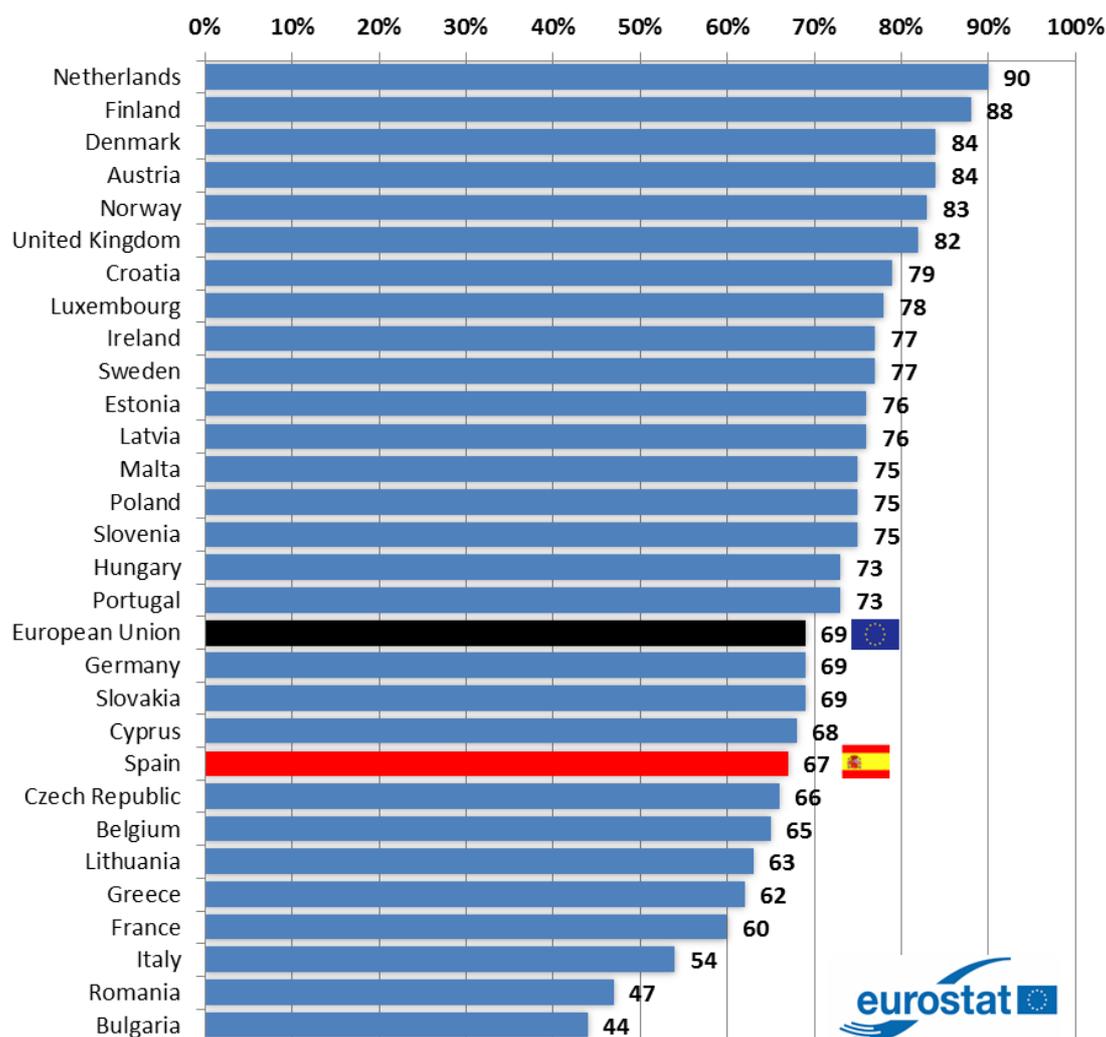
**Gráfica 17.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que opinan que sus habilidades informáticas o de Internet actuales son suficientes si buscan un trabajo o cambian de trabajo en un año. (Fuente: Eurostat, 2018)

En la gráfica 18 puede verse el porcentaje de individuos de 16 a 29 años que opinan que sus habilidades TIC son suficientes para comunicarse con familiares, amigos y colegas a través de Internet. Como era de esperar los porcentajes son bastante más elevados que en la pregunta anterior. España, con un 91%, supera ligeramente el promedio europeo, que es el 90%. Se sitúan en cabeza Estonia, Letonia y Finlandia, con un 97%, mientras que en la zona baja de la tabla se sitúa Rumanía con el 68%, seguida de Bulgaria y de Italia con un 77%, país este último que también aparecía en una de las últimas posiciones en la pregunta anterior



**Gráfica 18.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que opinan que sus habilidades TIC son suficientes para comunicarse con familiares, amigos y colegas a través de Internet. (Fuente: Eurostat, 2018)

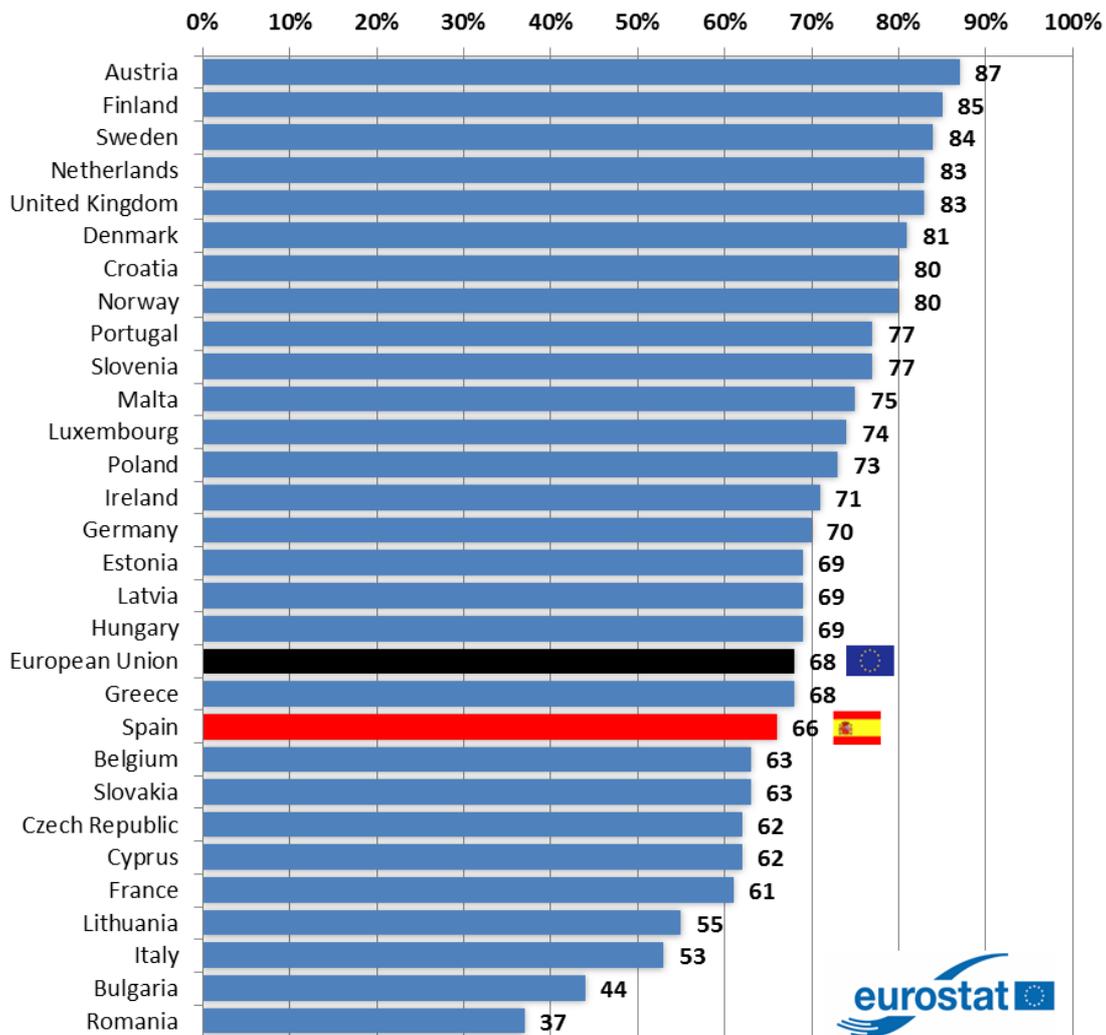
La gráfica 19 muestra el porcentaje de individuos entre 16 y 29 años que opinan que sus habilidades TIC son suficientes para proteger sus datos personales. El promedio europeo se sitúa en el 69%, algo por encima del dato obtenido en España que es el 67%. En las primeras posiciones se sitúan Holanda con un 90%, Finlandia con un 88% y Dinamarca y Austria con un 84%, mientras que de nuevo cierran la tabla Bulgaria, Rumanía e Italia, con porcentajes del 44%, 47% y 54% respectivamente.



**Gráfica 19.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que opinan que sus habilidades TIC son suficientes para proteger sus datos personales. (Fuente: Eurostat, 2018)

La última opinión que se pedía a los individuos de 16 a 29 años era si consideraban que sus habilidades TIC eran suficientes para proteger su ordenador de un virus o similar, con los resultados que puede verse en la gráfica 20. El promedio europeo se sitúa en el 68%, dos puntos por encima del

porcentaje de España, que es el 66%. Austria, Finlandia y Suecia son los países que tienen los porcentajes más elevados, con el 87%, 85% y 84% respectivamente. Los países con porcentajes más bajos son, al igual que en los casos anteriores, Italia con un 53%, Bulgaria con un 44% y Rumanía con un 37%.



**Gráfica 20.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que opinan que sus habilidades TIC son suficientes para proteger su ordenador de un virus o similar. (Fuente: Eurostat, 2018)

Como conclusión de los datos anteriores cabe destacar que las opiniones de los jóvenes españoles sobre sus habilidades informáticas, en los tres aspectos por los que se pregunta, se encuentran cerca de la media de la UE. En algunas de las cuestiones las diferencias entre los países son pequeñas, pero cuando se pregunta por la suficiencia de estas habilidades para la obtención de un

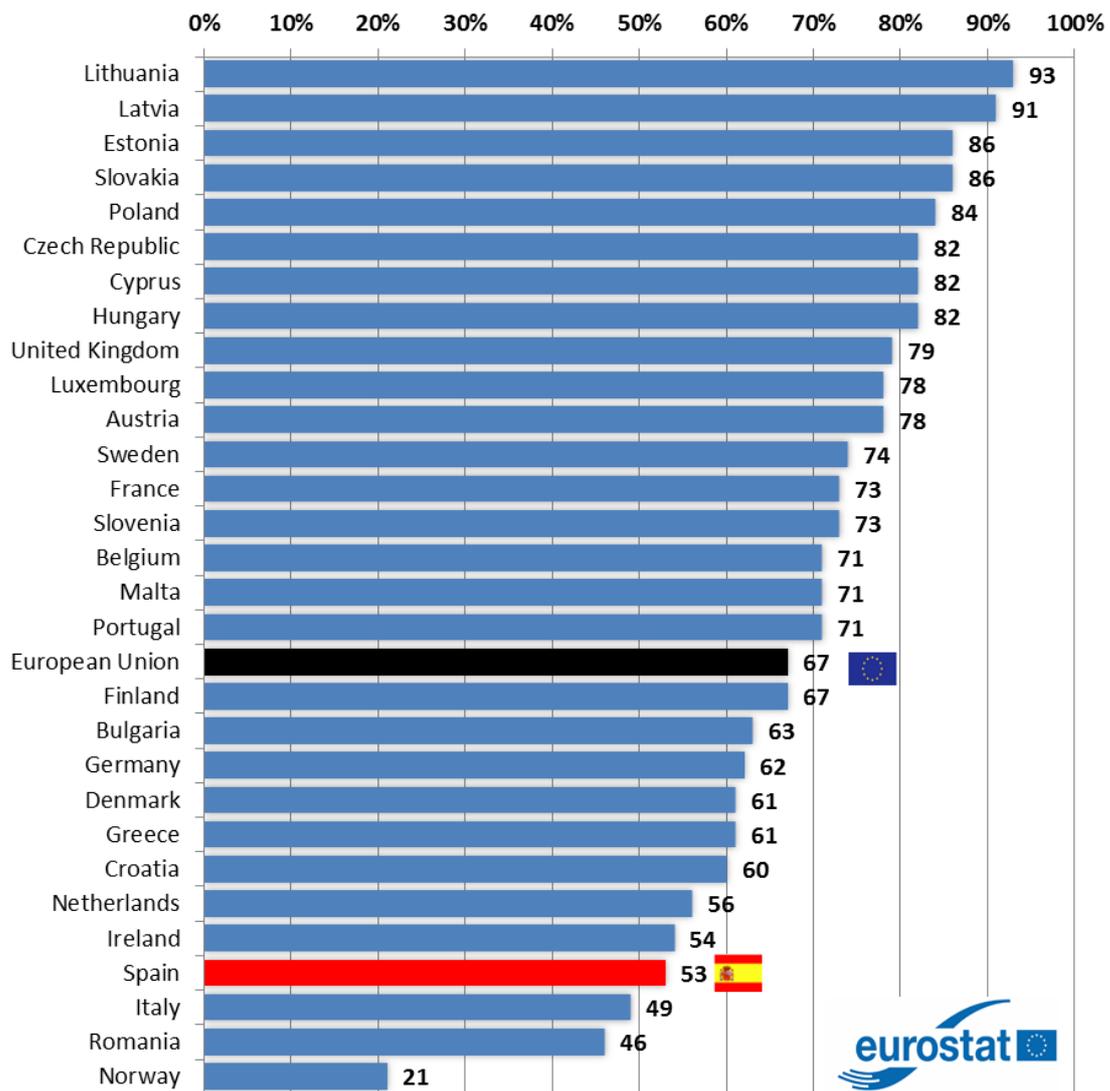
trabajo las respuestas van desde el 94% de Finlandia al 37% de Chipre. En esta cuestión, que podemos considerar especialmente relevante, la opinión de los españoles es bastante mejor que el promedio de la UE con una diferencia de seis puntos porcentuales. En cualquier caso, se trata de percepciones de los individuos que pueden depender de numerosos factores y no corresponderse con el nivel de las habilidades de las que efectivamente se dispone en cada país.

### 2.1.3 *Modos de obtención de las habilidades informáticas*

En un estudio como este, dedicado al sistema de formación TIC de Aragón, tiene especial interés otro de los aspectos sobre las habilidades TIC que se contempla en los datos de Eurostat (2018). Se trata de los medios que los individuos utilizan para obtener las habilidades informáticas de las que disponen. Como en el epígrafe anterior, los datos corresponden al año 2011 y se refieren a individuos con edades comprendidas entre los 16 y los 29 años. En los datos de Eurostat se distinguen cinco medios para la adquisición de conocimientos y habilidades informáticas:

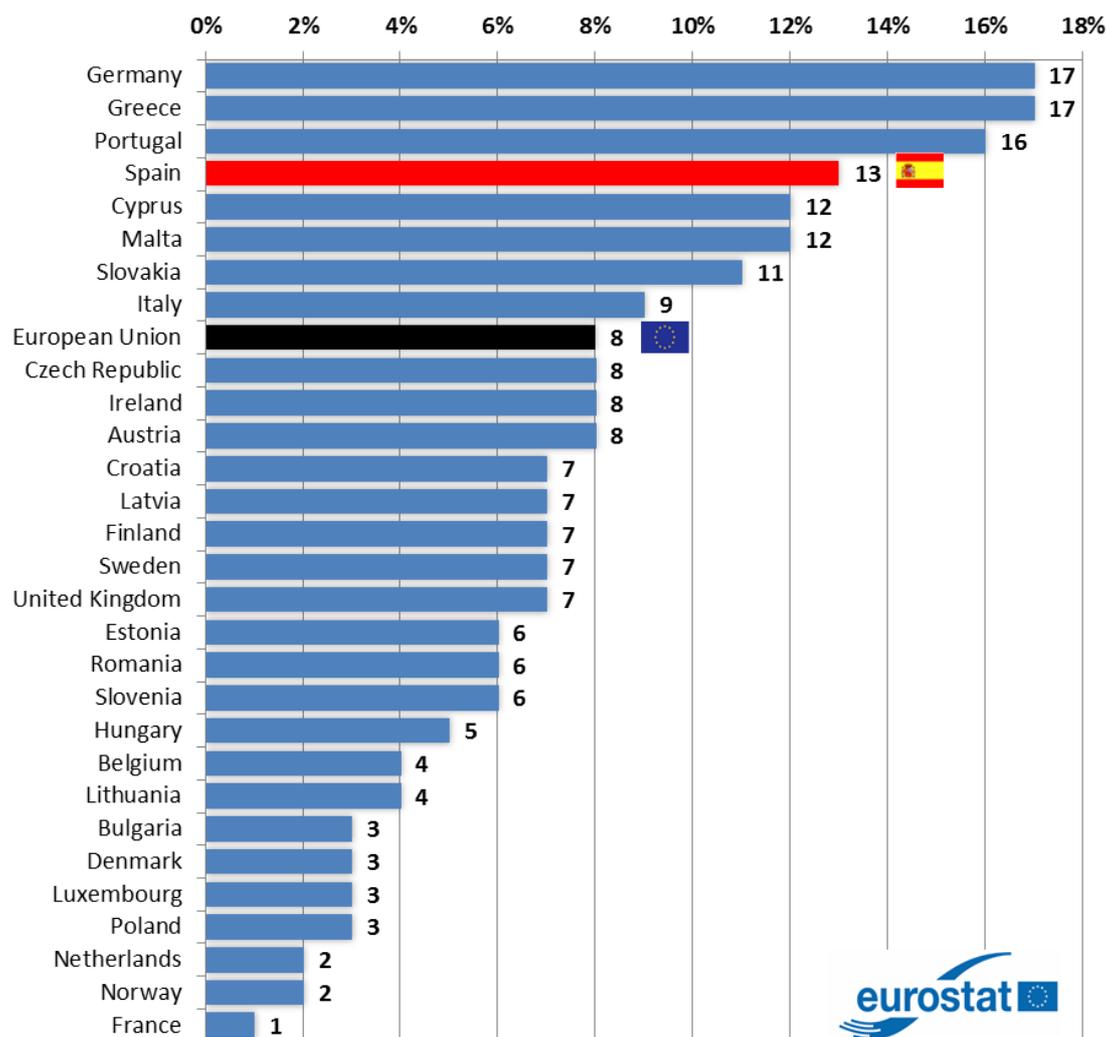
- formación reglada
- asistencia a cursos y centros de formación por iniciativa propia
- asistencia a cursos y centros de formación a petición del empleador
- autoaprendizaje utilizando materiales como libros, CDs y similares
- autoaprendizaje realizando tareas informáticas (autoaprendizaje por la práctica o *learning by doing*)

La gráfica 21 muestra el porcentaje de quienes han obtenido habilidades informáticas a través de formación reglada, en centros de FP, universidad u otros. El promedio de la UE se sitúa en el 67%, mientras que en España es del 53%. Se sitúan en cabeza los países bálticos, países cuyos gobiernos destacan por el impulso a iniciativas tecnológicas de gobierno electrónico y también líderes en formación reglada. Sin embargo, otros países muy desarrollados, como Finlandia, Alemania o Dinamarca, obtienen porcentajes por debajo de la media. Sorprende que la tabla la cierre Noruega, con un 21%.



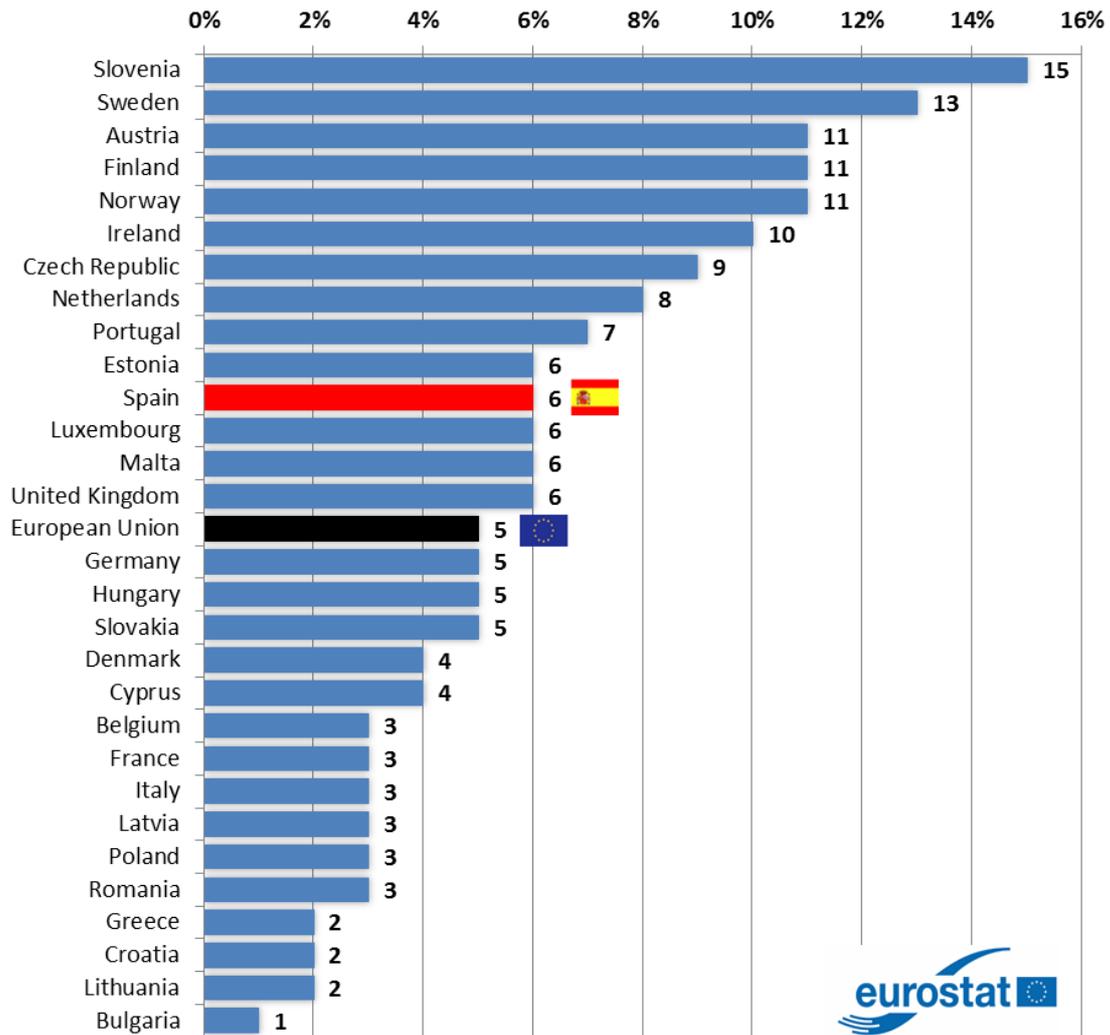
**Gráfica 21.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han obtenido habilidades informáticas a través de una institución educativa formalizada (escuela, instituto, universidad, etc). (Fuente: Eurostat, 2018)

En la gráfica 22 puede verse el porcentaje de individuos que han obtenido habilidades informáticas a través de cursos de formación y centros de educación de adultos, a los que han asistido por propia iniciativa. En todos los países los porcentajes son muy inferiores a los que se daban en la formación reglada. En las primeras posiciones se sitúan Alemania y Grecia con un 17%, seguidos de Portugal con un 16% y de España con un 13%. EL promedio de la Unión Europea se sitúa en el 8%. Cierra la tabla Francia con un 1%, precedida por Noruega y Holanda con un 2%.



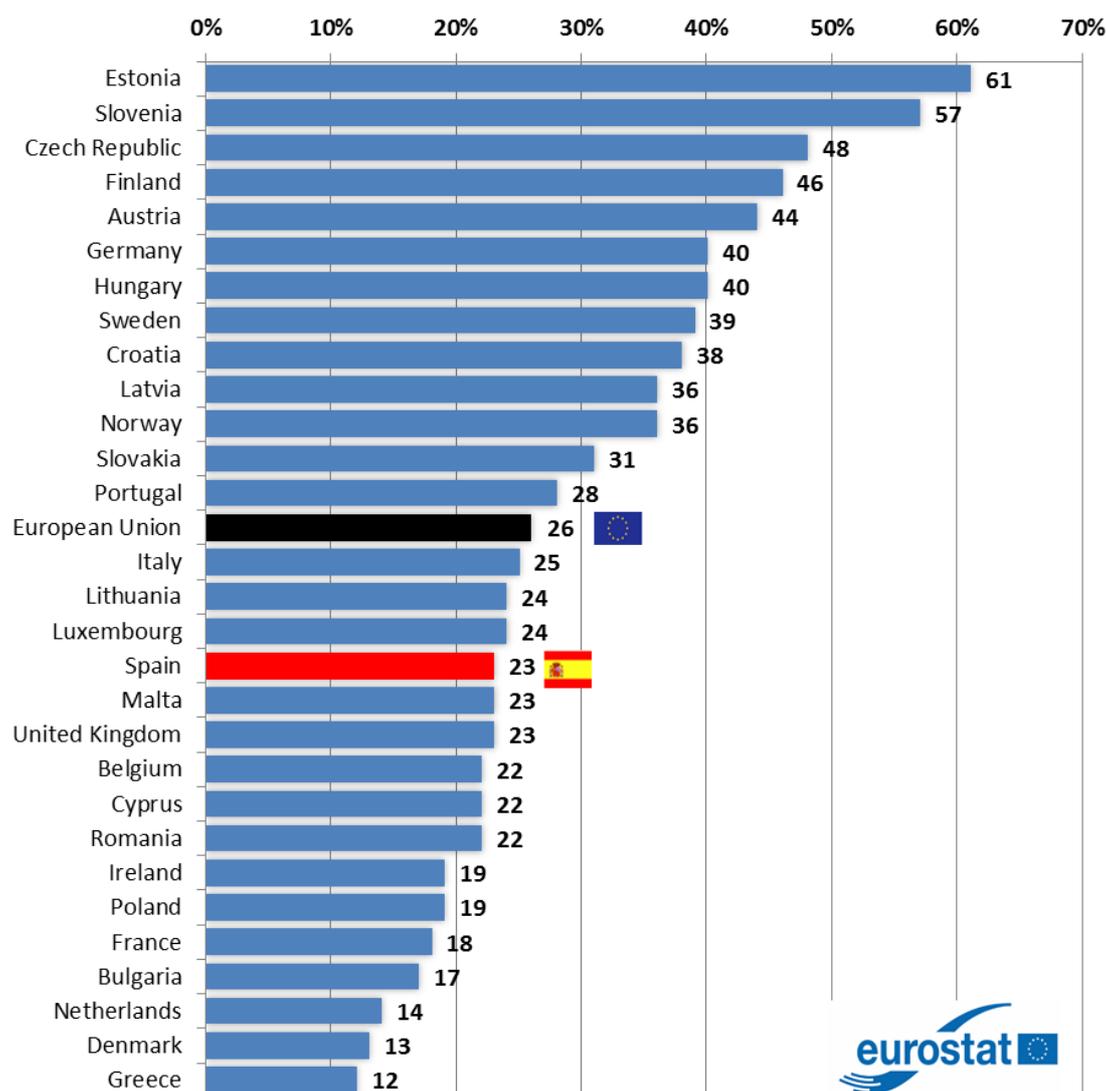
**Gráfica 22.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han obtenido habilidades informáticas a través de cursos de formación y centros de educación de adultos, por propia iniciativa. (Fuente: Eurostat, 2018)

La gráfica 23 muestra el porcentaje quienes han obtenido habilidades informáticas a través de cursos de formación y centros de educación de adultos, a los que han asistido a petición de su empleador. Los porcentajes son muy bajos, al igual que en el caso anterior. El país que se ubica en el primer lugar de la tabla es Eslovenia, con el 15%, seguido de Suecia, con el 13%, y de Austria, Finlandia y Noruega que empatan con un 11%. En España el porcentaje es del 6%, un punto porcentual por encima del promedio europeo que es el 5%. Cierran la tabla Bulgaria con un 1% y Lituania, Croacia y Grecia con un 2%.



**Gráfica 23.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han obtenido habilidades informáticas a través de cursos de formación y centros de educación de adultos, a petición del empleador. (Fuente: Eurostat, 2018)

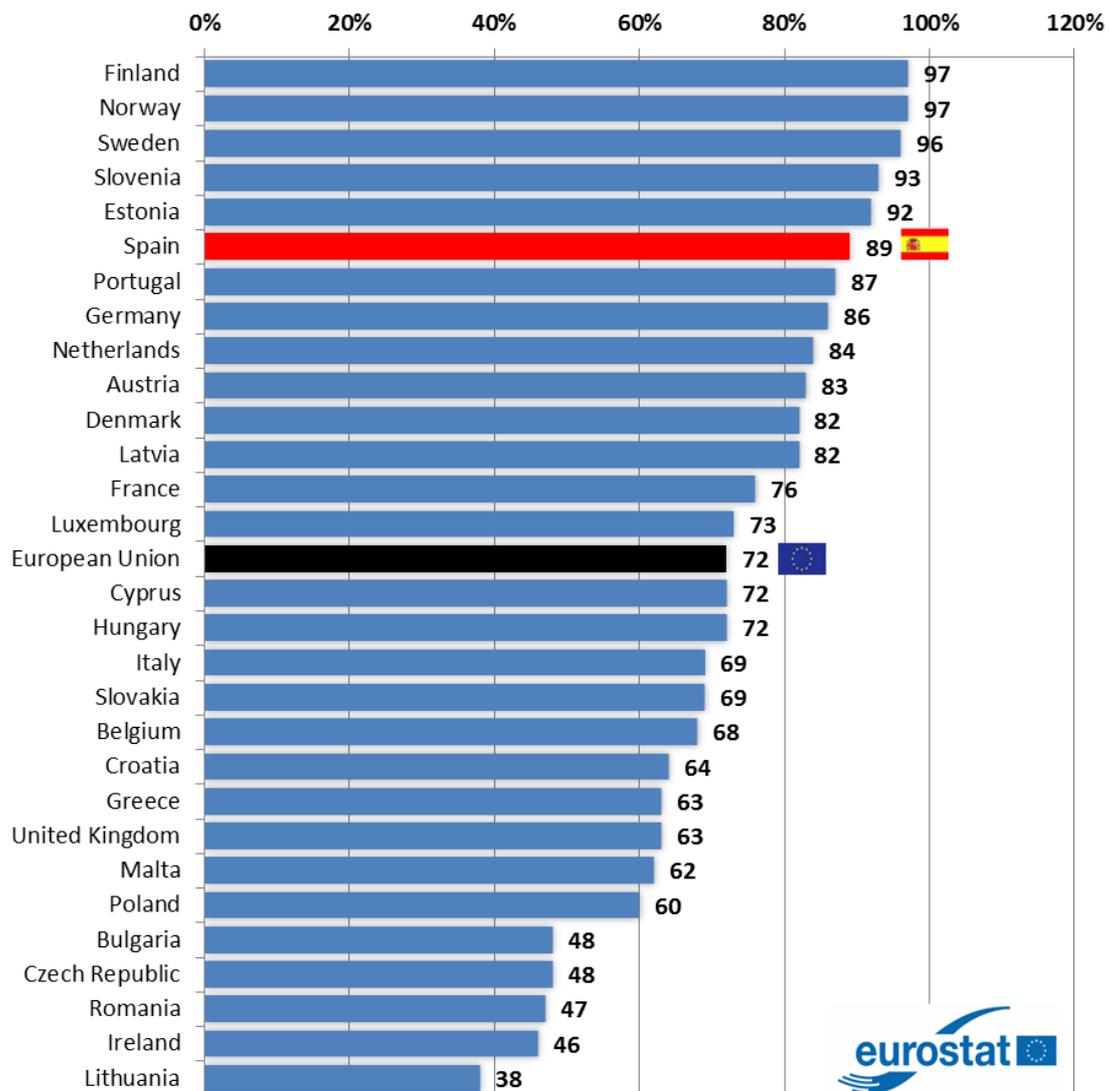
En la gráfica 24 puede verse el porcentaje de individuos que han obtenido habilidades informáticas mediante autoaprendizaje utilizando libros, CD-ROM, etc. En primer lugar, se sitúa Estonia con un 61%, seguida de Eslovenia, con un 57%, y la República Checa, con un 48%. El promedio de la UE es del 26%, superior en tres puntos porcentuales al dato de España, que es el 23%. Cierran la clasificación Grecia con el 12%, Dinamarca con el 13% y Holanda con el 14%.



**Gráfica 24.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han obtenido habilidades informáticas mediante autoaprendizaje utilizando libros, CD-ROM, etc. (Fuente: Eurostat, 2018)

La gráfica 25 muestra el porcentaje de quienes han obtenido habilidades informáticas a través del auto estudio (aprender haciendo). Los países que destacan en la aplicación de esta filosofía del *learning by doing* son los países nórdicos, primero Finlandia y Noruega con un 97%, y luego Suecia con un 96%. En España también se observa un porcentaje bastante elevado, el 89%, más cercano al de estos países bastante que al promedio de la UE, que se sitúa en el 72%. Cierran la clasificación Lituania con un 38%, Irlanda con un 46% y Rumanía con un 47%.

Esta modalidad basada en el autoaprendizaje de tipo práctico sería, según los datos de Eurostat, la principal fuente de las habilidades informáticas de los ciudadanos de la UE. En nuestro país un 89% de los individuos entre 16 y 29 años afirman haber obtenido habilidades de esta forma, y el promedio en la UE es del 72%. Le sigue la formación reglada en instituciones educativas, modalidad en la que la diferencia entre España y la media de la UE es muy importante, ya que los porcentajes son el 53% y el 67%, respectivamente. El autoaprendizaje mediante el estudio de libros y otros materiales ha sido utilizado como medio de adquirir habilidades informáticas por un 26% de los jóvenes europeos, un porcentaje idéntico al de los españoles.



**Gráfica 25.-** Porcentaje de individuos de 16 a 29 años que han obtenido habilidades informáticas a través del auto estudio (aprender haciendo). (Fuente: Eurostat, 2018)

Llaman la atención los bajos porcentajes de jóvenes para los que los cursos de formación y centros de educación de adultos han servido como medio de aprendizaje TIC. En el primero de los dos supuestos contemplados, cuando se asiste a esta formación por propia iniciativa, los valores son del 13% para España y del 8% para el conjunto de la UE. En el segundo, cuando se asiste por solicitud del empleador, aun son más bajos, del 6% y el 5%, respectivamente. Una posible explicación podría ser que al referirse los datos al primer tramo de edad del universo de la encuesta es normal que predomine la formación reglada, que han recibido o están recibiendo los encuestados en institutos y universidades, sin que les haya dado tiempo a asistir a cursos posteriores que complementen esa formación. En este sentido, en los datos del conjunto de la población para la formación por propia iniciativa la media de la UE crece cinco puntos porcentuales, hasta el 13%, y la de España, tres, hasta llegar al 16%. En la formación a petición del empresario el incremento es mayor, hasta llegar al 14% tanto en España como en el promedio de la UE. Estos datos respaldarían la explicación anterior, ya que la formación a solicitud del empresario se da una vez que las personas han iniciado su carrera profesional. Pero, en cualquier caso, estas diferencias no cambian de forma sustancial el hecho de que los cursos de formación ocupen el último lugar entre los modos de adquisición de habilidades informáticas, cuando parece que, por sus características, deberían jugar un papel fundamental para mantener actualizados los conocimientos TIC del conjunto de la sociedad y, especialmente, de los trabajadores.

## **2.2 Necesidades de las empresas**

A la hora de valorar cuáles son las necesidades de Aragón en materia de formación TIC se ha considerado importante conocer la situación de las empresas respecto a su personal TIC y los conocimientos TIC de sus empleados. Por ello, se analizan a continuación algunos datos de la “Encuesta de uso de TIC y Comercio Electrónico en las empresas 2016-2017” que realiza anualmente el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2018). En esta encuesta, el Gobierno de Aragón, a través del IAEST, encarga al INE que realice una sobremuestra lo que permite disponer de datos más representativos sobre

nuestra comunidad autónoma. Los datos se refieren a empresas con 10 o más empleados y corresponden al primer trimestre de 2017. Se analizan siete indicadores, correspondientes al porcentaje de empresas que:

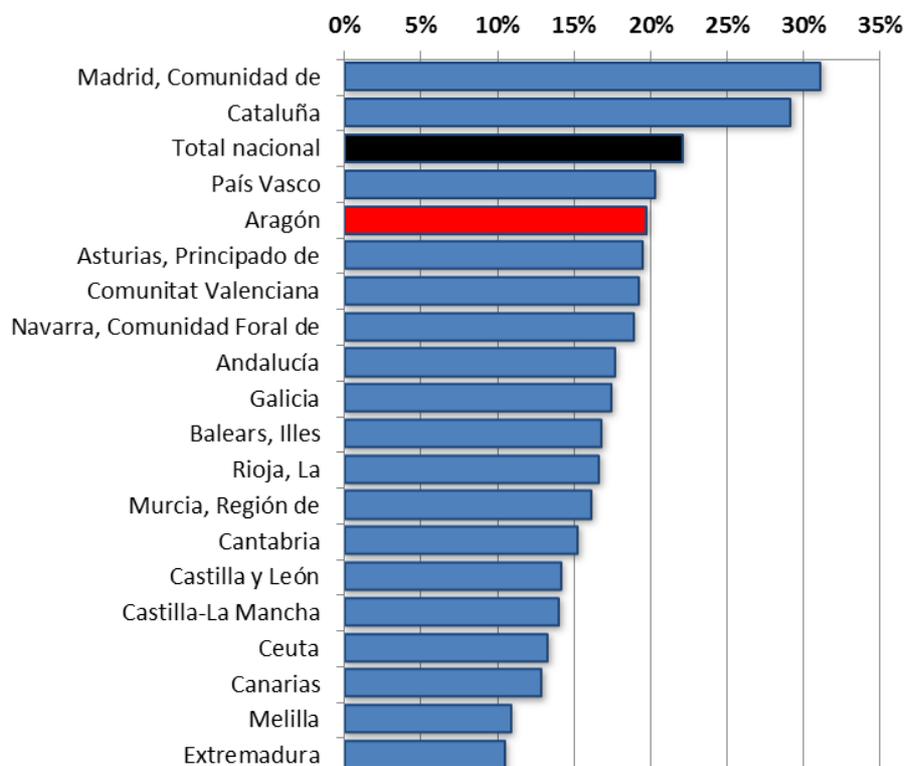
- emplean a especialistas en TIC
- emplean a mujeres especialistas en TIC
- proporcionan actividades formativas TIC a sus empleados
- proporcionan actividades formativas TIC a su personal especialista en TIC
- proporcionan actividades formativas en TIC a otro personal
- contrataron o intentaron contratar especialistas en TIC
- tuvieron dificultad para cubrir alguna vacante de especialista en TIC.

### 2.2.1 *Empresas que utilizan especialistas en TIC*

La tabla 10 muestra el porcentaje de empresas que utilizan especialistas en TIC. El promedio nacional, que se sitúa en el 22,06%, supera en más de dos puntos porcentuales al 19,67% de Aragón. Sin embargo, nuestra comunidad ocupa la cuarta posición en el ranking nacional, ya que sólo Madrid, Cataluña y País Vasco presentan un promedio mayor que el aragonés. Si los datos se segregan por sectores, el que más especialistas TIC utiliza es el de servicios, con un 25,42%, seguido de la industria con un 20,53% y, a mucha distancia, de la construcción, con un 9,76%. Aragón sigue el mismo patrón, con un 22,98% de empresas del sector servicios que utilizan especialistas TIC, seguido de la industria con un 20,27% y la construcción con un porcentaje bastante más bajo que la media nacional, el 4,49%. El promedio para este indicador en el conjunto de la UE (Eurostat, 2018) en el año 2017 era del 19%, mientras que en los años inmediatamente anteriores fue del 20%, valores cercanos a la media de España. Por otra parte, cabe señalar que existe una importante brecha de tamaño, ya que en las empresas con menos de 10 empleados el promedio nacional disminuye al 3,43%, muy alejado del 22,06% de las empresas de 10 o más empleados. Otro tanto ocurre en Aragón, donde el porcentaje de las microempresas es del 2,20%.

**Tabla 10.-** Porcentaje de empresas que emplean especialistas TIC. Base: empresas con 10 o más empleados. (Fuente: INE, 2018)

Empresas que emplean especialistas en TIC	Total Empresas	Industria	Construcción	Servicios
Madrid, Comunidad de	31,08%	22,51%	16,61%	35,5%
Cataluña	29,12%	29,5%	10,77%	32%
<b>Total nacional</b>	<b>22,06%</b>	<b>20,53%</b>	<b>9,76%</b>	<b>25,42%</b>
País Vasco	20,3%	20%	4,87%	23,94%
<b>Aragón</b>	<b>19,67%</b>	<b>20,27%</b>	<b>4,49%</b>	<b>22,98%</b>
Asturias, Principado de	19,47%	18,53%	15,6%	20,96%
Comunitat Valenciana	19,21%	16,62%	5,93%	23,53%
Navarra, Comunidad Foral de	18,87%	22,25%	3,39%	19,57%
Andalucía	17,62%	15,81%	9,67%	20,44%
Galicia	17,41%	17,86%	7,93%	19,76%
Balears, Illes	16,77%	8,64%	11,66%	19,84%
Rioja, La	16,6%	16,27%	9,2%	18,7%
Murcia, Región de	16,1%	18,94%	5,81%	17,01%
Cantabria	15,22%	24,06%	10,47%	11,2%
Castilla y León	14,11%	17,24%	5,48%	14,36%
Castilla-La Mancha	13,98%	17,26%	4,25%	14,81%
Ceuta	13,27%	23,08%	0%	13,64%
Canarias	12,87%	13,63%	8,99%	13,52%
Melilla	10,83%	2,28%	0%	14,25%
Extremadura	10,43%	8,65%	12,51%	10,65%



### 2.2.2 *Empresas con mujeres especialistas en TIC*

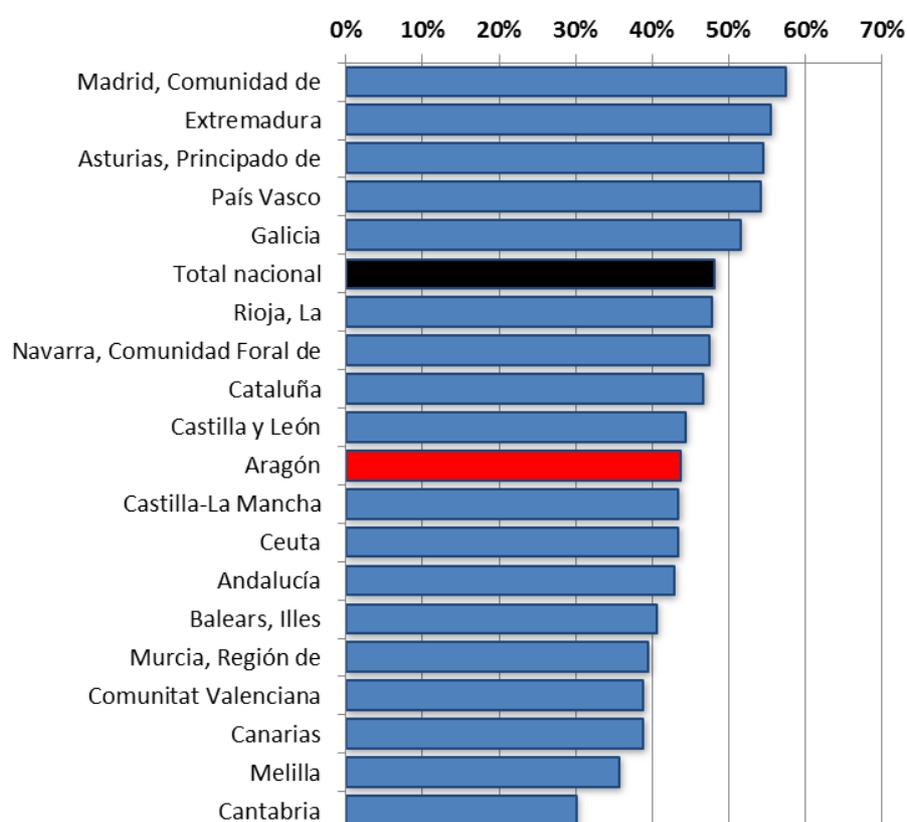
La presencia de mujeres en los puestos TIC es una cuestión que preocupa especialmente, porque el bajo porcentaje de vocaciones TIC entre las mujeres es una de las causas principales de la escasez de profesionales de este ámbito que aqueja a los países europeos y a otros países desarrollados. Por ello, el INE pregunta a las empresas si emplean a mujeres que trabajan como especialistas en TIC. Los resultados se muestran en la tabla 11 tomando como base el total de empresas que disponen en su plantilla de especialistas TIC.

Como puede observarse, el promedio nacional es del 48,11%, y Aragón se encuentra 4,48 puntos porcentuales por debajo de esta cifra, ya que arroja una media del 43,63%. Por sectores, el de servicios es el que emplea un mayor porcentaje de mujeres especialistas en TIC, con un 51,8% en España y un 46,88% en Aragón. Dentro del sector de la construcción hay un 51,78% de mujeres especialistas en TIC en España y un 42,56% en Aragón. En cuanto a la industria aragonesa, el porcentaje de empresas aragonesas del sector industrial con mujeres especialistas en TIC es del 38,14%, que supera ligeramente al 36,96% nacional.

En las empresas con menos de 10 asalariados del conjunto de España la presencia de mujeres especialistas en TIC es algo menor que en las empresas de mayor tamaño, con un 42,93%. Pero esta diferencia es muy superior en el caso de Aragón, ya que solo el 22,59% de las microempresas aragonesas que emplean a especialistas TIC cuentan en su plantilla con mujeres especialistas TIC.

**Tabla 11.- Porcentaje de empresas con mujeres especialistas TIC. Base: empresas con 10 o más empleados que emplean especialistas en TIC (Fuente: INE, 2018)**

Empresas con mujeres especialistas TIC	Total Empresas	Industria	Construcción	Servicios
Madrid, Comunidad de	57,36%	47,02%	43,42%	59,93%
Extremadura	55,42%	55,63%	100%	39,17%
Asturias, Principado de	54,39%	63,68%	34,27%	54,02%
País Vasco	54,03%	50,4%	69,07%	55,83%
Galicia	51,52%	43,62%	65,08%	53,91%
<b>Total nacional</b>	<b>48,11%</b>	<b>36,96%</b>	<b>51,78%</b>	<b>51,8%</b>
Rioja, La	47,69%	43,77%	100%	46,2%
Navarra, Comunidad Foral de	47,46%	47,82%	0%	49,14%
Cataluña	46,66%	35,76%	74,33%	49,61%
Castilla y León	44,22%	39,75%	91,03%	43,04%
<b>Aragón</b>	<b>43,63%</b>	<b>38,14%</b>	<b>42,56%</b>	<b>46,88%</b>
Castilla-La Mancha	43,39%	28,68%	0%	62,33%
Ceuta	43,33%	77,78%		28,57%
Andalucía	42,75%	33,36%	43,23%	45,28%
Balears, Illes	40,46%	52,31%	55,14%	36,86%
Murcia, Región de	39,43%	22,54%	82,65%	45,71%
Comunitat Valenciana	38,8%	21,61%	56,96%	45,45%
Canarias	38,75%	6,68%	1,66%	49,26%
Melilla	35,6%	33,33%		35,63%
Cantabria	30%	16,51%	0%	55,84%



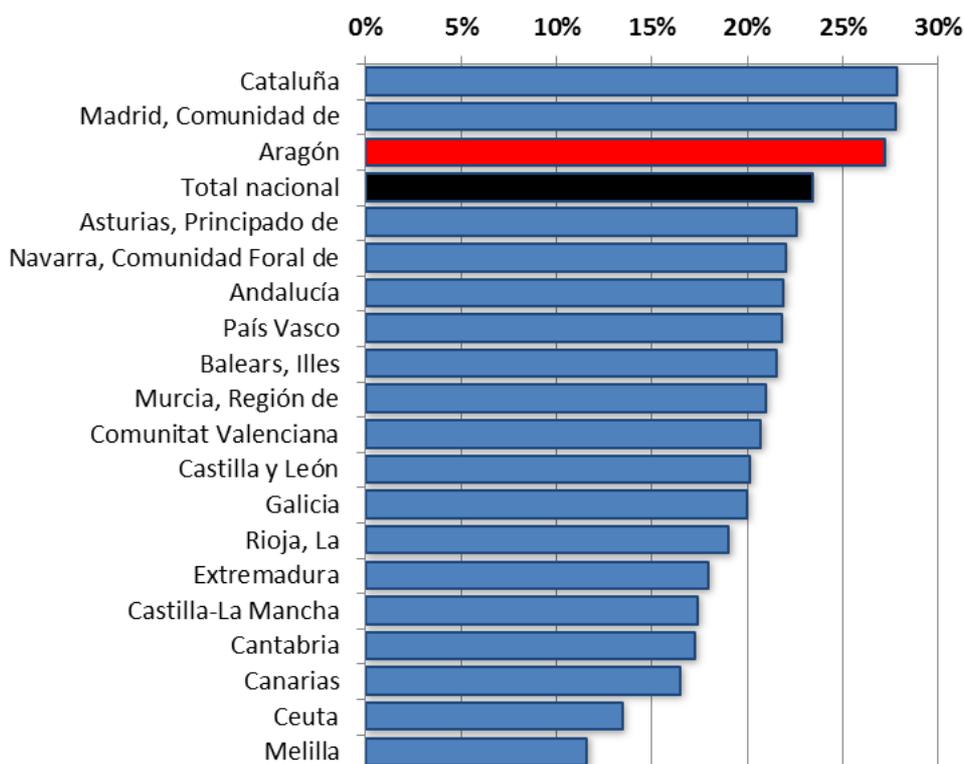
### 2.2.3 *Empresas que proporcionan actividades formativas en TIC a sus empleados*

En la tabla 12 puede verse el porcentaje de empresas que proporcionan actividades formativas en TIC a sus empleados, considerando a aquellas que cuentan con 10 o más empleados. Aragón, con un 25,15%, se sitúa por encima del promedio nacional, que es el 23,4%. Observando la situación en el ranking, Aragón ocupa la tercera posición, solo por debajo de Cataluña y Madrid. Pero la diferencia entre estas tres comunidades autónomas es muy reducida, ya que las tres se encuentran en un porcentaje del 27%, con una distancia de decimas entre ellas. Por el contrario, la diferencia entre Aragón y la comunidad que le sigue —Asturias— es de casi cinco puntos porcentuales.

La buena situación en términos relativos de Aragón en lo que se refiere a la formación de los empleados es todavía más clara en el sector industrial y en la construcción, ya que en ambos las empresas aragonesas lideran el ranking nacional, con un 30,51% y un 34,83%, respectivamente. Estos valores destacan además claramente sobre el promedio de España en dichos sectores, que es del 22,31% y 16,75%, respectivamente. En cambio, el sector servicios, en el que solo el 23,06% de las empresas aragonesas proporcionan actividades formativas a sus empleados, se encuentra por debajo del promedio nacional, que es el 25,34%. Si se tiene en cuenta que el sector TIC se encuadra dentro del sector servicios, la buena situación de Aragón en este indicador no afectaría al objeto de este estudio, sino que nos encontraríamos por debajo de numerosas comunidades, como La Rioja, Andalucía, País Vasco o Baleares. También si se consideran las empresas con menos de 10 empleados, Aragón, con un 3,49%, se encuentra por debajo del promedio nacional, que es del 4,04%.

**Tabla 12.- Empresas que proporcionan actividades formativas en TIC a sus empleados. Base: empresas con 10 o más empleados. (Fuente: INE, 2018)**

Empresas que proporcionaron actividades formativas en TIC a sus empleados	Total Empresas	Industria	Construcción	Servicios
Cataluña	27,79%	27,97%	19,24%	29,14%
Madrid, Comunidad de	27,77%	22,72%	21,18%	30,03%
<b>Aragón</b>	<b>27,15%</b>	<b>30,51%</b>	<b>34,83%</b>	<b>23,06%</b>
<b>Total nacional</b>	<b>23,4%</b>	<b>22,31%</b>	<b>16,75%</b>	<b>25,34%</b>
Asturias, Principado de	22,59%	23,38%	9,89%	25,44%
Navarra, Comunidad Foral de	22,03%	27,07%	6,14%	21,25%
Andalucía	21,87%	18,24%	14,26%	25,23%
País Vasco	21,8%	20,21%	17,38%	24,07%
Balears, Illes	21,52%	15,44%	15,17%	24,59%
Murcia, Región de	20,92%	20,21%	14,46%	22,77%
Comunitat Valenciana	20,69%	19,36%	17,9%	22,09%
Castilla y León	20,11%	21,28%	24,49%	18,34%
Galicia	19,94%	20,38%	13,22%	21,54%
Rioja, La	19,01%	16,77%	0%	26,14%
Extremadura	17,92%	22,12%	15,61%	16,61%
Castilla-La Mancha	17,37%	20,14%	5,48%	19,41%
Cantabria	17,21%	13,73%	9,17%	21,68%
Canarias	16,45%	20,57%	8,42%	17,35%
Ceuta	13,42%	5,13%	0%	18,4%
Melilla	11,58%	4,56%	17,46%	10,7%



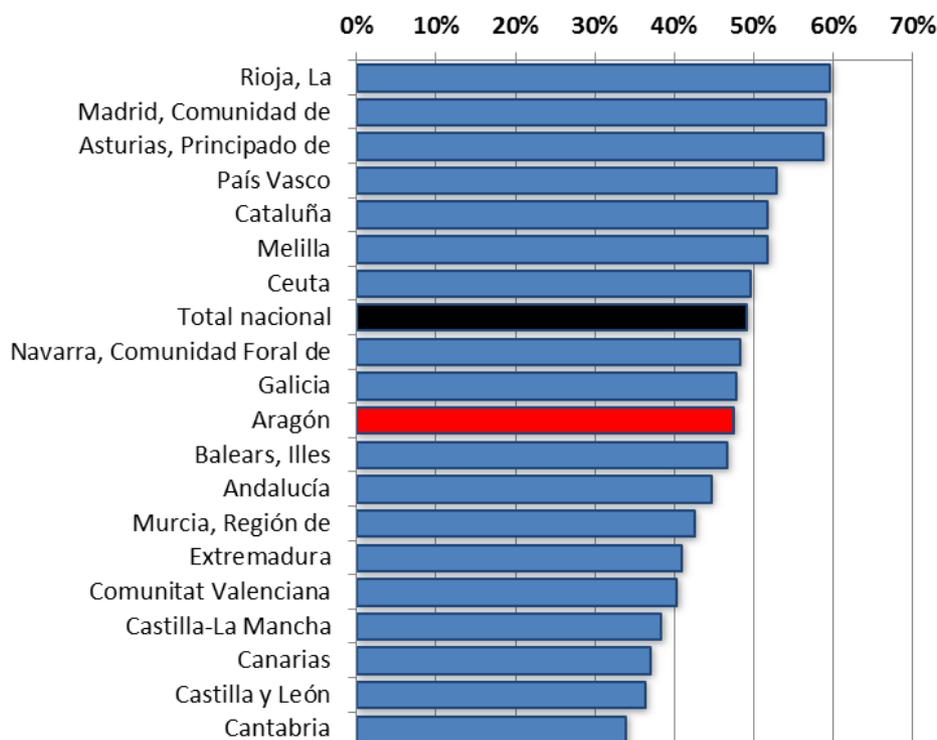
Las tablas 13 y 14 muestran, considerando a las empresas con 10 o más empleados que proporcionan actividades formativas en TIC a sus empleados, el porcentaje de aquellas que lo hicieron para su personal especialista en TIC o para otro personal empleado de la empresa, respectivamente.

En la primera se observa que, en promedio nacional, el 49,17% de las empresas que facilitan formación TIC lo hacen para sus empleados especialistas TIC. Este porcentaje es superior en casi dos puntos porcentuales a la media de Aragón, que es del 47,4%. Segregando por sectores se observa que lidera las estadísticas el sector servicios, con un 52,41%, seguido de la industria con un 47,08% y de la construcción, con un 32,37%. Los datos de Aragón siguen el mismo patrón, con un 55,12% de empresas del sector servicios que forma a los especialistas TIC, seguidas de las industriales, con un 46,95%, y de la construcción, con un 27,46%. Si se consideran las empresas con menos de 10 empleados, el porcentaje baja al 34,47% para el conjunto de España y al 41,20% para Aragón.

En la segunda tabla puede verse que el promedio nacional de las empresas que proporcionando formación TIC se la facilitan a los empleados que no son especialistas TIC es del 85,3% para el conjunto de España, porcentaje muy similar al 84,55% que muestran las empresas aragonesas. A nivel nacional se aprecian muy pocas diferencias entre los sectores, ya que los porcentajes son el 86,74% en la industria, el 84,96% en los servicios y el 83,7% en la construcción. En Aragón las diferencias son mayores, con un porcentaje del 85,11% en la industria, del 79,15% en los servicios y del 97,87% en la construcción. En las empresas con menos de 10 empleados, el porcentaje baja al 75,71% en el caso español y al 74,61% en el caso aragonés.

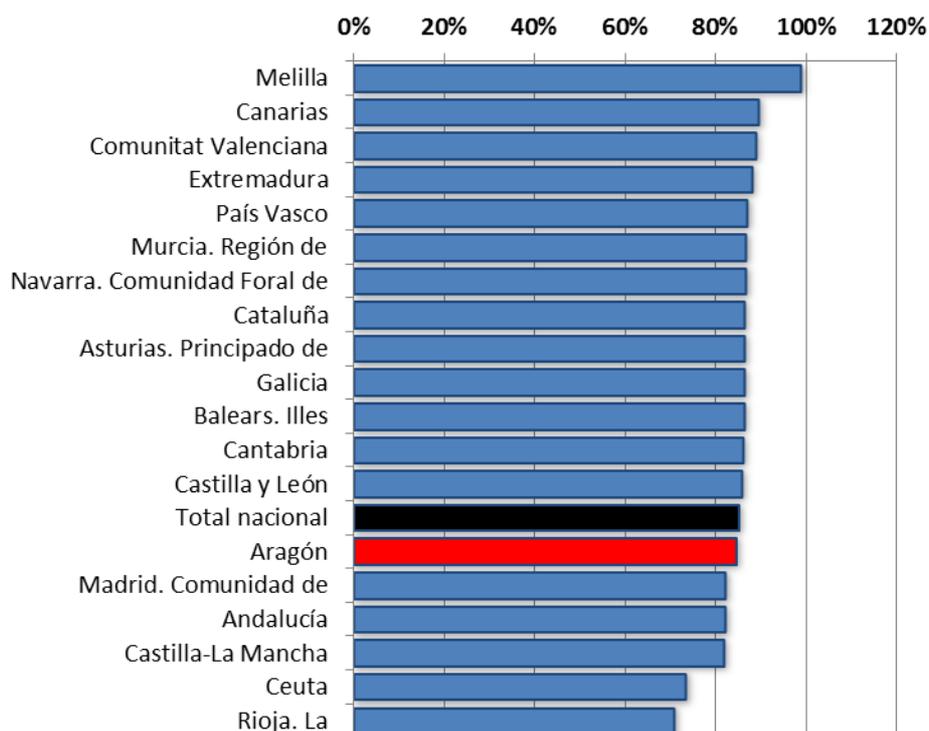
**Tabla 13.- Empresas que proporcionan actividades formativas en TIC a su personal especialista en TIC. Base: empresas con 10 o más empleados que proporcionaron actividades formativas en TIC a sus empleados (Fuente: INE, 2018).**

Empresas que proporcionaron actividades formativas en TIC a su personal especialista en TIC	Total Empresas	Industria	Construcción	Servicios
Rioja, La	59,47%	71,47%		49,72%
Madrid, Comunidad de	59,08%	53,98%	47,84%	61,32%
Asturias, Principado de	58,73%	69,52%	54,04%	54,09%
País Vasco	52,77%	50,83%	15,92%	59,93%
Cataluña	51,71%	56,96%	43,06%	50,41%
Melilla	51,69%	20%	0	73,91%
Ceuta	49,45%	100%		45,88%
<b>Total nacional</b>	<b>49,17%</b>	<b>47,08%</b>	<b>32,37%</b>	<b>52,41%</b>
Navarra, Comunidad Foral de	48,21%	47,62%	17,58%	51,16%
Galicia	47,71%	48,61%	13,53%	52,99%
<b>Aragón</b>	<b>47,4%</b>	<b>46,95%</b>	<b>27,46%</b>	<b>55,12%</b>
Balears, Illes	46,56%	21,67%	31,3%	52,34%
Andalucía	44,57%	31,24%	24,97%	51,03%
Murcia, Región de	42,44%	47,02%	6,97%	45,52%
Extremadura	40,87%	29,22%	68,8%	40,25%
Comunitat Valenciana	40,27%	31,57%	24,11%	47,71%
Castilla-La Mancha	38,31%	28,17%	33,33%	47,63%
Canarias	36,94%	60,19%	1,77%	35,61%
Castilla y León	36,24%	42,46%	18,76%	37,68%
Cantabria	33,85%	51,55%	43,37%	25,84%



**Tabla 14.- Empresas que proporcionan actividades formativas en TIC a otro personal empleado de la empresa. Base: empresas con 10 o más empleados que proporcionaron actividades formativas en TIC a sus empleados (Fuente: INE, 2018)**

<b>Empresas que proporcionaron actividades formativas en TIC a otro personal empleado de la empresa</b>	<b>Total Empresas</b>	<b>Industria</b>	<b>Construcción</b>	<b>Servicios</b>
Melilla	99,13%	90%	100%	99,1%
Canarias	89,74%	73,88%	100%	91,98%
Comunitat Valenciana	89,05%	91,36%	89,33%	87,75%
Extremadura	88,2%	88,65%	100%	84,49%
País Vasco	87,22%	86,95%	96,4%	85,95%
Murcia. Región de	86,92%	82,55%	100%	87%
Navarra. Comunidad Foral de	86,92%	89,84%	100%	82,41%
Cataluña	86,58%	83,59%	79,89%	88,61%
Asturias. Principado de	86,57%	94,3%	91,02%	82,47%
Galicia	86,52%	85,58%	100%	84,74%
Balears. Illes	86,46%	89,3%	88,93%	85,66%
Cantabria	86,22%	66,42%	56,63%	97,5%
Castilla y León	85,98%	93,61%	81,24%	82,23%
<b>Total nacional</b>	<b>85,3%</b>	<b>86,74%</b>	<b>83,7%</b>	<b>84,96%</b>
<b>Aragón</b>	<b>84,55%</b>	<b>85,11%</b>	<b>97,87%</b>	<b>79,15%</b>
Madrid. Comunidad de	82,39%	86,07%	72,17%	83,09%
Andalucía	82,33%	91,67%	79,25%	80,38%
Castilla-La Mancha	81,96%	92,26%	66,67%	74,59%
Ceuta	73,63%	0%		78,82%
Rioja, La	71,02%	64,92%		75,98%



#### 2.2.4 *Empresas que contrataron o intentaron contratar especialistas en TIC*

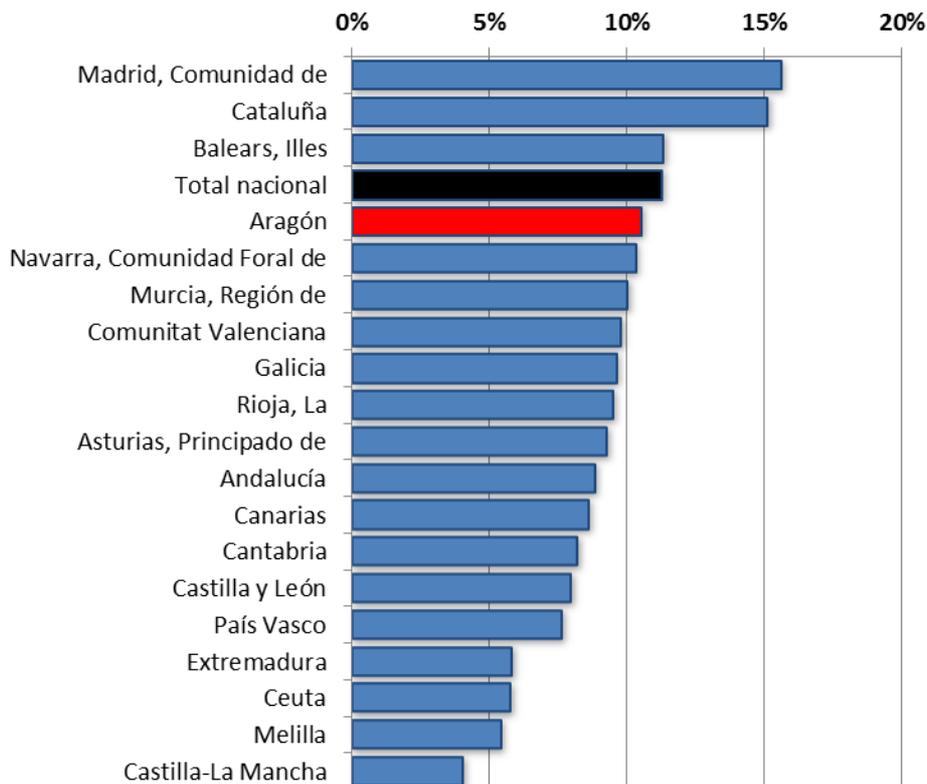
La tabla 15 muestra el porcentaje de empresas con 10 o más empleados que contrataron o intentaron contratar especialistas en TIC. El promedio en España es del 11,27%, ligeramente superior al aragonés, que es del 10,52%, situándose nuestra comunidad en cuarta posición, precedida por Madrid, Cataluña y las Islas Baleares. El sector industrial aragonés, con un 10,72%, supera al promedio nacional, que es del 9,97%, al contrario de lo que ocurre en la construcción, donde un 1,91% de empresas aragonesas contrataron o intentaron contratar especialistas en TIC frente al 3,97% nacional, y en el sector servicios, con un 12,48% y un 13,44%, respectivamente. En las empresas con menos de 10 empleados, el porcentaje baja al 1,57% en el caso español y al 0,53% en el caso aragonés. El promedio de la UE para este mismo indicador fue en el año 2017 del 8%, al igual que en el 2012, 2014 y 2015, mientras que en 2016 fue del 9% (Eurostat, 2018).

Por su parte la tabla 16 muestra las empresas que tuvieron dificultad para cubrir alguna vacante de especialista en TIC, siendo el porcentaje del 2,62% para España y del 2,37% para Aragón. Las mayores dificultades se dan en las comunidades y los sectores que más contratan. En el caso de los sectores, los porcentajes para el conjunto de España son un 3,57% en el de los servicios, seguido de industria con un 1,68% y construcción con un 0,19% y en Aragón un 3,24% en el sector servicios, 1,91% en la construcción y 1,21% en el sector industrial.

Si se consideran las empresas con menos de 10 empleados, el porcentaje baja al 0,29% para España y en el caso de Aragón el tamaño de la muestra no es suficiente para dar estimaciones fiables. En el conjunto de la UE el porcentaje es del 4% para los años 2016 y 2017, mientras que en los años inmediatamente anteriores era del 3% (Eurostat, 2018).

**Tabla 15.- Empresas que contrataron o intentaron contratar especialistas en TIC. Base: empresas con 10 o más empleados (Fuente: INE, 2018).**

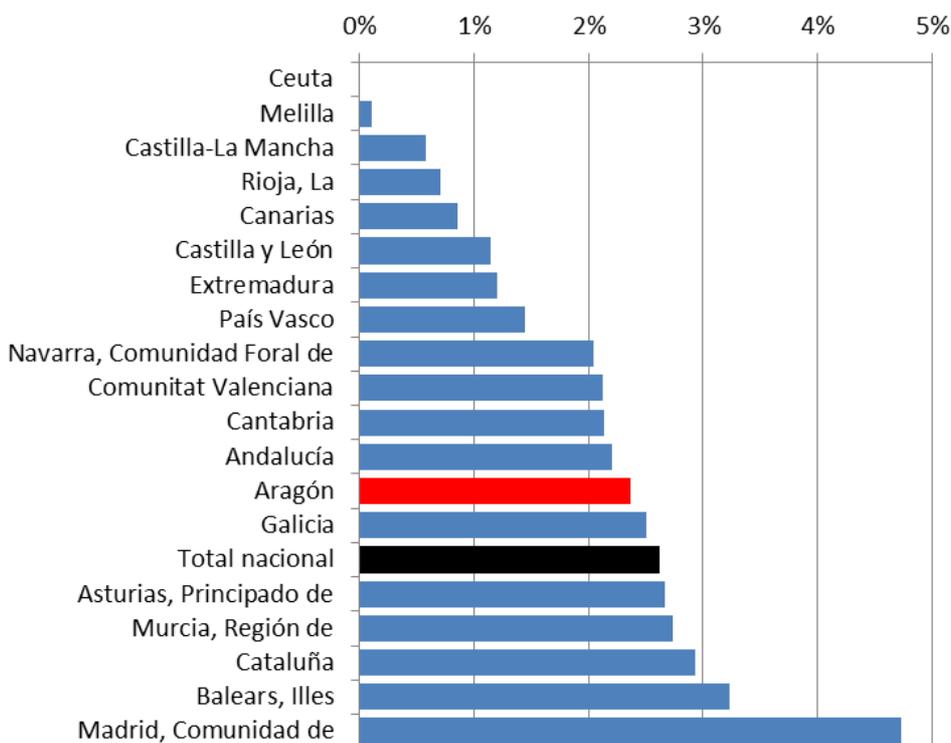
Empresas que contrataron o intentaron contratar especialistas en TIC	Total Empresas	Industria	Construcción	Servicios
Madrid, Comunidad de	15,58%	9,33%	6,44%	18,55%
Cataluña	15,1%	16,54%	3,27%	16,43%
Balears, Illes	11,32%	5,61%	6,94%	13,72%
<b>Total nacional</b>	<b>11,27%</b>	<b>9,97%</b>	<b>3,97%</b>	<b>13,44%</b>
<b>Aragón</b>	<b>10,52%</b>	<b>10,72%</b>	<b>1,91%</b>	<b>12,48%</b>
Navarra, Comunidad Foral de	10,3%	10,13%	2,24%	12,51%
Murcia, Región de	10,01%	12,91%	3,01%	10,14%
Comunitat Valenciana	9,77%	6,35%	7,32%	12,41%
Galicia	9,61%	10,83%	0%	11,58%
Rioja, La	9,48%	6,29%	9,2%	13,57%
Asturias, Principado de	9,26%	3,11%	2,86%	14,08%
Andalucía	8,82%	8,78%	2,7%	10,49%
Canarias	8,59%	5,73%	2%	10,4%
Cantabria	8,19%	9,83%	0%	9,57%
Castilla y León	7,96%	8,78%	6,57%	7,81%
País Vasco	7,62%	6,84%	3,05%	9,25%
Extremadura	5,81%	5,1%	5,37%	6,29%
Ceuta	5,75%	10,26%	0%	5,84%
Melilla	5,4%	1,37%	17,46%	2,72%
Castilla-La Mancha	4,02%	7,17%	0,42%	2,72%



**Tabla 16.- Empresas que tuvieron dificultad para cubrir alguna vacante de especialista TIC.**

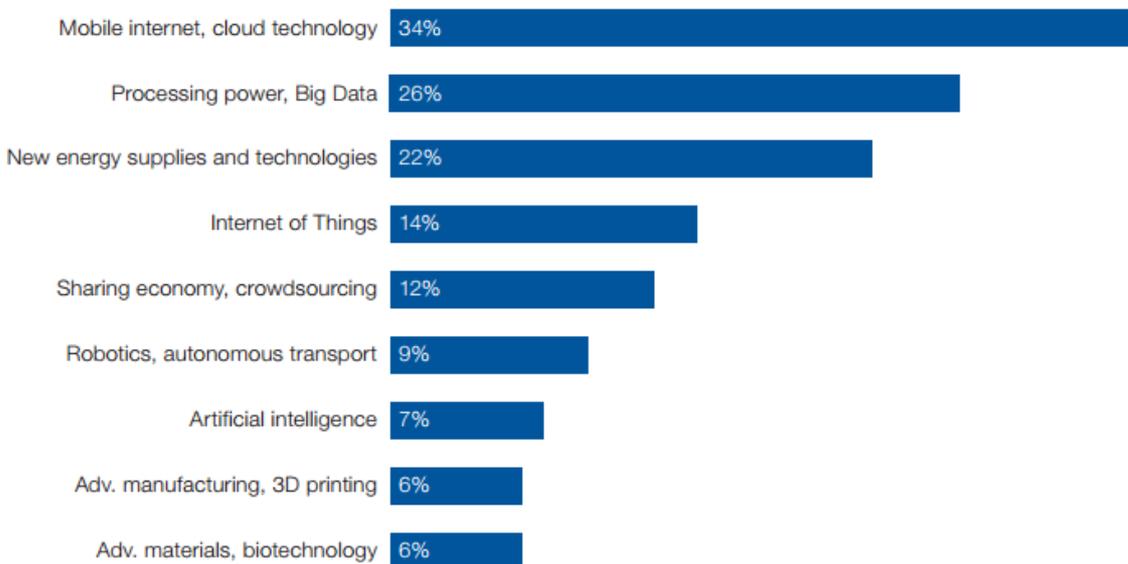
Base: empresas con 10 o más empleados. (Fuente: INE, 2018)

Empresas que tuvieron dificultad para cubrir alguna vacante de especialista en TIC	Total Empresas	Industria	Construcción	Servicios
Ceuta	0%	0%	0%	0%
Melilla	0,11%	0%	0%	0,14%
Castilla-La Mancha	0,58%	0,93%	0%	0,5%
Rioja, La	0,71%	0,78%	0%	0,78%
Canarias	0,86%	0,17%	0,15%	1,11%
Castilla y León	1,15%	0,5%	0%	1,82%
Extremadura	1,2%	0,23%	0%	2,04%
País Vasco	1,44%	0,49%	0,16%	2,5%
Navarra, Comunidad Foral de	2,04%	2,11%	0%	2,48%
Comunitat Valenciana	2,12%	2,36%	0%	2,39%
Cantabria	2,14%	0,25%	0%	3,92%
Andalucía	2,21%	1,5%	0%	3,07%
<b>Aragón</b>	<b>2,37%</b>	<b>1,21%</b>	<b>1,91%</b>	<b>3,24%</b>
Galicia	2,51%	2,24%	0%	3,34%
<b>Total nacional</b>	<b>2,62%</b>	<b>1,68%</b>	<b>0,19%</b>	<b>3,57%</b>
Asturias, Principado de	2,67%	0,98%	0%	4,22%
Murcia, Región de	2,74%	3,31%	0,29%	3,02%
Cataluña	2,93%	2,4%	0,15%	3,63%
Balears, Illes	3,23%	0,65%	0%	4,7%
Madrid, Comunidad de	4,73%	1,68%	0,5%	6,15%



## 2.3 Las nuevas profesiones TIC

Como complemento a los aspectos cuantitativos vistos en los epígrafes anteriores es conveniente realizar alguna valoración sobre cuáles pueden ser las tecnologías TIC más utilizadas en el medio plazo y, por ende, los conocimientos y habilidades más demandados. En la literatura especializada se encuentran numerosas predicciones al respecto. De estas, en el *Estudio sobre las nuevas profesiones de la sociedad de la información – 2016*, realizado por el OASI, se utilizaron las del Foro Económico Mundial, según el cual las tecnologías TIC que mayor impacto van a tener en el empleo son, por orden de mayor a menor, el acceso móvil a Internet, la computación en la nube, el aumento del poder de los procesadores, el *big data*, los nuevos suministros y tecnologías energéticas, el Internet de las cosas (IoT), la economía colaborativa, la robótica y el transporte autónomo, la inteligencia artificial, los avances en las manufacturas, la impresión 3D, los avances en los materiales y la biotecnología (ver gráfica 26).



**Gráfica 26.-** Factores tecnológicos con mayor impacto en el empleo (Fuente: Encuesta sobre el futuro del empleo, Foro Económico Mundial, 2016)

En el mencionado estudio se intentó identificar cuáles son los nuevos perfiles profesionales relacionados con la TIC que más se demandan, tanto en el propio sector como en otras áreas funcionales de la empresa y en otros

sectores de la actividad económica. También se identificaron posibles nichos de empleo que ahora simplemente apuntan, pero pueden emerger a más largo plazo. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 17.

**Tabla 17.- Profesiones analizadas en el Estudio sobre las nuevas profesiones de la sociedad de la información – 2016, OASI.**

#### Relacionadas con las TIC

- Experto en programación HTML5 y diseño web
- Programador de aplicaciones informáticas para teléfonos inteligentes
- Experto en gestión de datos masivos o *big data*
- Director de datos
- Especialista en experiencia de usuario
- Especialista en computación en la nube
- Experto en ciberseguridad
- Experto en sistemas información geográfica
- Especialista en Internet de las cosas
- Científico de datos
- Especialista en inteligencia artificial
- Experto en *open data*

#### Relacionadas con las áreas funcionales de la empresa

- Marketing: experto en marketing digital
- Marketing: SEO, especialista en posicionamiento en buscadores
- Marketing: SEM, especialista en marketing para buscadores
- Marketing: experto en analítica web
- Marketing: organizador de la comunidad online
- Recursos humanos: responsable de reclutamiento digital
- Marketing: experto en gestión de anuncios y programas de afiliación
- Aprovisionamiento: KSM o *key supply manager*, experto en SRM
- Logística: especialista en logística para el comercio electrónico
- Finanzas: experto en servicios financieros en Internet
- Marketing: ASO, especialista en posicionamiento de apps
- Finanzas: gestor de capital semilla
- Marketing: experto en marketing viral o *growth hacker*
- Marketing: experto en neuromarketing

### Relacionadas con los sectores empresariales

Comercio: técnico y gerente de comercio electrónico

Ocio: animación 3D, videojuegos y multimedia

Sanitario: especialistas en bioimpresión 3D

Educativo: tutor online

Turismo: experto en turismo colaborativo

### Nichos de empleo a más largo plazo

Delegado de protección de datos

Experto en realidad aumentada

Humanista digital

Gestor de identidad digital

Administrador online post-mortem

Especialista en redes multicanal para youtubers

*Coolhunter* digital

*Chef happiness officer*

Responsable de relaciones virtuales

Con la finalidad de establecer de forma gráfica posibles relaciones entre los contenidos del sistema de formación TIC y las profesiones emergentes estas se han representado en una gráfica similar a la utilizada para visualizar los contenidos del sistema de formación TIC de Aragón (ver imagen 2). En este caso se han representado con fondo verde las profesiones relacionadas con las TIC, con fondo naranja las relacionadas con el marketing, con fondo amarillo las relativas a otras áreas funcionales de la empresa, con fondo azul las relacionadas con los sectores empresariales y, finalmente, con fondo gris los nichos de empleo a más largo plazo.

Las categorías generales de fabricación de equipos informáticos y telecomunicaciones que se contemplaban en la imagen 2 se han suprimido en esta gráfica, al no pertenecer a ellas ninguna de las nuevas profesiones identificadas. Otro tanto ha ocurrido, dentro de las tecnologías específicas, con la de documentos electrónicos. Por el contrario, en el apartado de aplicaciones se han añadido nuevas categorías como finanzas, nuevos servicios para la empresa o salud.



## Nuevas profesiones TIC en Aragón

### AREAS GENERALES

Consultoría y desarrollo	Experto en programación HTML5 y diseño web	Programador teléfonos inteligentes	Especialista UX	Experto en <i>open data</i>	Humanista digital
Sistemas y outsourcing	Especialista en computación en la nube				

### TECNOLOGIAS ESPECIFICAS

Mecatronica, IoT, robotica	Especialista en IoT				
Big data e IA	Experto en gestión de big data	Director de datos	Científico de datos	Especialista en IA	
Informatica grafica, videojuegos y 3D	Animación 3D, videojuegos y multimedia	Experto en realidad aumentada			
Internet	Experto en analítica web	Especialista SEO Especialista SEM	Organizador de la comunidad online	Especialista en posicionamiento de apps	Especialista multicanal para youtubers
Seguridad y <i>compliance</i>	Experto en ciberseguridad	Delegado de protección de datos	Gestor de identidad digital	Administrador online post-mortem	

### APLICACIONES

Comercio electrónico y e-marketing	Experto en marketing digital	Experto en gestión de anuncios	Experto en neuromarketing Experto en marketing viral	Especialista en logística para ecomercio	Gerente de comercio electrónico
Finanzas	Experto en <i>fintech</i>	Gestor de capital semilla			
Nuevos servicios para la empresa	Key supply manager (KSM)	Responsable reclutamiento digital	<i>Chef happiness officer</i>	<i>Coolhunter digital</i>	Responsable de relaciones virtuales
Turismo	Experto en turismo colaborativo				
Agricultura e información geográfica	Experto en SIG				
elearning	Tutor online				
Salud, calidad de vida, deporte	Especialistas bioimpresión 3D				

Imagen 3. Nuevas profesiones TIC en Aragón.

Es preciso tener en cuenta que en este epígrafe se han tomado en consideración profesiones emergentes y que no se incluyen aquellas que, ya consolidadas, constituyen el mayor porcentaje del empleo TIC en Aragón. Sin embargo, son estas nuevas profesiones las que pueden permitir identificar mejor aquellas líneas de desarrollo futuro en el que podría interesar poner mayor énfasis dentro de los contenidos del sistema de formación TIC de Aragón.

## **2.4 Posibles recursos para el sistema de formación TIC**

### *2.4.1 Grupos de investigación en Aragón*

Otro aspecto importante a la hora de analizar posibles medidas para que el sistema de formación TIC aragonés mejore el servicio que presta a la sociedad y a las empresas es ver que recursos de los disponibles en la comunidad autónoma puedan resultar útiles para este fin. Como se ha visto en el epígrafe 1.2, en el que se ha expuesto la composición y estructura del sistema de formación TIC de Aragón, hay numerosos y diversos agentes que participan en el mismo: las universidades, los centros de FP, el INAEM y sus centros colaboradores y las empresas, dentro de las cuales hay algunas cuya actividad es precisamente la formación, especialmente a través de *elearning*, y otras en las que se trata de una actividad complementaria.

Sin embargo, esta visión de tipo estructural no permite apreciar las áreas en las que hay fortalezas dentro de nuestra comunidad autonómica, ni identificar aquellas otras en las que pueden existir lagunas o carencias. Para realizar este análisis puede ser útil recurrir a los grupos de investigación reconocidos por el Gobierno de Aragón, cuya última relación se recoge en la Resolución de 20 de marzo de 2018, de la Directora General de Investigación e Innovación, por la que se resuelve el procedimiento de reconocimiento de grupo de investigación en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón durante el periodo 2017-2019.

Este análisis de los grupos de investigación permitirá identificar recursos de nivel avanzado en distintas áreas de las TIC. Ha de tenerse en cuenta que en cualquier iniciativa relacionada con la sociedad del conocimiento el elemento central son los recursos humanos y que sin personal de alta cualificación no será posible plantear objetivos ambiciosos en la formación TIC. Los grupos permiten conocer en qué materias se dispondría de este personal, ya que se trata de una convocatoria de ámbito autonómico y en la que participan la práctica totalidad de los centros y de los investigadores de Aragón.

Del conjunto de estos grupos se muestran a continuación aquellos cuya actividad está directamente relacionada con las TIC. Para facilitar la comparación de estos datos con los contenidos del sector TIC, que se vieron en el epígrafe 1.3 se va a seguir una clasificación análoga, distinguiendo entre las que podrían considerarse como tecnologías informáticas básicas o de carácter general, las tecnologías específicas y las aplicaciones, teniendo en cuenta que en esta última categoría solo se incluyen actividades en las que la utilización de las TIC tiene un carácter definitorio de las mismas y no meramente auxiliar.

## **TECNOLOGÍAS BÁSICAS**

### **Grupo de Arquitectura de Computadores (gaZ)**

Se trata de un grupo de la Universidad de Zaragoza, cuyas principales líneas de investigación son las siguientes:<sup>6</sup>

- Analizar las posibilidades de diseño, tanto de la red de interconexión como de la jerarquía de memoria, para identificar soluciones que permitan construir sistemas en chip masivamente paralelos y eficientes.
- Mejorar la gestión de los recursos disponibles en entornos de tiempo real en los que se debe garantizar el cumplimiento de restricciones temporales.

---

<sup>6</sup> <http://webdiis.unizar.es/gaz/index.php>

- Desarrollar una serie de algoritmos y herramientas que permitan simplificar la programación de aplicaciones OpenCL que sean extremadamente portables, tanto en código, como en relación a su rendimiento y consumo energético.
- Diseñar y acelerar la ejecución de aplicaciones aprovechando nuestro conocimiento de la interacción hardware/software, tanto en entornos de alto rendimiento como en soluciones a medida donde la eficiencia energética es una prioridad.

### **Grupo de I+D en Computación Distribuida (DisCo)**

El grupo forma parte de la Universidad de Zaragoza y, según su web desarrolla tres líneas de investigación principales:<sup>7</sup>

- Desarrollo de herramientas para el modelado y análisis de aplicaciones intensivas en datos. En especial, el interés se centra en propiedades relativas a la eficiencia, fiabilidad y seguridad de sistemas que integran soluciones y tecnologías de Big-Data (entre ellas, MapReduce/Hadoop, bases de datos no-SQL, o los servicios de almacenamiento disponibles en la nube).
- Aplicación de métodos formales al dominio de la ciberseguridad. Esta línea pretende analizar y garantizar la seguridad de determinados modelos de programa, sistemas de información y tecnologías software/hardware emergentes.
- Ejecución de aplicaciones de gran escala en entornos de computación híbridos. El objetivo de esta línea es definir soluciones y crear tecnología que facilite la gestión del ciclo de vida de estas aplicaciones intensivas en cómputo y datos.

---

<sup>7</sup> <http://webdiis.unizar.es/DISCO/lineas-de-investigacion/>

## **Networks and Information Technologies (CeNIT)**

El grupo pertenece a la Universidad de Zaragoza y sus líneas de investigación son la optimización en la red y la calidad de servicio, los servicios multimedia de tiempo real (juegos online, voz sobre IP, vídeo, etc.), los *Virtual Sensor Networks* y también algunas aplicaciones de las redes informáticas en la *e-health*.

## **Software Variability of Information Technologies (SVIT)**

El grupo pertenece a la Universidad San Jorge e investiga sobre la variabilidad del software, desarrollando métodos y herramientas que permiten gestionarla en familias de productos software determinadas.

## **TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS**

### **Supercomputación y Física de Sistemas Complejos y Biológicos (COMPHYS)**

El grupo pertenece a la Universidad de Zaragoza y, dentro de esta, se integra en el Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI). Desarrolla proyectos de análisis y visualización de sistemas complejos, por lo que su actividad se puede encuadrar en el área del *big data*.

### **Sistemas de Información Distribuidos (SID)**

El grupo pertenece a la Universidad de Zaragoza y su línea principal de investigación son las aplicaciones de las tecnologías semánticas, especialmente en entorno de datos móviles.

### **Grupo de Investigación en Interfaces Avanzadas (AffectiveLab)**

Se trata de un grupo de la Universidad de Zaragoza que investiga fundamentalmente en la interacción persona-ordenador, con líneas de investigación como la accesibilidad o la interacción con humanos virtuales.

### **Interactive systems, Adaptivity, Autonomy and Cognition (ISAAC)**

El grupo pertenece a la Universidad de Zaragoza y su ámbito de interés es el estudio de modelos formales y computacionales de sistemas biológicos, cognitivos y complejos. En base a los mismos se construyen simulaciones y modelos de sistemas cognitivos mínimos con el objetivo de captar propiedades esquivas como comportamiento adaptativo o autonomía en el comportamiento de organismos vivos y artificiales.

### **Graphics and Imaging Lab**

Es un grupo que pertenece a la Universidad de Zaragoza y que investiga y trabaja en la elaboración de gráficos mediante ordenadores y de imágenes computacionales. Sus ámbitos de investigación son el *Physically Based Rendering* (PBR), el procesamiento de imágenes, la elaboración de imágenes computacionales, la realidad virtual y la percepción aplicada.

### **Robótica, Percepción y Tiempo real**

Se trata de un grupo de la Universidad de Zaragoza que trabaja en robótica móvil y manipulación, sistemas de percepción, visión por computador, sistemas cooperativos de robots, comunicaciones basadas en redes *ad hoc*, robótica para rehabilitación e interfaces cerebro-ordenador.

### **Integración y Desarrollo de sistemas de big Data y Eléctricos (IODIDE)**

Este grupo pertenece a ITAINNOVA e investiga fundamentalmente en el desarrollo de soluciones de procesamiento de datos, apoyadas en inteligencia artificial, generando conocimiento en tiempo real. Entre otras líneas se encuentran el desarrollo de herramientas de *data analytics* para modelar procesos físicos complejos, con especial dedicación en sistemas de eficiencia térmica; desarrollo de técnicas de *deep learning* y en general de aprendizaje automático para la integración de información, numérica, texto y vídeo; investigación en nuevas técnicas distribuidas de procesamiento *big data* que permitan la generación de modelos cada vez más complejos.

### **Protección de datos y firma electrónica**

Es un grupo de la Universidad de Zaragoza que trabaja en diferentes aspectos de la interacción entre la informática y el derecho, como la protección de datos de carácter personal, la firma electrónica y la administración electrónica.

### **Gestión jurídica de negocios, instrumentos y organizaciones innovadoras (legMIBIO)**

Pertenece a la Universidad de Zaragoza y tiene diversas líneas de investigación relacionadas con la prestación de servicios de la sociedad de la información, pagos en Internet, *fintech*, protección de datos de carácter personal y prestación de servicios de confianza.

### **Sistemas Industriales Inteligentes**

El grupo pertenece a ITAINNOVA y trabaja principalmente en tres líneas. La primera es actuadores inteligentes (*smart actuators*), que se refiere a la integración junto con el actuador de las capacidades de sensorización y procesamiento, la segunda línea se dedica a la robótica y la tercera al desarrollo de sistemas eléctricos y electrónicos robustos (EMC) y de alta eficiencia energética.

## **APLICACIONES**

### **Intelligent Networks and Information Technologies (INIT)**

El grupo, cuya actividad se desarrolla principalmente en el campus de Teruel de la Universidad de Zaragoza, investiga sobre redes vehiculares y sistemas de transporte inteligentes.

### **HOWLAB – Human Openware Research Lab**

Es un grupo de la Universidad de Zaragoza que investiga en aplicaciones de las TIC directamente vinculadas al bienestar humano, como *smart cities*, servicios de soporte a la salud y bienestar de las personas mayores, así como aplicaciones para la mejora de la sostenibilidad y eficiencia energética.



### **Computer Science for Complex System Modelling (COSMOS)**

Pertenece a la Universidad de Zaragoza y su actividad investigadora se centra en la construcción y explotación de modelos obtenidos a través de un proceso de abstracción de sistemas distribuidos de grandes dimensiones pertenecientes a dominios como las redes de computadores o los sistemas de fabricación y transporte.

### **Sistemas de Información Avanzados (IAAA)**

Es un grupo de la Universidad de Zaragoza que se dedica fundamentalmente a la investigación sobre datos espaciales, web semántica geográfica y representación del conocimiento geográfico.

### **I+AITIIP**

Se integra en la Fundación AITIIP una fundación privada cuyo patronato está compuesto por grandes empresas del sector de la transformación del plástico. Su vinculación con las TIC viene especialmente de sus líneas de trabajo en impresión 3D.

### **CIBER, Análisis Económico- Financiero de la empresa y los mercados**

Es un grupo de la Universidad de Zaragoza y entre sus líneas de investigación se encuentran el comercio electrónico y aplicaciones de las TIC en el ámbito de la finanzas.

### **METODO**

Pertenece a la Universidad de Zaragoza e investiga, entre otras materias, en gestión de la confianza y seguridad en Internet, en la distribución multicanal — física y virtual—, y en la utilización de las redes sociales virtuales en la nueva sociedad del conocimiento.

## RESUMEN

En la imagen 4 se presentan de forma esquemática los grupos de investigación TIC y las principales áreas en las que trabajan, siguiendo un patrón similar al utilizado anteriormente en las imágenes 1 y 2 para representar los contenidos del sistema de formación TIC de Aragón y las nuevas profesiones TIC, respectivamente. Con fondo verde se indican aquellos grupos que desarrollan su actividad en Zaragoza y en amarillo el único que lo hace en Teruel. No hay ningún grupo de investigación TIC que desarrolle su actividad principalmente en Huesca.

En cuanto a las instituciones, la mayoría pertenece a la Universidad de Zaragoza y dentro de esta a la EINA. Fuera de estos, hay dos grupos que se integran en ITAINNOVA, mientras que la Universidad San Jorge y la Fundación AITIIP cuentan con un grupo cada una, aunque en esta última su actividad principal dista de ser puramente TIC y se ha incluido en este estudio por un aspecto muy específico, como es la impresión 3D.

En cuanto a las materias se observa que la mayor concentración se da en aquellas que giran en torno a la inteligencia artificial y el *big data*, áreas en las que trabajan hasta cuatro grupos, tres de la Universidad de Zaragoza y uno de ITAINNOVA. Además, estas tecnologías también forman parte de las líneas de investigación de otros grupos, como el de Sistemas Industriales Inteligentes o el de Sistemas de Información Avanzados (IAAA). También hay más de un grupo de investigación en la categoría de informática gráfica, juegos y 3D. Dos son de la Universidad de Zaragoza y mientras uno se centra en distintos aspectos de la informática gráfica el otro se dedica fundamentalmente a la investigación en interfaces. El tercero, como ya se ha dicho, trabaja en impresión 3D.

Teniendo en cuenta la actividad de sus grupos de investigación TIC cabría concluir que Aragón se encuentra especialmente capacitada para la formación en materias relacionadas con la inteligencia artificial y el *big data* y, dentro de estas, en tecnologías como el *machine learning*, pudiendo destacarse los grupos de la EINA dedicados a estas áreas, así como la actividad del Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI) y la de ITAINNOVA.



### Grupos reconocidos de investigación TIC en Aragón

	UZ - EINA	UZ -otros centros	Universidad San Jorge	ITAINNOVA	Otros
<b>AREAS GENERALES</b>					
Sistemas y redes	gaZ CeNIT				
Software	DisCo		SVIT		
Telecomunicaciones					
<b>TECNOLOGIAS ESPECIFICAS</b>					
Mecatronica, IoT, robotica	Robótica, percepción y tiempo real			Sistemas industriales inteligentes	
Big data e IA	COMPHYS SID ISAAC			IODIDE	
Informatica grafica, videojuegos y 3D	AffectiveLab Graphics and imaging lab				I+AITIIP
Documentos electrónicos y blockchain					
Internet					
Seguridad y compliance		PD y FE LEGMBIO			
<b>APLICACIONES</b>					
Comercio electrónico y e-marketing		CIBER METODO			
Información geográfica	IAAA				
Industria, logística y transporte	COSMOS	INIT			
Salud, calidad de vida, deporte	HOWLAB				

Imagen 4. Grupos de investigación reconocidos en Aragón.

## 2.4.2 Empresas TIC en Aragón

Junto a los centros e instituciones específicamente dedicados a la enseñanza y a la investigación, el otro recurso principal para la formación TIC son las empresas. Estas, aunque no tengan como finalidad la enseñanza, acumulan gran cantidad de conocimiento que pueden aportar en acciones formativas, como ya se ha visto en el apartado 1.2 del presente estudio. Se va a realizar por ello un breve análisis de posible potencial de las empresas de sector TIC de Aragón como elemento básico del sistema de formación TIC.

El OASI ha realizado diversos estudios sobre el sector TIC aragonés, siendo los más importantes el *Análisis económico financiero de las empresas del sector TIC en Aragón*, cuya primera edición se realizó en el año 2004 y del que se elaboraron dos nuevas ediciones en los años 2013 y 2014. En estos estudios se lleva a cabo un análisis pormenorizado de las empresas del sector, pero que, como su título indica, se centra principalmente en los aspectos económicos y no en el tipo de conocimiento informático que manejan en su actividad. Pese a ello, por lo detallado del censo que contienen y por la utilización del CNAE como elemento caracterizador de la actividad desarrollada servirán de base al presente análisis. Se utilizará la última versión que, como se ha dicho, corresponde al año 2014. Por otra parte, en el año 2015 se elaboró el estudio *Tecnologías emergentes en Aragón*, en el que se presentan algunas experiencias de aplicación de la computación en la nube, el *big data* y las tecnologías *smart*, algunas de las cuales pueden ser significativas también para este estudio.

Los códigos CNAE que se incluyen en el sector TIC son los siguientes:

- Industrias manufactureras TIC
  - CNAE 2611 Fabricación de componentes electrónicos
  - CNAE 2612 Fabricación de circuitos impresos ensamblados
  - CNAE 2620 Fabricación de ordenadores y equipos periféricos
  - CNAE 2630 Fabricación de equipos de telecomunicaciones
  - CNAE 2640 Fabricación de productos electrónicos de consumo
  - CNAE 2680 Fabricación de soportes magnéticos y ópticos

- Industrias comerciales TIC
  - CNAE 4651 Comercio al por mayor de equipos electrónicos y de telecomunicaciones y sus componentes
  - CNAE 4652 Comercio al por mayor de ordenadores, equipos periféricos y programas informáticos
  - CNAE 4741 Comercio al por menor de equipos electrónicos y de telecomunicaciones y sus componentes
  - CNAE 4742 Comercio al por menor de ordenadores, equipos periféricos y programas informáticos
- Industrias de Servicios TIC
  - Edición de programas informáticos
    - CNAE 5821 Edición de videojuegos
    - CNAE 5829 Edición de otros programas informáticos
  - Telecomunicaciones
    - CNAE 6110 Telecomunicaciones por cable
    - CNAE 6120 Telecomunicaciones inalámbricas
    - CNAE 6130 Telecomunicaciones por satélite
    - CNAE 6190 Otras actividades de telecomunicaciones
  - Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática
    - CNAE 6201 Actividades de programación informática
    - CNAE 6202 Actividades de consultoría informática
    - CNAE 6203 Gestión de recursos informáticos
    - CNAE 6209 Otros servicios relacionados con las tecnologías de la información y la informática
  - Portales web, procesamiento de datos, hosting y actividades relacionadas
    - CNAE 6311 Procesamiento de datos, alojamiento (hosting) y actividades
    - CNAE 6312 Portales web
  - Reparación de ordenadores y equipos de comunicación
    - CNAE 9511 Reparación de ordenadores y equipos periféricos
    - CNAE 9512 Reparación de equipos de comunicación

**Tabla 18.-** Número de empresas de los códigos CNAE del sector TIC que se han considerado de interés a efectos de la formación TIC, en Aragón - 2018. Fuente:INE.

Códigos CNAE	Número de empleados									
	Total	0	1 a 2	3 a 5	6 a 9	10 a 19	20 a 49	50 a 99	100 a 199	200 a 499
261 Fabricación de componentes electrónicos y circuitos impresos	32	13	3	5	1	4	4	0	1	1
262 Fabricación de ordenadores y equipos periféricos	10	5	3	1	0	1	0	0	0	0
263 Fabricación de equipos de telecomunicaciones	12	3	0	1	3	2	1	1	0	1
264 Fabricación de productos electrónicos de consumo	5	0	0	1	2	1	0	1	0	0
582 Edición de programas informáticos	106	84	14	3	3	1	1	0	0	0
611 Telecomunicaciones por cable	30	19	8	0	0	3	0	0	0	0
612 Telecomunicaciones inalámbricas	22	16	3	1	0	0	2	0	0	0
613 Telecomunicaciones por satélite	13	12	1	0	0	0	0	0	0	0
619 Otras actividades de telecomunicaciones	52	17	18	7	4	5	1	0	0	0
620 Programación, consultoría y otras actividades informáticas	569	300	139	56	20	31	16	3	2	2
631 Proceso de datos, hosting y actividades relacionadas; portales web	187	135	33	10	4	2	2	1	0	0

Sin embargo, a los efectos de este estudio en el que interesa la potencial capacidad formativa de las empresas en materias TIC hay algunos de los códigos anteriores que no van a ser considerados, por estimar que la actividad realizada por las empresas no lleva asociado un conocimiento susceptible de ser aprovechado dentro del sistema de formación TIC. Es el caso de las industrias comerciales TIC y de la reparación de ordenadores y equipos de comunicación. El código 2680 correspondiente a la fabricación de soportes magnéticos y ópticos también se suprime, ya que no hay ninguna empresa en Aragón dedicada a esa actividad.

Según los datos del Directorio Central de Empresas, del Instituto Nacional de Estadística, para el año 2018 el número de empresas que había en Aragón para cada uno de los códigos CNAE que se han considerado de interés a efectos de la formación TIC son los que se indican en la tabla 18. Como puede observarse el sector más numeroso es el de programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática, con 569 empresas. Es también este el sector en el que hay empresas de mayor tamaño, con dos que tienen de 200 a 499 empleados y otras dos que tienen entre 100 y 199. Le siguen a

bastante distancia proceso de datos, hosting y actividades relacionadas; portales web y edición de programas informáticos.

Seguidamente vamos a realizar un análisis de las empresas del sector TIC, basándonos en los datos del mencionado estudio económico-financiero del sector, realizado en 2014, en el que se utilizan los códigos CNAE. Pero ha de tenerse en cuenta que a la hora de conocer la actividad real de las empresas los códigos CNAE tienen una escasa capacidad descriptiva, en primer lugar, porque sus categorías no se adaptan muy bien a la realidad del sector TIC actual y, en segundo lugar, porque muchas veces las empresas se incluyen en uno u otro de los códigos sin prestar excesiva atención a que este se corresponda lo más exactamente posible con su actividad. Por ello, la información aportada por estos se complementará con otras fuentes siendo el objetivo identificar en la medida de lo posible el conocimiento principal que utilizan las empresas del sector. Únicamente se tomarán en consideración las empresas que tienen al menos un empleado.

## **FABRICACIÓN**

La fabricación de componentes electrónicos cuenta con cierta presencia en Aragón. Aragonesa de Componentes Pasivos S.A. es una empresa ubicada en Tarazona, que en 2014 tenía 102 empleados y que fabrica potenciómetros y otros componentes electrónicos. Le sigue en número de empleados Mael Coccion S.L. con 42, dedicada a la fabricación de bobinas y situada en Zaragoza. Electronica Keld S.L. se sitúa en la misma ciudad, cuenta con 20 empleados y fabrica una gama más amplia de productos, principalmente relacionados con la domótica y el control de climatización en edificios, vehículos y otros entornos. La fabricación de circuitos impresos ensamblados tiene una mínima presencia ya que la única empresa dedicada a la misma es Montajes y Desarrollos Integrados, una empresa con 12 empleados ubicada en Mas de las Matas, que diseña y fabrica circuitos electrónicos con tecnología convencional y ninguna empresa se dedica a la fabricación de ordenadores y periféricos.

Finalmente, en la fabricación de productos electrónicos de consumo hay una empresa, Electrónica Cerler S.A., con 259 empleados, pero su actividad no puede considerarse TIC. Las otras 4 empresas que forman este subsector en Aragón no desarrollan una actividad que esté directamente vinculada a la TIC, pudiendo destacarse únicamente la actividad de Scati Labs S.A., especializada en seguridad bancaria y que integra en sus productos elementos TIC avanzados.

## **TELECOMUNICACIONES**

En este epígrafe el CNAE distingue cuatro subsectores que son telecomunicaciones por cable, inalámbricas, por satélite y otras actividades de telecomunicaciones, siendo precisamente este último subsector en el que se inscriben la mayor parte de las empresas aragonesas cuya actividad se centra en las telecomunicaciones. Además, se va a integrar en este apartado el subsector fabricación de equipos de telecomunicaciones que, de acuerdo con el CNAE debería estar en el anterior, dedicado a la fabricación. Otra cuestión de método es que, dentro de este sector, se descartan las empresas que se dedican al marketing telefónico o a la gestión de *call centers* y que se inscriben en el mismo.

Las dos empresas mayores del sector de las telecomunicaciones en Aragón se dedican a la fabricación. La primera es Teltronic, que cuenta con 260 empleados y está especializada en la fabricación de equipos y sistemas para radiocomunicaciones y terminales móviles. Le sigue Telnet Redes Inteligentes S.A., con 148 empleados, que se dedica principalmente a la fabricación de cables de telecomunicaciones. Dentro de la fabricación de equipos de telecomunicaciones se encuentran otras empresas, ya con dimensiones bastante menores, que fabrican desde sistemas radiantes y transmisores de radio y televisión (OMB Sistemas Electrónicos SA) hasta equipos de audio para vehículos (Audiobus S.L.). El resto de las empresas del subsector se dedican a la consultoría, implementación de redes, etc., como es el caso de Gotor Comunicaciones S.A, que tiene 47 empleados, o el de Fibercom S.L. que realiza instalaciones de fibra óptica.

## DESARROLLO DE SOFTWARE Y CONSULTORÍA

El epígrafe 620 de la codificación CNAE incluye varios subepígrafes, que son actividades de programación informática, actividades de consultoría informática, gestión de recursos informáticos, y otros servicios relacionados con las TIC. Luego, estrechamente relacionados con estas categorías, se encuentran los códigos 582, edición de programas informáticos y 631, portales web, procesamiento de datos, hosting y actividades relacionadas. Dada las similitudes de estas categorías se van a tratar de forma conjunta los distintos epígrafes, distinguiendo por una parte las empresas cuya actividad se centra principalmente en la consultoría y el desarrollo de software y por otra, aquellas que se dedican principalmente a la externalización de servicios y a los sistemas, que se incluirán en el siguiente apartado.

La empresa de mayor tamaño en este primer grupo —consultoría y el desarrollo de software— es Instrumentación y Componentes S.A. (INYCOM) ubicada en Zaragoza y que cuenta con 352 empleados, aunque muchos de ellos se dedican a áreas de actividad, como el equipamiento médico, que no están directamente relacionados con las TIC. Seguidamente, los centros de trabajo más importantes dedicados a consultoría y desarrollo de software son los que dependen de las grandes consultoras. Deloitte dispone de dos, situados en Zaragoza y en el Parque Tecnológico Walqa y en los que trabajan más de 300 profesionales, de los cuales más de 240 se dedican al desarrollo de software. Por su parte, Everis tiene en su centro de Zaragoza 220 empleados, dedicados al I+D, a la consultoría y al desarrollo.

Ya dentro de las empresas medianas —con menos de 200 trabajadores— se encuentra iASoft, empresa integrada en el grupo Oesía, que tiene 123 trabajadores y está especializada en el desarrollo de aplicaciones estándar de gestión y servicios asociados para las Administraciones públicas. Como empresa aragonesa, dentro de las grandes se encuentra únicamente Hiberus, que tiene 219 empleados. En la categoría siguiente se ubica Ingeniería y Control Electrónico S.A., dedicada al desarrollo de software técnico y que tiene 64 empleados.

## **SISTEMAS Y OUTSOURCING**

En este epígrafe la mayor empresa en Aragón es DXC Technology, que nació como resultado de la fusión del área de servicios de Hewlett Packard Enterprise (HPE) y CSC, y que, según afirmaciones de su director general, esperaba superar en 2018 los mil trabajadores. Las demás empresas tienen un tamaño muy inferior y se dedican a diversos servicios.

## **TECNOLOGÍAS ESPECIFICAS**

Al igual que se vio en su momento que había estudios, en especial el Grado en Informática, en el que se trataban las distintas tecnologías específicas, en las empresas se da una situación similar, ya que las grandes y medianas que se han incluido en el epígrafe Desarrollo de software y consultoría, utilizan también en mayor o menor grado todas o algunas de las tecnologías específicas. Teniendo en cuenta este hecho, a continuación, se va a intentar identificar únicamente algunos casos de empresas especializadas en tecnologías concretas, con el objetivo de determinar aquellas áreas en las que pudiera existir un mayor grado de conocimiento y experiencia en el sector TIC aragonés. Dada la limitación de los medios disponibles para el estudio no es posible realizar un cribado exhaustivo de las empresas del sector por lo que es posible que se omitan casos relevantes, pese a lo cual se considera de interés intentar caracterizar, aunque sea de forma aproximada, las áreas de conocimiento más relevantes del sector TIC aragonés.

### **Mecatronica, IoT, robotica**

En IoT destaca Libelium, empresa que desde su origen se ha especializado en la construcción de sensores y en el desarrollo de sistemas integrados para la monitorización en entornos muy diversos. En robotica cabe mencionar a PROYTECSA Security que dispone de una planta de producción en Binefar y está especializada en la construcción de robots para el área de seguridad. Por su parte Movicontrol, empresa ubicada en el polígono industrial Centrovía se especializa en el campo de la mecatrónica.

## **Big data e inteligencia artificial**

La rápida extensión del *big data* hace que prácticamente todas las empresas grandes presten ya servicios relacionados con el mismo. Podría destacarse a la consultora Everis, que ha centrado en Zaragoza el desarrollo en esta área para toda la compañía y cuenta con un centro de excelencia en inteligencia artificial ligado a *big data*, en el que trabajan 28 personas.

## **Informática gráfica, videojuegos y 3D**

La presencia en Aragón de empresas dedicadas a estas tecnologías es muy reducida. En Teruel existe una empresa dedicada al desarrollo de videojuegos, Teku Studios, que tiene 6 empleados. En informática gráfica cabe mencionar a LSLuz, una spin-off de la Universidad de Zaragoza.

## **Documentos electrónicos**

Por el número de empleados cabe destacar Solitium, que presta servicios de ofimática integral, y Datinza que se dedica a la digitalización, procesado y gestión de todo tipo de documentos a alta velocidad y cuenta con delegaciones en varias ciudades. Como empresa especializada en la gestión del conocimiento mediante documentos electrónicos cabría destacar a la empresa Keensoft, especializada en gestión documental y custodia digital. También Multitec es una empresa especializada en servicios y soluciones de gestión electrónica documental.

## **Internet**

Dentro de la categoría Internet podrían incluirse la práctica totalidad de las empresas de Aragón, ya que esta red se ha hecho omnipresente en la utilización de las TIC y en todas ellas su actividad se relaciona con la misma de una forma u otra. Pero, por destacar algunos aspectos específicos y altamente especializados cabe mencionar dos microempresas. Una de ellas es Semmantica, especializada en SEO y creada por exalumnos del Master en Administración Electrónica de Empresas. Otra es Torres Burriel Estudio,

especializada en usabilidad y que ha realizado una importante contribución al conocimiento de esta importante especialidad en el tejido empresarial aragonés.

### **Seguridad y compliance**

No hay empresas grandes ni medianas especializadas en seguridad o *compliance*, servicios que suelen ser prestados por las empresas proveedoras de servicios TIC en general. Puede mencionarse a Nologin que, dentro de sus servicios de red, presta servicios avanzados de seguridad, especialmente en materia de identificación. En cuanto al cumplimiento normativo cabe citar a Artico, empresa con una larga trayectoria en los servicios relativos a la protección de datos de carácter personal.

### **APLICACIONES**

Si ya resultaba difícil dar una visión esquemática de las empresas TIC que se dedican a tecnologías específicas mucho más lo es con aquellas que se dedican a aplicaciones concretas de las TIC. Además, también en este caso es muy frecuente que los servicios sean ofrecidos por empresas generalistas y que sean poco frecuentes las empresas especializadas en un único nicho. Pese a ello seguidamente se identifican algunas empresas cuya actividad se centra principalmente en algunas aplicaciones de las TIC.

### **Comercio electrónico y e-marketing**

El e-marketing es probablemente la actividad en la que más fácil resulta encontrar empresas especializadas, ya que las agencias de marketing han integrado esta modalidad en su actividad tradicional. Algunas de estas agencias se dedican también al desarrollo de webs con finalidades publicitarias y promocionales. Otro grupo de empresas especializado son las que se dedican al desarrollo y mantenimiento de sitios de comercio electrónico sobre algunas de las principales plataformas, como Prestashop o Magento. Por otra parte, como actividad muy específica cabe mencionar a Bitbrain, empresa dedicada al desarrollo de sistemas para neuromarketing.

## **Agricultura e información geográfica**

Hay alguna empresa aragonesa especializada en el desarrollo de aplicaciones para el sector primario, como 7eData que dispone de un ERP para bodegas y almazaras. Dentro de la información geográfica cabe mencionar remOT Technologies, resultado de la actividad investigadora del grupo Geoforest-IUCA de la Universidad de Zaragoza.

## **Salud**

Un sector en el que han surgido diversas iniciativas empresariales es el de la biotecnología, especialmente en la aplicación de la impresión 3D para aplicaciones relacionadas con la salud. En esta línea cabe destacar Podoactiva, que fabrica plantillas a partir de un scanner 3D de la planta del pie y que está extendiendo esta tecnología a otros supuestos de uso a través de su participada, Younext. Por su parte, Exovite utiliza asimismo la impresión 3D para la fabricación de férulas e integra en las mismas sistemas para la electroestimulación, con la finalidad de acortar los tiempos de recuperación.

## **RESUMEN**

Siguiendo el patrón establecido en las imágenes 2, 3 y 4, en la número 5 se representan las empresas del sector TIC aragonés clasificándolas en el eje vertical según su actividad, utilizando para ello categorías equivalentes a las definidas en las otras gráficas. En el eje horizontal se representan las empresas según su tamaño, distinguiendo entre grandes, que tienen 200 o más empleados, medianas, que tienen entre 50 y 199 empleados, pequeñas, que tienen entre 10 y 49 empleados y microempresas, que tienen menos de 10 empleados. Con fondo verde se representan las que desarrollan su actividad en la provincia de Zaragoza, con fondo rojo las que lo hacen en la de Huesca, y con fondo amarillo las de Teruel.

Dentro del apartado de Aplicaciones se contemplan las categorías de comercio electrónico y e-marketing, agricultura e información geográfica y salud.



### Empresas del sector TIC de Aragón

	Grandes	Medianas <200 emp.	Pequeñas <50 emp.	Micro <10 emp.	Entidades
<b>AREAS GENERALES</b>					
Fabricación de equipos electrónicos	ACP		10 empresas	16 empresas	
Consultoría y desarrollo	INYCOM Everis   Deloitte Hiberus	iASoft (Oesia) Ing. y control ComexTIC	49 empresas	235 empresas	TECNARA
Sistemas y outsourcing	DXC Technology		4 empresas	47 empresas	
Telecomunicaciones	Teltronic	Telnet	14 empresas	46 empresas	
<b>TECNOLOGIAS ESPECIFICAS</b>					
Mecatronica, IoT, robotica		Libelium Proytecса	Movicontrol Tafyesa	Cognit	
Big data e IA				Belerofontech Kampal	
Informatica grafica, videojuegos y 3D				Teku estudios	
Documentos electrónicos y blockchain		DATINZA Solitium	DOPAR Keensoft	Multitec	
Internet				Semmantica Torres Burriel	
Seguridad y compliance			Nologin	Artico	
<b>APLICACIONES</b>					
Comercio electrónico y e-marketing				Zaragento Bitbrain	ATVA SATipyme
Agricultura e información geográfica				7eData remOT Technologies	
Salud, calidad de vida, deporte			Exovite Podoactiva Younext		

Imagen 5. Actividades principales de las empresas TIC en Aragón.



A large teal 3D block graphic is positioned on the left side of the page, extending towards the center. The text is placed on the right-facing side of this block. The block has a dark teal top surface and a lighter teal bottom surface, creating a 3D effect. The text is white and centered on the right face of the block.

# **3 Estrategias para la formación TIC**



## 3.1 Objetivos estratégicos de la UE, España y Aragón

### 3.1.1 Unión Europea

Una de las diez prioridades de la Comisión Europea para el periodo 2015-2019 es el desarrollo del mercado único digital, con el objetivo de lograr que la economía, la industria y la sociedad europeas aprovechen plenamente las posibilidades de las TIC. Este mercado único forma parte integrante del proyecto de una Europa digital, junto con las soluciones y datos electrónicos y los servicios digitales transfronterizos.

Un elemento fundamental para la implementación de estas estrategias son los conocimientos de la ciudadanía, por lo que la Comisión adoptó en junio de 2016 la nueva Agenda de competencias para Europa (*Skills Agenda for Europe*), en la que se definen diez acciones cuyo objetivo es poner a disposición de los ciudadanos la formación y el apoyo adecuados para adquirir las habilidades que precisa la nueva economía. Los objetivos y acciones de esta Agenda se establecen en la *Comunicación de la Comisión COM (2016) 381 final, Una nueva agenda de capacidades para Europa, Trabajar juntos para reforzar el capital humano, la empleabilidad y la competitividad*.

En la Comunicación se plantea la necesidad de centrarse en las competencias digitales ya que “la rápida transformación digital de la economía implica que casi todos los puestos de trabajo requieren ahora un cierto nivel de capacidades digitales, al igual que la participación en la sociedad en general”. Como medio para la consecución de estos objetivos, la Comisión ha puesto en marcha la Coalición por las capacidades y los empleos digitales (*The Digital Skills and Jobs Coalition*) con la finalidad de garantizar que las personas y la mano de obra en Europa disponen de capacidades TIC suficientes. La Comisión también ha pedido a los Estados miembros que desarrollen unas estrategias nacionales globales de capacidades digitales.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> En <https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/bg> puede verse un análisis de las habilidades en los distintos sectores y previsiones sobre su demanda hasta 2030, en la UE y en los distintos Estados miembros.

Desde el punto de vista de la formación hay asimismo una estrategia común europea, que se plasma en el Marco estratégico Educación y Formación 2020 (ET2020). Los cuatro objetivos estratégicos que se definen son los siguientes:

- Deben hacerse realidad el aprendizaje permanente y la movilidad con unos sistemas de educación y formación profesional que sean más sensibles al cambio y al mundo en general.
- Deben mejorarse la calidad y la eficacia de la educación y la formación prestándose más atención a elevar el nivel de las cualificaciones básicas, como el alfabetismo y las nociones aritméticas elementales, haciendo más atractivas las matemáticas, la ciencia y la tecnología, así como potenciando las competencias lingüísticas.
- Debe promoverse la equidad, la cohesión social y la ciudadanía activa de modo que todos los ciudadanos, independientemente de sus circunstancias personales, sociales o económicas, puedan seguir desarrollando unas aptitudes profesionales durante toda su vida.
- Debe fomentarse la creatividad y la innovación, incluido el espíritu empresarial, en todos los niveles de la educación y la formación, dado que son los principales impulsos del desarrollo económico sostenible. En particular, debe ayudarse a los particulares a adquirir competencia digital y desarrollar la iniciativa, el carácter emprendedor y la conciencia cultural.

Por otra parte, la tercera de las seis prioridades que se establecen para el desarrollo del Marco estratégico en el periodo 2016-2020, que consiste en “una educación y una formación abiertas e innovadoras, con una plena incorporación a la era digital”, hace referencia directa a la importancia de los conocimientos y habilidades digitales, colocándolos en un primer plano dentro de los objetivos de la formación en Europa.

### 3.1.2 *España*

En aplicación de la estrategia europea ET2020 España ha ido aprobando anualmente sucesivos programas nacionales de reformas, con medidas

concretas aplicadas en el área de la educación.<sup>9</sup> Por su parte, la Comisión realiza un seguimiento de las acciones y del progreso conseguido. Dentro de este seguimiento se enmarca el *Documento de trabajo de los servicios de la Comisión SWD(2016) 78 final, Informe sobre España 2016, con un examen exhaustivo relativo a la prevención y la corrección de los desequilibrios macroeconómicos*. En él se destaca que, en el último cuadro de indicadores de la Agenda Digital, nuestro país muestra valores inferiores a la media de la UE en los cuatro indicadores que miden el desarrollo del capital humano en el ámbito de las competencias digitales, lo que pone de manifiesto que hay margen de mejora.

Entre las acciones que se desarrollan a nivel nacional para mejorar estos desequilibrios se encuentra el Plan de formación de competencias digitales, del Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), que está dotado con un presupuesto de 60 millones de euros. Puede ser significativo a los efectos de este estudio conocer cuáles son las áreas que se han identificado como prioritarias en la aplicación de dicho Plan y que son las siguientes:

- comunicaciones de banda ancha (5G, fibra óptica, redes híbridas, etc.)
- ciberseguridad
- gestión y mantenimiento de impresoras 3D
- inteligencia artificial y computación cognitiva
- robótica
- drones
- automoción con motor eléctrico o de conducción autónoma
- computación en la nube
- Internet de las cosas
- analítica avanzada (*big data, business intelligence*, lenguaje r, etc.)
- servicios de ubicación

Por su parte, dentro de la planificación estratégica referida a las TIC cabe destacar la Agenda Digital para España cuya finalidad es llevar a cabo en

---

<sup>9</sup> Los programas pueden verse en <https://www.mecd.gob.es/educacion/mc/redie-eurydice/prioridades-europeas/e2020/compromisos-espana-e2020.html>

nuestro país los objetivos de la Agenda Digital para Europa, aunque se añaden objetivos específicos para el desarrollo de la economía y la sociedad digital en España. Entre sus líneas de actuación se incluía la elaboración de un Plan de Inclusión Digital y Empleabilidad, que se llevó a cabo en 2013, articulándose el Plan en torno a cuatro ejes, tres de los cuales incluían acciones relacionadas con la formación TIC.

El eje II, alfabetización, pretendía dotar a la población de las competencias digitales básicas. Para ello se contemplaba una acción denominada Formación en competencias TIC, que incluía el desarrollo de programas de formación para la mejora de las habilidades digitales enfocados especialmente a colectivos desfavorecidos y que tenían como finalidad mejorar la calidad de vida, la inserción laboral y favorecer su participación como ciudadanos en la sociedad de la información. Otra acción era la creación de Instrumentos para la alfabetización digital y el fomento en el uso de las TIC, mediante el desarrollo de programas de formación para la mejora en la utilización de nuevos dispositivos y contenidos por colectivos con bajo nivel de uso, como los mayores. Por su parte, el eje III se dedicaba al fomento de la igualdad de género en el uso y en el acceso a las nuevas tecnologías de la información e incluía la formación en nuevas tecnologías para el fomento de la igualdad, con el desarrollo de programas de formación para mujeres en diferentes ámbitos y niveles.

Pero el eje que incluía más acciones de formación era el IV, empleabilidad, que se orientaba a la mejora de la formación para el empleo dirigida a nuevos profesionales TIC y a profesionales de otros sectores. Una de las líneas de acción era la adecuación de la formación a las demandas de las empresas para lo que se proponían medidas como el establecimiento y difusión de modelos de competencias digitales para profesionales y ciudadanos; la adecuación de los currículos formativos para mejorar la empleabilidad; la acreditación o certificación de los trabajadores; y la mejora de su cualificación. Entre las acciones a desarrollar se encontraba la creación de un Centro de Referencia Nacional para la familia de comercio electrónico y marketing digital; realizar acciones de difusión del modelo europeo de competencias digitales

para profesionales y de los modelos básicos de competencias TIC para ciudadanos; así como el apoyo al proyecto CertiUni, cuya finalidad es facilitar a las universidades la acreditación de las competencias más demandadas en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior.<sup>10</sup>

La otra línea era la formación para el empleo, que incluía acciones como un programa de financiación directa para iniciativas de formación e inserción laboral de demandantes de empleo en TIC; un programa de formación en nuevas tecnologías para la inserción laboral de personas con discapacidad; y el desarrollo de distintos MOOC sobre economía digital y tecnologías emergentes, de un programa superior sobre *big data & business analytics* y de un master en dirección y gestión de negocios digitales.

### 3.1.3 Aragón

El I Plan Director para el desarrollo de la Sociedad de la Información en la Comunidad Autónoma de Aragón, que abarcaba el periodo 2005-2008, incluía como uno de sus objetivos estratégicos la educación para el desarrollo personal en la Sociedad de la Información. En este objetivo uno de los ejes fue la incorporación de las TIC a la práctica educativa, con medidas como la extensión de infraestructuras en los centros educativos, la formación del profesorado, la creación de recursos y contenidos TIC, así como el desarrollo de proyectos innovadores. Otro eje fue la capacitación TIC para el desempeño laboral que incluía acciones relativas a la formación tanto para el empleo TIC, como en el sistema universitario y en el sector público.

En el II Plan Director, elaborado para el periodo 2009-2012, el eje de actuación denominado Comunidad Digital incluía diversas acciones relacionadas con la formación. Dos tenían que ver con potenciar las estructuras preexistentes de redes de telecentros y dinamizadores TIC, convirtiendo a los primeros en Centros de Cultura Digital y realizando acciones de formación y coordinación dirigidas a los segundos. En este mismo eje, la iniciativa de formación/capacitación TIC contemplaba el desarrollo de acciones de

---

<sup>10</sup> [www.fundacioncertiuni.com](http://www.fundacioncertiuni.com)

alfabetización digital y familiarización en el manejo de Internet. Estas acciones se dirigían a sectores de la sociedad que todavía no habían incorporado las TIC en su vida cotidiana. También se preveían acciones formativas específicas, dentro del programa destinado a la inclusión digital de determinados colectivos.

Desde el punto de vista de la formación dirigida a profesionales el eje de actuación denominado Tejido Empresarial TIC incluía la iniciativa Capacitación para el empleo en el sector TIC, cuya finalidad era la adaptación de los planes de estudios de las universidades, de los ciclos superiores de FP y de la formación ocupacional, para adecuar los perfiles formativos a las necesidades de las empresas.

Actualmente podemos identificar algunas de las prioridades del Gobierno de Aragón en esta materia recurriendo al Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de Aragón para el periodo 2014-2020, plasmado en la *Decisión de Ejecución de la Comisión de 14/7/2015, por la que se aprueban determinados elementos del programa operativo «Aragón», para el que se solicitan ayudas del FEDER en el marco del objetivo de inversión en crecimiento y empleo destinadas a Aragón, en España*. El segundo eje prioritario de este programa es mejorar el uso y la calidad de las TC y el acceso a las mismas, contemplándose una prioridad de inversión destinada al refuerzo de las aplicaciones de las TIC para la administración electrónica, el aprendizaje electrónico, la inclusión electrónica, la cultura electrónica y la sanidad electrónica. Sin embargo, el Programa no contempla acciones específicas dirigidas a la formación TIC.

La importancia de la capacidad formativa para el progreso de Aragón sí que quedó reflejada en la Estrategia Aragonesa de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente (RIS3-Aragón), cuya finalidad es consolidar un sistema de I+D+i sostenible a medio y largo plazo. Entre los objetivos genéricos que se proponen se encuentra la mejora de las capacidades formativas del sistema, fomentando la formación, cualificación y desarrollo de los investigadores de Aragón bajo criterios de calidad y excelencia, así como

impulsar la inserción laboral y la empleabilidad de los recursos formados, tanto en el sector público como en el sector empresarial.

Finalmente, cabe mencionar el Plan para la Mejora del Empleo en Aragón 2016-2019, acordado entre el Gobierno de Aragón y las organizaciones empresariales y sindicales más representativas (CEOE Aragón, CEPYME Aragón, UGT Aragón y CCOO Aragón). La medida número 20 es la formación en TIC, centrándose el Plan en la formación certificada por empresas de alto nivel tecnológico en el sector de las nuevas tecnologías, como la impartida por el CTA. Esta medida cuenta con un presupuesto de un millón cien mil euros para cada uno de los años de desarrollo del Plan.

## **3.2 Orientaciones para la formación TIC en Aragón**

### *3.2.1 Análisis por áreas*

En primer lugar y tomando como base la información reunida a lo largo del estudio se va a realizar un análisis de la situación del sistema de formación TIC en Aragón y de las posibles orientaciones para la evolución del mismo, teniendo en cuenta las distintas áreas en las que se han dividido los contenidos impartidos dentro del sistema.

### **FORMACIÓN GENERALISTA**

#### **Informática general**

Los estudios de carácter generalista dirigidos a la formación de profesionales TIC se encuentran en la formación reglada y, dentro de esta, en los grados universitarios y de formación profesional. Los centros en que se imparten tienen un alto nivel de calidad y parece que capacidad suficiente para atender a la demanda, aunque esta ha presentado oscilaciones en los últimos años. En este tipo de formación la reclamación que se plantea con mayor frecuencia es la necesidad de adaptar los contenidos de los planes de estudio a las necesidades reales de las empresas.

El grado universitario en informática incluye contenidos tanto del área de sistemas como de la de desarrollo, aunque en la parte final los alumnos pueden especializarse en distintos perfiles. Por su parte, los grados de FP ya se dividen desde el principio entre los que se dirigen al desarrollo y los orientados hacia los sistemas.

## **Desarrollo**

Dentro del área de desarrollo, tanto la FP como la formación para el empleo y las plataformas de *elearning* se centran en la formación sobre herramientas consolidadas, especialmente lenguajes de programación, como C++ o Java. La oferta de formación en otras herramientas o tecnologías más avanzadas, como la programación móvil, resulta menos frecuente. Sin embargo, a estas se refieren las profesiones emergentes relacionadas directamente con la programación que se identificaron como, por ejemplo, la de experto en HTML5 y la de programador de teléfonos inteligentes.

Otro aspecto en el que debería hacerse hincapié es el de la metodología y la calidad del software. Es importante que desde la formación se imbuya a los programadores en las buenas prácticas porque con frecuencia la dinámica de las empresas hace que se tienda a no prestar la debida atención a esta faceta del desarrollo. Sin embargo, fuera de la formación reglada de carácter generalista, escasean los cursos con estos contenidos. Tal vez, los centros que cuentan con participación pública podrían poner énfasis en estas materias con acciones que, sostenidas a lo largo del tiempo, pudieran redundar en una mejora sustancial de la calidad del software producido en Aragón.

En este sentido cabe destacar que los dos grupos de investigación aragoneses cuya actividad está relacionada más directamente con el desarrollo de software, que son el Grupo de I+D en Computación Distribuida (DisCo), de la Universidad de Zaragoza, y *Software Variability of Information Technologies* (SVIT), de la Universidad San Jorge, prestan gran atención, cuando no se centran directamente, a los aspectos metodológicos.

## Consultoría y dirección de las TIC

Como contenido del área de desarrollo suele pensarse principalmente en la elaboración de software, pero en el estudio realizado se pone de manifiesto que, desde el punto de vista del sector TIC, las actividades más relevantes son las que podríamos englobar bajo el concepto de consultoría. Incluso dentro del propio desarrollo de software es fundamental la función de los responsables de proyecto o de producto y de los analistas, cuyo perfil formativo confluye en alguna forma con el que se requiere para las tareas de consultoría.

En ambos casos se trata de expertos que deben disponer, por una parte, de conocimiento sobre el negocio en el que se utilizan los sistemas de información o al menos de capacidades que les permitan comprenderlo a partir de la información que les facilitan los clientes y, por otra, de una visión amplia de las soluciones informáticas, incluyendo las más avanzadas. La unión de estos conocimientos es clave para aplicar a cada necesidad la solución más apropiada, evitando incurrir en desarrollos innecesarios o redundantes para el estado de la técnica. Por otra parte, la función que llevan a cabo estos profesionales resulta fundamental para que la utilización de las TIC tenga un impacto real en la productividad y, por ende, en la competitividad de las empresas. Otro perfil que puede asociarse a los anteriores, aunque no es idéntico, es el de dirección y gestión de los sistemas de información. En este caso la función se centra en que la organización disponga de los sistemas óptimos para cubrir sus necesidades, para lo cual se precisan algunos de los conocimientos que necesita un consultor, pero también otros relativos a la gestión.

Con frecuencia, las capacidades necesarias para el desarrollo de las funciones propias de estos perfiles suelen adquirirse mediante la práctica profesional, pero es importante desarrollar formación que esté orientada hacia los mismos. En este sentido, es frecuente proponer la elaboración de planes que integren la formación técnica con la propia de las ciencias sociales —especialmente la referente a la dirección de empresas— o la oferta de dobles titulaciones, con títulos de ambas macroáreas. Además, ha de tenerse en cuenta que la necesidad de una actualización permanente hace que esta formación deba

tener un componente importante orientado hacia el aprendizaje a lo largo de la vida (*lifelong learning*) si se quiere que estos profesionales no queden obsoletos en plazos muy inferiores a los que supone una vida laboral.

Desde el punto de vista del sector TIC, el estudio ha puesto de manifiesto que la consultoría es el núcleo del negocio de muchas de las grandes empresas, así como la actividad a la que se dedican un buen número de las empresas pequeñas y microempresas. Ello tal vez debería llevar a replantearse algunas bases de la formación TIC actual, sobre todo en los niveles superiores, poniendo mayor énfasis en la integración y la utilización de herramientas a alto nivel. El continuo incremento de la complejidad de los sistemas de información hace preciso que la formación de los profesionales que van a tomar decisiones a alto nivel se centre en estos aspectos, abstrayéndose de muchos de los detalles que hasta ahora se han considerado relevantes para su formación. De esta forma sería posible, por ejemplo, prestar mayor atención a aspectos avanzados, como la usabilidad (UX), los datos abiertos (*open data*) o el humanismo digital, que han sido detectados al estudiar las nuevas profesiones TIC.

## **Sistemas**

La formación en sistemas se incluye en el grado de informática, hay un grado de FP específico y se le presta bastante atención tanto en la oferta de formación para el empleo —especialmente en el CTA— como en la de las empresas de *elearning*.

Al plantear la formación en esta área habría de tenerse en cuenta que muy probablemente su futuro vendrá condicionado por la extensión de la computación en la nube. Desde el punto de vista del negocio se trata de una forma de externalización y, según el estudio, las empresas más importantes en esta área son las que se dedican al *outsourcing* de servicios informáticos. También en las nuevas profesiones la única relacionada con los sistemas es la de experto en computación en la nube. De acuerdo con lo anterior, cabe prever que la tendencia sería que las organizaciones cada vez precisen menos

profesionales de sistemas *in situ* y que las funciones de estos sean cada vez más sencillas, mientras aumenta la demanda de profesionales capaces de gestionar sistemas de cierta entidad que presten servicios externalizados a través de la nube.

## **Telecomunicaciones**

La EINA imparte un grado en telecomunicaciones y dentro de la FP hay también un grado de Técnico en Instalaciones de Telecomunicaciones. Cabe considerar que estos estudios cubren la demanda existente de formación generalista en esta área, al menos si se tiene en cuenta el número de alumnos que los eligen. Dentro de la formación para el empleo destacan los cursos del CTA sobre equipamiento específico y en la formación impartida a través de *elearning* también se contemplan cursos sobre redes.

En cuanto a los demás aspectos estudiados, hay empresas importantes en Aragón que se dedican a las telecomunicaciones, pero no se cuenta con ningún grupo de investigación que se dedique específicamente a esta área. Dentro de las profesiones emergentes tampoco se identificó ninguna relativa a las telecomunicaciones.

## **TECNOLOGÍAS ESPECIFICAS**

### **Mecatronica, IoT, robotica**

Podría decirse que en esta área la comunidad autónoma de Aragón cuenta con una buena cobertura en el nivel de los estudios universitarios, al existir un grado específico dedicado a la mecatrónica en la EUPLA, al que se suma un Diploma en Microsistemas, título propio de la Universidad de Zaragoza. No sería así en los otros niveles formativos, en los que encontramos un Programa Superior en Internet de las Cosas e Industria 4.0 (PSICI), y algunos cursos puntuales de entidades públicas y privadas aragonesas.

Es posible que en esta categoría exista una ventana de oportunidad, ya que hay empresas importantes que se dedican a esta actividad y dos grupos de investigación, uno de la Universidad de Zaragoza y otro de ITAINNOVA.

Además, la monitorización y la automatización tienen numerosas aplicaciones en el sector primario y en especial en relación con una materia, la gestión del agua, en la que Aragón siempre ha aspirado a ejercer cierto liderazgo.

También la industria 4.0 supone una oportunidad para estos profesionales, habiéndose identificado como una de las profesiones emergentes la de especialista en IoT.

Existe una abundante oferta en nuestro país, ya que se imparte un Máster en Internet de las Cosas (IoT) en las universidades Politécnica de Madrid, Complutense de Madrid, de Alcalá, de Salamanca, Politécnica de Catalunya (UPC), de Oviedo, e Internacional de Valencia. Por su parte, la Universidad Autónoma de Barcelona oferta un Master en Internet de las cosas para la salud digital y la Universidad Internacional de la Rioja dispone de un Máster Universitario en Industria 4.0.

### **Big data e IA**

En esta área el aspecto en el que más destaca la comunidad autónoma de Aragón es en los grupos de investigación, ya que hay tres en la Universidad de Zaragoza y uno en ITAINNOVA que se dedican a la misma, desde diferentes perspectivas. También destaca esta área en las profesiones emergentes que tiene asociadas, ya que se han identificado hasta cuatro perfiles: director de datos, experto en gestión de big data, científico de datos y especialista en IA. En cuanto a las empresas, hay más empresas grandes que están creando departamentos específicos que empresas pequeñas especializadas en *big data* o IA.

En cuanto al panorama formativo en el nivel universitario no resulta muy halagüeño, ya que a la fecha de elaborar el presente estudio el título propio en *big data* ofertado por la EINA no ha podido comenzarse en el inicio del curso 2018-19 como estaba previsto, por no haberse alcanzado la matrícula mínima exigida. Una novedad reciente ha sido la oferta de forma conjunta entre la Escuela de Organización Industrial (EOI) y el Parque Tecnológico Walqa de un Máster en *Business Intelligence y Big Data*, que se impartirá en modalidad

mixta, presencial y online, siendo las clases presenciales en el mencionado Parque Tecnológico. Fuera de estas titulaciones, la oferta formativa se reduce a los cursos sobre herramientas para *big data* programados por el CTA. Y aun es menor la oferta formativa en IA, dentro de la cual únicamente se han identificado los cursos sobre *machine learning* organizados por ITAINNOVA.

Sin embargo, la formación en esta área tiene especial importancia ya que el protagonismo que los datos están adquiriendo en la sociedad actual llega al extremo de que muchos autores la definan como una sociedad dirigida por los datos (*data driven society*). Como consecuencia, aquellas organizaciones, tanto públicas como privadas, que no están capacitadas para extraer de sus datos conocimiento que oriente sus decisiones, son organizaciones que apenas estarían en los inicios de la alfabetización digital en esta nueva sociedad. Para evitar que esta sea su situación, el tejido social y empresarial aragonés precisa de una oferta formativa que genere los profesionales necesarios para que el *big data* — tecnología que tienen un carácter fuertemente transversal— vaya siendo adoptado por las empresas e instituciones de nuestra comunidad autónoma.

A la hora de plantearse como deberían ser los estudios en esta materia es preciso tener en cuenta en primer lugar que los datos se han convertido en uno de los principales objetos de negocio en nuestro tiempo, lo que hace necesario dar una perspectiva económica y jurídica, así como que esta última vaya más allá de la protección de datos de carácter personal e incluya los aspectos mercantiles asociados a los contratos sobre datos e información. Ha de tenerse en cuenta que el área es lo suficientemente amplia como para que dentro de la misma se oferten planes formativos bastante distintos, por ejemplo, unos más centrados en la analítica web, otros en *marketing intelligence*, otros en *business Intelligence* u otros que atiendan a la perspectiva del científico de datos. Esta diversidad se refleja en la oferta formativa en nuestro país, en la que se encuentran másteres en analítica web y big data, impartidos por algunas escuelas de negocios, un Postgrado en Marketing Intelligence & Big Data, ofertado por la Universidad de Barcelona, el Máster en Business Intelligence y Data Science, de la Universidad de Alcalá, o el Grado en Ingeniería Matemática en Ciencia de Datos, que se imparte en la Universitat

Pompeu Fabra. También hay titulaciones que se refieren de forma genérica al *big data* como el Curso Superior en Big Data, de Deusto Formación, o los másteres en *big data* de las universidades Complutense de Madrid e Internacional de La Rioja.

Desde el punto de vista de Aragón cabe considerar que tal vez fuera lo más conveniente comenzar por una formación de tipo generalista, que se impartiera con carácter interdisciplinar entre matemáticos, ingenieros, economista y juristas, y que habilitara para el perfil de director de datos. Actualmente, la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad de Zaragoza está planteando unos estudios de postgrado que se acomodan a este perfil y a los que nos referiremos con mayor detalle más adelante (ver epígrafe 3.2.2).

### **Informática gráfica, videojuegos y 3D**

Al igual que ocurría con el área anterior, también aquí cabe destacar la presencia de grupos de investigación, con uno especializado en interfaces — Grupo de Investigación en Interfaces Avanzadas (AffectiveLab)—, otro en informática gráfica —Graphics and Imaging Lab— y un tercero en impresión 3D — I+AITIIP—. Dentro de la formación destaca el Grado en Diseño y Desarrollo de Videojuegos, impartido por la Universidad San Jorge y los cursos de ITAINNOVA sobre realidad virtual y animación. Entre las nuevas profesiones se identificaron dos relacionadas con estas materias: experto en animación 3D, videojuegos y multimedia; y experto en realidad aumentada. Estos dos perfiles se corresponden con las dos líneas en las que previsiblemente se desarrollará esta área en los próximos años, una más relacionada con el ocio y el entretenimiento, y otra, la realidad aumentada, con múltiples aplicaciones en el marketing y la industria.

La presencia en Aragón de empresas dedicadas a estas tecnologías es muy escasa y, salvo que se realizarán otras acciones paralelas para fortalecer este subsector, no parece que tenga demasiado sentido priorizar esta área dentro del sistema de formación TIC en Aragón.

## Documentos electrónicos

La progresiva sustitución de los documentos en soporte papel por documentos electrónicos constituye en la actualidad una de las transformaciones más importantes asociadas al proceso de digitalización de las organizaciones. Aragón cuenta con empresas especializadas en la prestación de los servicios precisos para cubrir los diferentes aspectos de este proceso. Unos son los servicios de digitalización de documentos en soporte papel. Otros tienen que ver con la generación y tratamiento de documentos auténticos y, más recientemente, con los sistemas de registro distribuido. Pero es posible que los servicios más importantes sean los relativos a la gestión de los documentos electrónicos dentro de las organizaciones, cuestión que se encuentra estrechamente asociada a la gestión del conocimiento, ya que una de las funciones principales de los documentos es conservar y transmitir el conocimiento.

La relevancia práctica de estas tecnologías y su presencia en el sector TIC aragonés no se corresponde con una oferta formativa específica, ya que solo se imparten algunos cursos sobre firma electrónica dentro de la formación para el empleo, e ITAINNOVA ha programado algún curso sobre *blockchain*. Tampoco hay grupos de investigación y no se detectaron nuevas profesiones relacionadas con este ámbito.

Desde el punto de vista universitario la formación en estas materias tal vez pueda venir de la adaptación del Grado en Información y Documentación, que se imparte en la Universidad de Zaragoza. En la oferta de estudios específicos sobre documentos electrónicos en nuestro país destaca Cataluña, cuyas universidades ofertan títulos como el Postgrado Online en Gestión de la Documentación Digital, de la Universitat Pompeu Fabra, o el Máster en Sistemas de Gestión para Documentos Electrónicos y el Diploma en Implantación de Proyectos de Gestión de Documentos Electrónicos (EDRMS), de la Universitat Oberta de Catalunya. En cuanto al blockchain parece que la Universidad de Alcalá se ha convertido en la pionera ofertando un Máster en Ethereum, Tecnología Blockchain y Cripto-Economía.

## **Internet**

Internet está ahora presente en la práctica totalidad de las aplicaciones informáticas y, por ello, puede considerarse que esta categoría tiene límites poco definidos. Además, en buena medida, se solapa con la que, dentro de las aplicaciones de las TIC, hemos denominado comercio electrónico y e-marketing. Sin embargo, se han incluido en la misma técnicas que están directamente asociadas con Internet y que no siempre se utilizan para el comercio o el marketing. Pueden darnos idea de cuáles son estas técnicas las nuevas profesiones asociadas a la categoría, que son experto en analítica web, especialista SEO, especialista SEM, organizador de la comunidad online, especialista en posicionamiento de apps y especialista multicanal para youtubers.

La formación que trata específicamente de estas cuestiones se oferta principalmente dentro de la formación para el empleo y en los centros de formación, en modalidad tanto presencial como online, y también por algunas de las pocas empresas especializadas que hay en nuestra comunidad autónoma. Tampoco hay grupos de investigación dentro de esta área. En cualquier caso, dado que el mayor impulso para el empleo en estas tecnologías procede del comercio electrónico y del e-marketing, se realizará de forma conjunta con esta área el análisis del sistema de formación TIC en Aragón.

## **Seguridad y *compliance***

Respecto al primero de los términos que forman este epígrafe, la seguridad, la formación específica que se imparte en la Comunidad Autónoma de Aragón suele ofertarse dentro de la formación para el empleo y en los centros de formación. No hay en Aragón ningún título universitario especializado y tampoco grupos de investigación. Parece, por otra parte, que la ciberseguridad adquiere cada día mayor complejidad y se convierte en un servicio que es necesario externalizar hacia empresas cada vez más especializadas y de las cuales no hay mucha presencia en nuestra comunidad. Dentro de la oferta de estudios de postgrado en seguridad informática en España se encuentran

sendos másteres de las universidades Politécnica de Cataluña e Internacional de la Rioja, además de los ofertados por diversas escuelas de negocio.

Distinta es la situación en materia de protección de datos de carácter personal, ya que los requerimientos del nuevo Reglamento General de Protección de Datos —y, en especial, la nueva figura del Delegado de Protección de Datos— hacen necesario un mayor número de profesionales especializados. Sin embargo, hoy por hoy, la formación en esta materia también se limita, prácticamente, a la impartida en el marco de la formación para el empleo.

La Facultad de Derecho de la Universidad de Zaragoza dispone de dos grupos de investigación que trabajan en los distintos ámbitos del área denominada “informática y derecho”, incluyendo la protección de datos de carácter personal. En el momento de redactar este estudio se está tramitando un curso de Delegado de Protección de Datos, organizado de forma conjunta entre dicha Facultad y el Parque Tecnológico Walqa y cuya impartición está prevista para el primer semestre de 2019. En cualquier caso, el continuo crecimiento, tanto en extensión como en complejidad, de la normativa relativa a los sistemas de información aconseja que la formación en esta materia no se limite a la protección de datos, aunque las distintas iniciativas de la Facultad de Derecho para desarrollar estudios específicos en esta línea no hay fructificado hasta el momento.

En España se ofertan algunas titulaciones en esta área, siendo la más veterana el Master en Informática y Derecho, de la Universidad Complutense de Madrid. Otros títulos son el Máster en Derecho Digital y Sociedad de la Información, de la Universidad de Barcelona, o el Máster en abogacía digital y nuevas tecnologías, de la Universidad de Salamanca.

## **APLICACIONES**

Dentro de la planificación estratégica elaborada por el Gobierno de Aragón, la *Estrategia Aragonesa de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente (RIS3)* plantea tres prioridades, la primera de las cuales es la conectividad. Esta se corresponde con las siguientes líneas estratégicas: integración y evolución de las cadenas de suministro, fomento de la

intermodalidad, mejora de los procesos industriales y logísticos en el sector del material de transporte, y desarrollo de vehículos más eficientes. La segunda prioridad es la eficiencia de los recursos y sus líneas de desarrollo son el almacenamiento e integración de sistemas energéticos, el cierre de ciclos de agua, materiales y energía, y el desarrollo y uso de sistemas de información y monitorización de la gestión hidrológica. La tercera prioridad es el bienestar y calidad de vida. Las líneas que se le asocian son el desarrollo de productos y servicios integrales para la mejora de la calidad de vida con una especial atención a la población dispersa y envejecida, el desarrollo de nuevos productos, procesos y tecnologías en los sectores agrario, alimentario y forestal, la mejora de la cadena de valor de productos agroalimentarios de Aragón, y el fomento del turismo basado en el patrimonio cultural y natural. En todas estas líneas las acciones concretas que se plantean dan un lugar preponderante a las TIC como medio para conseguir los objetivos propuestos.

Algunas de estas áreas de interés para Aragón, tienen también relevancia en función del análisis que se ha realizado del sistema de formación TIC en Aragón. Es el caso de la agricultura, la salud y calidad de vida, y el turismo. Otra como el comercio electrónico tiene un carácter transversal, que la hace importantes para el conjunto de los objetivos. Seguidamente se exponen brevemente algunas consideraciones respecto a la formación en dichas áreas.

### **Comercio electrónico y e-marketing**

El comercio electrónico es una de las aplicaciones más consolidadas de las TIC, experimenta año tras años un crecimiento de dos dígitos y está transformando el comercio en su conjunto. La Universidad de Zaragoza oferta un Master Propio en Administración Electrónica de Empresas (MeBA) que, pese a lo que su título sugiere, ha ido evolucionando a lo largo de sus quince ediciones hasta convertirse en unos estudios centrados en el comercio electrónico. En los otros niveles formativos se encuentran algunos cursos del CTA y de los centros de formación, impartidos en modalidad online. También hay que destacar la actividad que desarrollan las Cámaras de Comercio, a través de SATipyme.

El conjunto de nuevas profesiones asociadas al comercio y al marketing electrónicos prueba la pujanza de esta actividad. Entre las relacionadas con el primero se encuentran la de gerente de comercio electrónico, para la que se precisa una formación integral en los distintos aspectos que abarca el comercio electrónico, y la de especialista en logística para comercio electrónico. En esta última materia Aragón podría tener una oportunidad, ya que cuenta con un centro de excelencia en formación sobre logística, el Zaragoza Logistics Center (ZLC).

En el área del marketing electrónico los perfiles son experto en marketing digital, experto en gestión de anuncios —su función es similar a la de los responsables de cuentas— y experto en marketing viral. Mención aparte merece el perfil del experto en neuromarketing, ya que el tipo de actividad y los conocimientos necesarios son muy distintos a los que se precisan para el marketing por Internet. La Universidad cuenta con un grupo de investigación, METODO, especializado en las distintas aplicaciones de las TIC al marketing, y otro, CIBER, que trabaja sobre su aplicación en otras áreas de la empresa, como el comercio electrónico o las finanzas.

La oferta de formación de postgrado sobre comercio electrónico en España procede en buena medida de las escuelas de negocio, aunque también hay másteres universitarios como el Máster Universitario en Comercio Electrónico de la Universidad Complutense de Madrid, o el Máster Universitario en Marketing Digital y Comercio Electrónico, de la Universidad Internacional de la Rioja.

Considerando como comercio electrónico no solo la venta al consumidor final a través de Internet, sino el conjunto de las aplicaciones de las TIC en la gestión empresarial, se observa que no hay mucha formación disponible sobre herramientas tales como los ERP o los CRM, básicas hoy en día para cualquier empresa. Sin embargo, una formación que ayude a dirigir en la buena dirección el proceso de digitalización de las pymes aragonesas sería, posiblemente, uno de las mayores aportaciones que el sistema de formación TIC podría hacer a la mejora de la productividad y la competitividad en Aragón. Más adelante se propone como instrumento la organización de cursos online abiertos, siguiendo

la estrategia de formación orientada al caso, la cual puede ser especialmente útil es esta área.

### **Agricultura e información geográfica**

La información geográfica está bien representada en el sistema de formación TIC de Aragón, con un Máster Universitario en Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio: Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, ofertado por la Universidad de Zaragoza, y distintos cursos que se imparten en el contexto de la formación para el empleo. Hay asimismo un grupo de investigación de esta Universidad —Sistemas de Información Avanzados (IAAA)— especializado en la gestión avanzada de la información geográfica. Por su parte, la profesión de experto en SIG es una de las nuevas profesiones detectadas y, en cuanto a las empresas, hay algunas en Aragón especializadas en este ámbito, aunque son microempresas.

La aplicación de las TIC a la agricultura no cuenta, por el contrario, con oferta formativa, ni con grupos de investigación, ni con ningún nuevo perfil profesional que se detectara en el estudio. Tampoco hay apenas empresas especializadas en este aspecto de las TIC, salvo en lo que se refiere a la automatización de riegos y otros aspectos relacionados con el IoT. En los tiempos de la agricultura de precisión y de la automatización de las granjas esta falta de oferta formativa puede considerarse como una carencia grave para una región como Aragón, en la que el sector primario es tan relevante. Disponer de esta oferta contribuiría a una mayor competitividad del propio sector y a nuevas oportunidades para el sector TIC aragonés que, aprovechando el conocimiento del usuario que obtendría en su propia comunidad, podría incorporar a su cartera una interesante oferta de productos y servicios destinados al sector primario.

Mencionar, finalmente, que en España no abunda tampoco la formación específica en esta área, pudiendo destacarse como iniciativa pionera de formación universitaria especializada el Máster Agricultura Digital e Innovación Agroalimentaria, de la Universidad de Sevilla.

## Salud, calidad de vida, deporte

En este apartado se incluyen tres materias cada una de las cuales tiene por sí misma una gran importancia. La primera de ellas, la salud, abarca múltiples facetas, pero de acuerdo con los datos del estudio cabría destacar el posible potencial de Aragón en la aplicación de la impresión 3D en el campo de la salud. Como se ha visto, nuestra comunidad autónoma cuenta con dos empresas muy dinámicas e innovadoras que trabajan en este campo, y con la Fundación I+AITIP que investiga en impresión 3D avanzada. En esta misma línea cabe destacar también que una de las nuevas profesiones identificadas es la de especialista en bioimpresión 3D, lo que ratifica el potencial que en el futuro pueden tener estas tecnologías.

El segundo aspecto es la calidad de vida que, como se ha expuesto, se considera prioritario en la planificación estratégica del Gobierno de Aragón. Para conseguir sus objetivos en esta línea, Aragón se encuentra con las dificultades de una población envejecida y dispersa a lo largo de un territorio muy extenso. Y, pese a la trascendencia de esta cuestión, se han identificado pocos recursos TIC relacionados con la misma. Únicamente la Universidad de Zaragoza dispone de un grupo de investigación —HOWLAB— dedicado, entre otras líneas, al desarrollo de sistemas domóticos y de monitorización para mejorar la calidad de vida. Por lo demás, no se han encontrado empresas, ni oferta formativa, ni nuevas profesiones relacionadas con estas necesidades.

Aunque la mejora de la calidad de vida debe buscarse tanto en el ámbito urbano como en el rural, tal vez cabría poner el acento en el segundo. En este caso cabría repensar la función de las redes de telecomunicaciones que a lo largo de estos años se han ido creando para promover el acceso a la sociedad de la información en los entornos rurales. La idea sería promover una formación que no tratara tanto sobre las habilidades informáticas en sí mismas, sino sobre aplicaciones que tengan un impacto directo sobre la calidad de vida, sobre todo de las personas mayores. El mayor ancho de banda disponible gracias a iniciativas como ConectAragón hace que se puedan utilizar recursos, como la videoconferencia, que realmente pueden enriquecer la comunicación y la vida social de estas personas, así como servir de canal para su formación.

Más adelante, al hablar de los instrumentos se realizará alguna propuesta más concreta en esta línea.

En cuanto a la aplicación de las TIC al deporte, una iniciativa a destacar ha partido de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, del campus de Huesca de la Universidad de Zaragoza, la cual ha ofertado en el curso 2018-2019 el título de Experto Universitario en Nuevas Tecnologías y Emprendimiento en Ejercicio Físico, Nutrición y Salud. El objetivo del estudio era proporcionar a los expertos en salud y deporte los conocimientos básicos necesarios para aprovechar el potencial de las TIC en su ámbito, con especial atención a la posible creación de herramientas y servicios innovadores, y también a la génesis de nuevas iniciativas empresariales.

Si se toma como referencia la oferta formativa de postgrado en España, se observa que esta se centra sobre todo en la aplicación de las TIC para la gestión sanitaria y para la salud pública, con titulaciones como el Máster Universitario de Salud Digital (ehealth), de la Universitat Oberta de Catalunya, el Máster Universitario en Salud Digital, de la Universidad Europea de Madrid, el Master en Transformación Digital en el Ámbito Sanitario y Farmacéutico, de la IMF Business School y la Universidad Camilo José Cela, o el Máster en eHealth: tecnologías de la información y gestión sanitaria, de La Salle. Precisamente esta es una de las líneas en las que trabaja el Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS), que podría ser un buen candidato para liderar la formación en esta área dentro del sistema de formación TIC en Aragón.

## **Turismo**

El turismo es una de las áreas estratégicas para Aragón. Pero ello no se refleja en una formación específica sobre la aplicación de las TIC al turismo, ni en la existencia de grupos de investigación que trabajen en esta línea, ni en la existencia de empresas especializadas, aunque algunas de las empresas TIC de Aragón cuentan con productos y servicios dirigidos al sector turístico. Entre las nuevas profesiones detectadas hay una relacionada con este sector y es la de experto en turismo colaborativo. En cuanto a las titulaciones de postgrado

ofertadas en nuestro país pueden mencionarse el Máster Universitario de Turismo sostenible y TIC, de la Universitat Oberta de Catalunya, o el Máster en Turismo Electrónico: Tecnologías Aplicadas a la Gestión y Comercialización del Turismo, de la Universidad de Málaga.

El sector turístico aragonés está formado en su mayor parte por microempresas por lo que la formación TIC debería dirigirse a cubrir las necesidades de las mismas, centrándose en aquellas aplicaciones que puedan mejorar sus ventas y el servicio que prestan a los clientes. En esta línea podría seguirse una estrategia similar a la seguida en la formación para los trabajadores y empresas en general, pero con contenidos específicamente dirigidos al sector turístico. Dentro de estos tendría que contemplarse como aprovechar el potencial que las redes sociales y otras herramientas de la web 3.0, como los blogs, tienen para el marketing turístico.

### *3.2.2 Análisis por instrumentos*

El segundo aspecto que se va a analizar en base a la información recopilada en el estudio trata sobre los instrumentos que podrían resultar adecuados para el desarrollo del sistema de formación TIC de Aragón y su adaptación a las nuevas necesidades de la sociedad y de las empresas. Y ello se hace dividiendo este apartado en tres epígrafes, según los distintos tipos de formación: la dirigida a los niños y jóvenes, la destinada al conjunto de la población y, especialmente, a los trabajadores, y la dedicada a los profesionales TIC.

#### **LA FORMACIÓN DIRIGIDA A NIÑOS Y JÓVENES**

Es preciso comenzar este epígrafe haciendo mención a algo sobre lo que existe común acuerdo entre los especialistas y que se puede denominar como “la falacia del nativo digital”. Según esta, es falsa la idea, muy extendida, de que las nuevas generaciones tengan suficientes conocimientos informáticos por haber nacido en un contexto en el que la TIC ya se encuentran presentes en la vida cotidiana. La realidad nos demuestra que los conocimientos específicos —aun los más sencillos como por ejemplo utilizar formulas en una

hoja de cálculo— deben ser aprendidos y precisan, por tanto, de la correspondiente formación.

En el Dossier 2015 del Foro de Formación Digital, de la Fundación España Digital, se recogen algunos ejemplos de acciones dirigidas a mejorar la formación en TIC de los niños y jóvenes. En nuestro país se menciona la introducción de la asignatura de programación en el currículo escolar, como ha hecho la Comunidad de Madrid. En la misma línea se encuentra el programa *ProgeTiiger*, de Estonia, consistente en la introducción de la programación en la escuela a partir de los 7 años Nacional (Estonia). En el Reino Unido el *Barefoot Project* tiene como objetivo ayudar a los profesores a enseñar programación en la educación primaria, desarrollando recursos prácticos y llevando a cabo formación presencial para dar soporte a los profesores.<sup>11</sup>

En la misma línea y también en el Reino Unido el proyecto *Apps for Good* pretende transformar la tecnología es enseñada en los colegios, mejorando las competencias relacionadas con la resolución de problemas, creatividad, comunicación y trabajo en equipo. Para ello se basa en tecnologías de fuentes abiertas que proporcionan formación en programación y en los fundamentos del mundo digital a niños y jóvenes entre 10 y 18 años. Las actividades se llevan a cabo por voluntarios que son los que imparten los cursos de formación en las escuelas en colaboración con las escuelas y los profesores.<sup>12</sup> *Code Club* es otra red de voluntarios del Reino Unido que enseñan programación a niños entre 9 y 11 años en clubes organizados en los colegios de educación primaria británicos o en bibliotecas.<sup>13</sup> Finalmente, el mencionado Dossier incluye también en proyecto internacional La hora del código cuyo objetivo es promover la realización de clases de programación por todo el mundo con la intención de desmitificar la creación de código y mostrar que todas las personas pueden aprender los conceptos básicos de programación.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> <http://barefootcas.org.uk>

<sup>12</sup> [www.appsforgood.org](http://www.appsforgood.org)

<sup>13</sup> [www.codeclub.org.uk](http://www.codeclub.org.uk)

<sup>14</sup> <http://hourofcode.com/es>

Una observación que podría hacerse sobre las acciones anteriores es el excesivo protagonismo dado a la programación. Esta se ha considerado durante mucho tiempo como el paradigma de la formación en informática, pero conforme esta evoluciona la programación cada vez ocupa un lugar menor entre las habilidades que permiten sacar partido de las TIC para la resolución de los problemas prácticos. El conocimiento de las herramientas y la integración de las mismas en orden a la resolución de problemas es hoy en día más importante en la mayoría de los casos. De hecho, en la Enseñanza Secundaria Obligatoria en Aragón, los programas de la asignatura Tecnologías de la información y la comunicación, y de los temas dedicados a las TIC en las asignaturas de Tecnología, no incluyen el aprendizaje de ningún lenguaje de programación.

Podría plantearse profundizar en líneas de formación que hoy por hoy no son suficientemente explotadas. Por ejemplo, una sería la utilización de los datos como instrumento pedagógico. La cantidad y diversidad cada vez mayor de los conjuntos de datos disponibles, gracias a iniciativas como los datos abiertos de las Administraciones públicas, proporcionan un valioso material para ello. La metodología podría consistir en el análisis mediante el uso de datos y de herramientas de *big data*, como por ejemplo las de visualización, de cuestiones relativas a la sociedad y a la economía que pueden estar siendo estudiadas por los alumnos en otras asignaturas. De esta forma se estaría proporcionando a los alumnos habilidades que serán cada vez más útiles en esta sociedad dirigida por los datos. Además, también se transmitiría a los alumnos, de una forma práctica, la idea de que la tecnología es un instrumento de apoyo para la adquisición y gestión de conocimiento relativo a distintas áreas y no una finalidad en sí misma. Es decir, que las TIC pueden ser un instrumento para la investigación y el conocimiento de la realidad.

Otra función de las TIC que podría ser interesante transmitir a los niños y jóvenes es su relación con los procesos creativos. En esta línea podrían enseñarse herramientas que permitan elaborar obras gráficas, musicales o cinematográficas de una forma sencilla. También cabría incluir formación sobre el modo en el que Internet y, en especial, los sistemas de recomendación basados en inteligencia artificial, condicionan el consumo de contenidos por

parte de las personas. Este tipo de formación contribuiría a formar ciudadanos más maduros y conscientes en su relación con las TIC, a la par que les aportaría formación sobre los fundamentos de las tecnologías más avanzadas.

## **FORMACIÓN DIRIGIDA AL CONJUNTO DE LA POBLACIÓN**

### **La certificación en competencias TIC**

Una iniciativa importante dentro de la formación dirigida al conjunto de la población es el marco europeo de competencias digitales, definido en la nueva Agenda de competencias para Europa (*Skills Agenda for Europe*), a la que ya se hizo referencia. Su predecesora fue la iniciativa *e-Skills for Jobs* al amparo de cual surgieron en nuestro país varias iniciativas autonómicas. En Cataluña se desarrolla desde 2009 un proyecto denominado acTIC<sup>15</sup> centrado en la acreditación de competencias TIC mediante una prueba telemática y en Galicia hay un proyecto para la certificación de competencias digitales en ofimática con el nombre de Codix.<sup>16</sup> Por su parte, el Gobierno de Euskadi promueve desde 2013 el proyecto Ikanos, que incluye la certificación de competencia pero se plantea objetivos más amplios relativos a la alfabetización digital de personas y empresas.<sup>17</sup>

En Aragón el desarrollo de competencias digitales se ha planteado dentro de las escuelas, con el Programa Experimental para el Desarrollo de las competencias Informacional y Digital, en el que durante los cursos 2017-18 y 2018-19 participan 62 centros seleccionados de Aragón y que se coordina desde la Dirección General de Innovación, Equidad y Participación, pero no hay ninguna iniciativa dirigida al conjunto de la población, similar a las que se han visto en Cataluña, Euskadi y Galicia. Tal vez podría plantearse la conveniencia de desarrollar algún proyecto similar, que permitiera evaluar las competencias digitales de personas y organizaciones a través de herramientas

---

<sup>15</sup> <http://acticweb.gencat.cat/es/>

<sup>16</sup> <https://cemit.xunta.gal/codix>

<sup>17</sup> <http://www.ikanos.eus/>

informáticas, para lo que debería atenderse a la nueva Recomendación del Consejo relativa al Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente, que se adoptó por el Consejo en mayo de 2017, quedando derogada la Recomendación de abril de 2008.

### **Los cursos online abiertos**

Más allá de la evaluación de las competencias, es preciso disponer los medios para facilitar su adquisición y actualización. Con esta finalidad están adquiriendo gran aceptación los MOOC (*Massive Open Online Courses*). Pueden ponerse de ejemplo iniciativas como Google Activate, que ofrece formación gratuita en competencias digitales en castellano. Además, esta empresa colabora con entidades de la sociedad civil, habiendo firmado recientemente (septiembre de 2018) un acuerdo con UGT para la elaboración de un curso titulado “Competencias Digitales para Profesionales”. Pero hay otras muchas plataformas que ofrecen este tipo de cursos y también cabe destacar la iniciativa de la Comisión Europea denominada *Opening Up Education*, cuyo principal objetivo es el desarrollo de recursos educativos abiertos y que ha desarrollado el portal *Open Education Europa*.<sup>18</sup>

Como se expuso anteriormente (ver epígrafe 1.2.1) hay muy pocos MOOC desarrollado en Aragón, pero el hecho de que se esté creando en todo el mundo una oferta en formación TIC abierta no debería ser óbice para que Aragón avanzara en esta línea, elaborando sus propios instrumentos. Pero, como presupuesto para el desarrollo de estos cursos resultaría importante tener en cuenta los datos de Eurostat que se vieron en el apartado 2.1.3. Según estos, la gran mayoría de las personas afirma que han adquirido sus habilidades informáticas a través del autoaprendizaje, pero además de aquel que se lleva a cabo mediante la realización de tareas informáticas (autoaprendizaje por la práctica o *learning by doing*) y no mediante materiales dirigidos a la enseñanza, como libros, CDs y similares, pudiendo considerarse

---

<sup>18</sup> La URL es [www.openeducationeuropa.eu](http://www.openeducationeuropa.eu), pero al tiempo de redactar el presente estudio nunca ha sido posible acceder a ella, porque da el error 523 (no se puede acceder al origen).

que los MOOC, aunque no se citan expresamente, entran dentro de esta categoría.

Estos resultados sugieren que el planteamiento normal en la formación, consistente en la introducción previa a los fundamentos y conceptos básicos, para llegar más tarde a la resolución de los problemas podría no ser el más adecuado para la adquisición de competencias TIC por el conjunto de la población. Lo cierto es que las herramientas informáticas actuales resultan bastante intuitivas y parece que los usuarios prefieren en muchos casos profundizar en su uso explorando las posibilidades que ofrecen sus interfaces y aplicando con frecuencia el método de prueba y error, antes que enfrentarse a un manual que las explique de principio a fin. En este sentido cabría plantarse la que podía denominarse “formación orientada al caso”, en la cual se ofreciera la respuesta a problemas concretos y que resulten frecuentes —sobre todo en las empresas— planteados en forma de casos. Una vez descrito el problema se explicarían las mejores herramientas y métodos para su solución, incluyendo tutoriales que facilitaran al usuario la implementación de las soluciones sugeridas.

Por ejemplo, hoy en día hay herramientas que permiten a las pymes y microempresas elaborar análisis y visualizaciones de los datos similares a los que utilizan las grandes empresas. Cabe pensar que sería mucho más efectivo guiar a los responsables de informática para que utilizándolas extraigan el conocimiento implícito en los datos que ahora solo usan para la gestión, que explicar, como suele hacerse, en que consiste el *big data* y los espectaculares resultados que las grandes compañías obtienen con el mismo.

Por otra parte, dentro de las aplicaciones de la IA a la enseñanza la que más se destaca actualmente es la posibilidad de personalizar la formación. En Aragón, ITAINNOVA ha desarrollado el proyecto MotorIA, cuyo resultado es una app capaz de editar en unos pocos minutos los contenidos de un curso online. En su aplicación más habitual la personalización se concibe como una adaptación de la formación ofrecida a las características de cada alumno concreto. Pero, estas tecnologías, aplicadas en la que se ha denominado

formación orientada al caso, podrían utilizarse para elaborar respuestas que se adaptaran en función de las diferencias menores que, sobre un caso o supuesto fundamental, pudieran darse en los supuestos planteados por los usuarios. Asimismo, cabría ir elaborando una base de conocimiento sobre casos frecuentes y sobre casos de aplicación avanzadas de las TIC que luego fuera utilizado por los usuarios a través de un agente inteligente que elaboraría la formación partiendo de las características del caso planteado por el usuario.

En este sentido también cabe destacar que el desarrollo de herramientas innovadoras para la formación tendría un doble efecto tractor ya que, por una parte, permitirá mejorar la formación TIC dirigida al conjunto de la población y, especialmente, a los trabajadores y las empresas, y, por otra, favorecería la investigación en las aplicaciones de la IA a la enseñanza.

## **FORMACIÓN DIRIGIDA A LOS PROFESIONALES TIC**

### **La relación entre el sistema de formación y las empresas**

En el año 2015, el INAEM elaboró un Estudio de Necesidades de Formación y Empleo TIC en Aragón. Uno de sus apartados sugería medidas para la mejora de la formación para la era digital, entre ellas algunas referidas a los contenidos del sistema de formación TIC. Como base, se partía de un planteamiento que con gran frecuencia hacen los responsables de las empresas del sector TIC cuando son consultados sobre las mejoras que introducirían en las titulaciones TIC y es la conveniencia de una mayor aproximación de sus contenidos a las necesidades e intereses reales del mercado laboral. Como medida que facilitaría conseguir este objetivo se proponía la adaptación de las normativas y reglamentaciones de manera que faciliten la ágil actualización de los currículos formativos.

Esta propuesta sugiere la opinión, sobre todo en lo referente a la enseñanza reglada, de que hay una excesiva inmovilidad de los planes, que no se adaptarían con la necesaria rapidez a la evolución de las tecnologías. Sin embargo, aunque es cierto que los cambios tecnológicos se producen de forma

acelerada también puede ser positivo que los planes de estudio los observen con cierta distancia, ya que muchas tecnologías generan grandes expectativas sin que luego su relevancia, una vez consolidadas, se corresponda con aquellas. En este sentido puede ser más importante que los profesores, dentro de la flexibilidad que los planes les permiten para determinar el contenido de sus asignaturas, lo mantengan permanentemente actualizado. Para ello deben disponer del tiempo y los recursos necesarios y, en los estudios universitarios, es además fundamental el papel de la investigación para que los contenidos impartidos estén en la vanguardia de la técnica.

En la misma línea se proponía la promoción de una mayor alianza entre empresas y centros formativos, con medidas como la promoción de la formación dual en el ámbito de las TIC; de las prácticas de formadores en las empresas; y de la inserción de profesionales provenientes de la empresa como formadores en el sistema educativo, FP y universidad. Esta es también una vieja aspiración de las empresas respecto al sistema educativo, que no se reduce al ámbito de la formación TIC. La implementación de estas medidas exige en muchos casos de modificaciones estructurales, algunas de las cuales ya se están produciendo. Es el caso de la FP dual que —como se expuso en el epígrafe 1.2.2— está siendo implementada en Aragón, incluyendo los grados TIC.

En los estudios universitarios la reforma de los planes realizada en años recientes con motivo de la adaptación al Plan Bolonia ha supuesto que en muchos de ellos se incluya el denominado Practicum, que consiste en un periodo de prácticas en empresas o instituciones. Es de suponer que esta medida debería redundar en que la formación de los alumnos tenga un mayor contenido práctico y mejore, por tanto, su correspondencia con las demandas de las empresas. Luego, la universidad cuenta con una figura —el profesor asociado— cuya finalidad sería precisamente la integración de profesionales de empresa como formadores. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos se utiliza con finalidades distintas, por lo que para conseguir este objetivo no sería necesaria ningún cambio normativo, sino más bien utilizar adecuadamente esta figura. También, en la misma línea, cabe contemplar otras

acciones de sencilla implementación, como puede ser la codirección de trabajos fin de grado o de master, entre un profesor y un profesional vinculado a una empresa o institución. Como ejemplo, en el presente curso 2017-2018, profesores de la Facultad de Derecho e investigadores de ITAINNOVA van a codirigir dos trabajos fin de grado, que versarán sobre la aplicación de la propiedad intelectual y la protección de datos en sendos proyectos que se están desarrollando por parte del centro tecnológico.

### **El desarrollo de estudios interdisciplinares**

Otra línea de actuación sobre la cual también se proponen algunas medidas en el mencionado Estudio de Necesidades de Formación y Empleo TIC en Aragón es la integración de los estudios técnicos con los de la macroarea de ciencias sociales, e incluso con los de humanidades. Se trata también de una línea de acción que ya ha sido explorada en diversas ocasiones dentro de nuestra comunidad autónoma. Por mencionar algunas iniciativas, en el año 2003 la Facultad de Derecho ofertó la posibilidad de realizar paralelamente los estudios de Licenciado en Derecho y los de un Diploma de Especialización o un Master en Derecho de las Nuevas Tecnologías —iniciativa que se denominó D+TIC—. En el año 2008 se elaboró por parte de algunos profesores de la Facultad de Economía y Empresa una propuesta de estudios denominada Master en Gestión Electrónica de Empresas (MGEE), un título interdisciplinar que habría capacitado principalmente para la dirección de sistemas de información en las organizaciones. Actualmente, la misma Facultad está elaborando una propuesta para un título oficial que se llamaría Máster en Análisis, Gestión y Protección de la información en Economía y Empresa y tendría carácter interdisciplinar, ya que se contaría con la participación de profesores de la EINA y de la Facultad de Derecho. Resulta realmente interesante el planteamiento de este estudio, centrado en la información, ya que en nuestros tiempos esta se ha convertido en el principal activo de las empresas.

Todas estas iniciativas se orientan hacia la creación de estudios de postgrado que tengan carácter interdisciplinar, pero en el estudio del INAEM también se propone la promoción de dobles titulaciones con títulos pertenecientes a distintas macroáreas —por ejemplo, ingenierías complementadas con grados del área de

ciencias sociales—. Cabe observar al respecto que las ingenierías son carreras con un elevado nivel de exigencia y, en consecuencia, estudios difíciles de compatibilizar con otros que tampoco son fáciles, como por ejemplo administración y dirección de empresas (ADE). Otra dificultad podría venir de la previsible escasez de alumnos con un perfil adecuado para cursar estudios de las dos macroáreas. Seguramente sería más fácil encontrar ingenieros interesados en cursar una carrera como ADE —de hecho, es frecuente que los ingenieros cursen ADE o un MBA como segundos estudios— que, a la inversa, alumnos de ADE que se animarán a cursar una ingeniería, al menos mientras estas estén configuradas con los planes y el nivel de exigencia actuales. Habría que reflexionar si, para estos perfiles mixtos, serían realmente precisos todos los conocimientos que se incluyen en el plan de estudios de las ingenierías y con el mismo nivel de profundidad.

En esta línea cabe plantear la posibilidad de lo que podría considerarse una formación dual en el nivel universitario. El planteamiento sería en parte similar al de la mencionada iniciativa D+TIC, ya que los alumnos al finalizar tendrían además de un grado en ciencias sociales una titulación —que podría ser un título propio o una figura similar— en TIC. La diferencia es que este segundo título no sería impartido en la universidad y por profesores universitarios, sino en las empresas y por profesionales. Cabe pensar que esta posibilidad formativa interesaría sobre todo a los alumnos de los grados de administración y dirección de empresas, economía, marketing e investigación de mercados, o finanzas y contabilidad, pero también podría extenderse a los demás grados de la macroárea de sociales.

Para que la formación TIC fuera compatible con los estudios principales podría limitarse a una carga docente de unas 5 horas lectivas a la semana —una tarde— a lo largo de todo el curso. De esta forma el alumno recibiría 45 horas de clase por cuatrimestre. Si la formación se planifica de forma que cada 10 horas lectivas equivalgan a 25 de trabajo efectivo del alumno es decir a un crédito ETCS, cada curso se realizarían 9 créditos ETCS y, en los cuatro años de un grado, 36 créditos, que permitirían dar a los alumnos que superaran los estudios un Diploma de Especialización. Esta formación a lo largo del cuatrimestre podría

complementarse con campus que se realizarán en verano, con una duración de unas dos semanas, a lo largo de las cuales los alumnos recibirían una formación intensiva de unas seis horas diarias. La participación en tres o cuatro de estos campus, según se programe la carga docente, permitiría que los alumnos accedieran a un título de Master.

El carácter diferenciador de este planteamiento y lo que lo convierte en formación dual, es que la formación TIC sea impartida en las empresas y por profesionales. Pero la normativa sobre títulos propios de la Universidad de Zaragoza exige que en estos al menos un tercio de la docencia sea impartida por profesores de la Universidad. Se trata de una barrera de tipo normativo que seguramente podría ser superada, pudiendo pensarse como alternativa en un mecanismo de supervisión por parte del profesorado de las actividades realizadas por el alumno y de la superación de los requisitos exigidos, similar al que actualmente se aplica en los practicum.

Finalmente, otra propuesta interesante del estudio del INAEM es la eliminación de barreras entre ciencia y arte, de la que se pone como ejemplo el Máster Universitario en Ingeniería de Diseño de Producto, que se imparte en la Universidad de Zaragoza. Al respecto cabe observar que entre los motivos que se suelen mencionar como causa de la escasez de vocaciones tecnológicas se encuentra el que se trata de trabajos con poco atractivo, frente a otros que la sociedad percibe como más creativos. Y, al objeto de complementar la formación de los profesionales TIC, hay que tener en cuenta que cada vez puede tener mayor sentido incorporar determinados conocimientos de humanidades, ya que las TIC intermedian cada vez en mayor medida los actos comunicativos de las personas y los profesionales adquieren día a día una mayor responsabilidad social. Y, desde el punto de vista de la formación en humanidades, las TIC también son importantes, porque están modificando la sociedad y, especialmente, la forma en la que se elaboran y transmiten las creaciones artísticas.

## **El aprendizaje a lo largo de la vida (*lifelong learning*)**

Un último aspecto a considerar es la necesidad de actualización permanente de los conocimientos de los profesionales TIC, que se plasma en el concepto de aprendizaje a lo largo de la vida o *lifelong learning*. En los datos del estudio llama la atención el bajo porcentaje de personas que han actualizado sus conocimientos a través de cursos de formación y de centros de educación de adultos, tanto por iniciativa propia como a petición del empleador. Y, sin embargo, estos cursos parecerían el medio principal para mantener al día la formación de los profesionales TIC. De nuevo debería ser motivo de reflexión el alto porcentaje de personas que recurren al autoaprendizaje, para plantearse porque los cursos y otras modalidades de formación dirigida tienen menos éxito.

Centrándonos ya en nuestra comunidad autónoma y, en particular, en la Universidad de Zaragoza, cabe observar que no hay una alineación de los títulos propios con el *lifelong learning*, como la que se da en otras universidades, especialmente del ámbito anglosajón. Hay medidas de tipo formal que podrían adoptarse en este sentido, como la creación de un portal dedicado al aprendizaje a lo largo de la vida dentro del web de la universidad, en el que se pudiera ver la oferta formativa, especialmente de postgrado, desde la perspectiva del profesional que quiere ampliar o mantener actualizados sus conocimientos. De hecho, numerosas universidades españolas presentan su oferta de títulos propios bajo el concepto de formación permanente, aunque al final se trate únicamente de un catálogo de estudios propios que no están específicamente diseñados para esta finalidad. En el caso de la Universidad de Zaragoza el concepto aparece únicamente porque la norma que regula los estudios propios se denomina *Reglamento de Formación Permanente*. Tampoco la Universidad San Jorge dispone de un apartado con esta denominación en su página web.

Una forma de mejorar esta situación sería desarrollar un método para la agregación de contenidos, por ejemplo, haciendo que los diferentes agentes publicaran la información sobre sus acciones formativas etiquetando al menos

algunos campos mediante un estándar común. Ello permitiría luego agregar la información básica en un único portal, que redirigiría a los distintos webs de los agentes para obtener más información. Dado que un porcentaje importante de la formación es financiada por la DGA esta obligación podría contemplarse en las ordenes que regulan las subvenciones y en los pliegos de prescripciones técnicas como, por ejemplo, ya se viene haciendo con las obligaciones referentes a los datos abiertos.

Más allá de la mera presentación de la oferta educativa cabe plantearse medidas de tipo organizativo que permitan potenciar el *lifelong learning*, creando estructuras que promuevan la formación desde esta perspectiva. Un ejemplo podría ser la Escuela de Desarrollo Profesional y Ejecutivo, de la Universidad Politécnica de Barcelona que, como su nombre indica, está dirigida específicamente a los profesionales. Otras universidades, como la de Salamanca, la de Sevilla o la de Valencia, cuentan con lo que denominan Centro de Formación Permanente. Aunque el contenido principal son los títulos propios, estos centros incluyen otros ítems que pueden interesar a los profesionales como información sobre cursos, jornadas y congresos, o sobre la posibilidad de organizar cursos a medida para empresas. También serían un lugar adecuado para promover los MOOC que oferte una universidad.

Finalmente, el aspecto más importante a considerar es la necesidad de que los programas de los títulos propios, cuando se dirijan a la formación permanente, estén realmente pensados para cubrir las necesidades de actualización y ampliación de conocimientos de los profesionales en ejercicio. Con frecuencia, al diseñar estos planes se piensa como candidatos preferentes en los alumnos recién egresados de los títulos de grado y los estudios terminan siendo muy similares a esta formación. También en muchos casos se abordan temáticas de tipo introductorio o de formación general que los profesionales ya conocen por su experiencia o su formación anterior. La solución podría venir tanto de la elaboración de planes específicos para la formación permanente como de la existencia de programas con cierta flexibilidad que permitiera al profesional centrar su, normalmente escaso, tiempo en aquellas materias en las que realmente considera que necesita formación.

Dos características de nuestro sistema educativo y de nuestra tradición jurídica pueden constituir una barrera para avanzar en esta línea. Una es el excesivo formalismo que nos lleva a que se regulen de forma muy detallada y estricta aspectos como los requisitos de acceso y las pruebas a realizar, dando la impresión de que la principal finalidad es la obtención de un título, y no optimizar la formación que recibe el alumno y la adecuación de esta a sus necesidades. La segunda es una enseñanza muy centrada en lo memorístico y en las clases magistrales, cuando lo principal tendría que ser hacer trabajar al alumno. En este sentido, la prueba de fuego en el aprendizaje continuo sería plantear al alumno problemas similares a los que realmente debe resolver en su día a día y, a través de la dirección y tutorización, mostrarle nuevas soluciones que previamente desconocía.

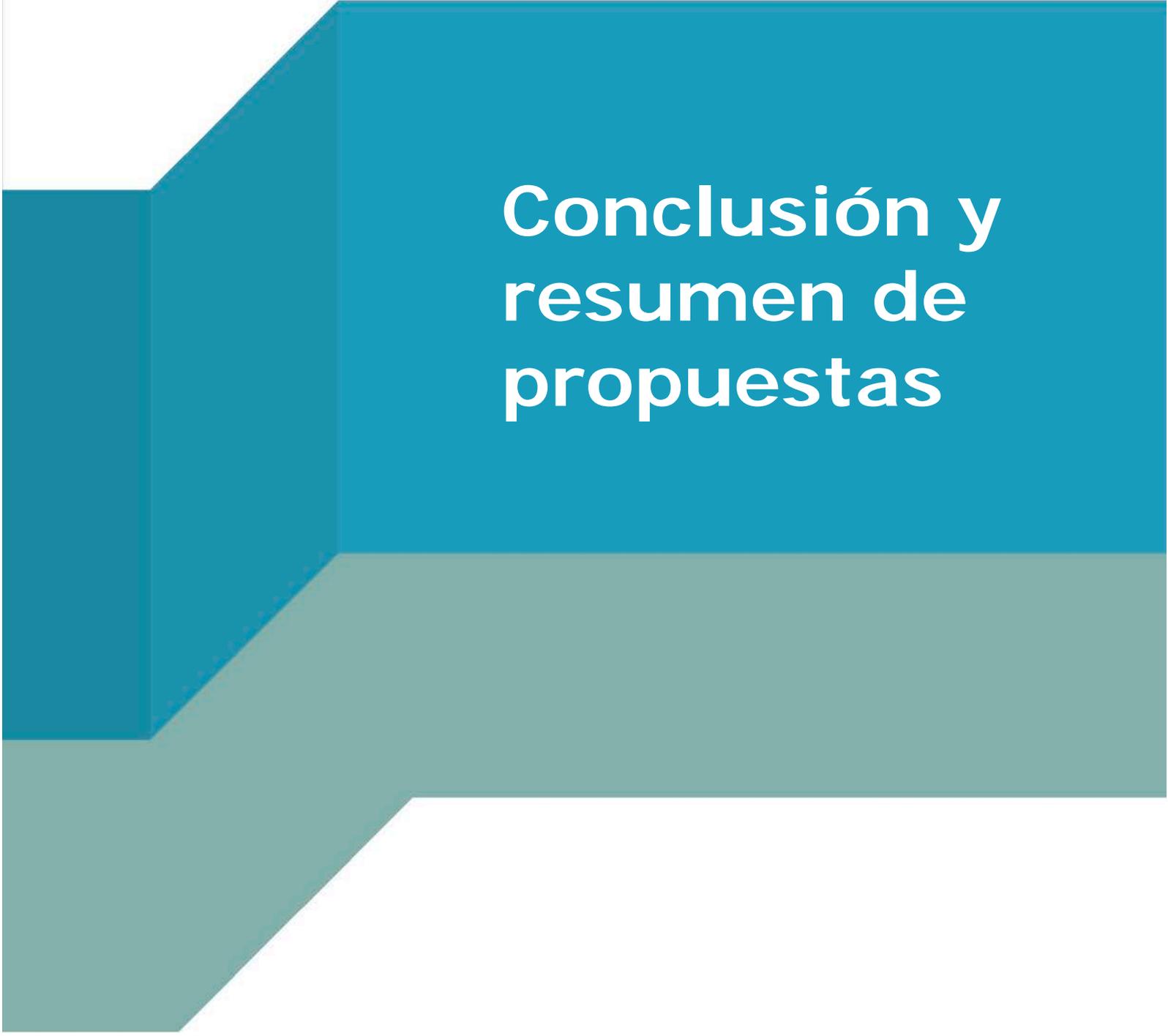
El *lifelong learning* no se limita ni mucho menos al ámbito universitario. Otros agentes imprescindibles son los mecanismos de formación para el empleo y las propias empresas. En cuanto a los primeros se pone de nuevo de manifiesto la ausencia de un portal en el que sea posible acceder al conjunto de la oferta disponible en Aragón, aunque solo fuera de los cursos financiados por el INAEM. Actualmente esta institución publica sus acciones formativas de una forma no muy usable —mediante un fichero PDF y sin que aparezca unificada en un único lugar el conjunto de la programación de los distintos centros. Esta dispersión de la información impide conocer la oferta en su conjunto y dificulta que los profesionales y trabajadores puedan planificar su formación a lo largo del tiempo.

Otro factor fundamental es la forma en la que las empresas aborden la cuestión del *lifelong learning*. En una economía basada en el conocimiento es imprescindible que estas sean conscientes de que una de las inversiones más importantes que pueden hacer es la formación de su personal. Existen barreras para ello, especialmente la percepción de que se trata de una inversión que puede resultar difícil de rentabilizar, ya que con una mayor formación del trabajador aumentan las probabilidades de que este reciba ofertas de otras empresas que serían las que a la postre se beneficiarían de la inversión realizada. Por ello, el cambio de actitud en lo que se refiere a la capacitación

permanente de los empleados implica también un cambio hacia unas políticas de personal más adaptadas a la economía del conocimiento y, básicamente, deben centrarse en la captación y retención del talento. No cabe duda de que si en una oferta de trabajo se incluyen posibilidades de formación avanzada estas constituirán un importante incentivo para que un profesional valioso se incorpore a una empresa.

También es preciso tener en cuenta la dimensión colectiva que tiene la existencia en las empresas de mecanismos adecuados para la formación de sus empleados, ya que esta constituye una ventaja no solo para la empresa sino para el conjunto de la sociedad y de la economía de Aragón. Por ello es razonable que los poderes públicos colaboren con las empresas y las ayuden en esta tarea. Sin embargo, el bajo porcentaje de utilización de los fondos para formación de los que disponen las empresas a través de las bonificaciones en la cuota de la Seguridad Social sugiere que los problemas no son tanto de inversión económica como de cultura y praxis empresarial. En este sentido parece que podría aplicarse la conocida frase de que lo urgente impide atender a lo importante, ya que el apremio que suele darse en la actividad de muchas empresas hace que nunca venga bien dedicar tiempo de los trabajadores a su formación. Para evitar lo anterior sería útil la elaboración de planes formativos en las empresas, elaborados conjuntamente con los profesionales. En estos deberían definirse objetivos claros cuya consecución habría de considerarse prioritaria, sin que se vieran condicionados por la coyuntura de cada momento. En esta línea, podrían resultar útiles políticas públicas que fomentaran la elaboración de dichos planes y que premiaran su cumplimiento.





# Conclusión y resumen de propuestas

Del análisis realizado en este estudio del sistema de formación TIC en Aragón, así como en otros trabajos previos elaborados tanto por el OASI como por otras entidades, se desprende que una de las fortalezas de Aragón en relación con las TIC es la presencia de una sólida base para la formación básica de profesionales tanto a nivel universitario como en la FP y en la dirigida al empleo, por la existencia de CTA—. Ello hace que en nuestra comunidad autónoma el déficit de profesionales TIC sea menor que en otras comunidades de nuestro entorno y que estos comiencen su carrera profesional con una formación extensa y que, en lo general, resulta adecuada. Sin embargo, las demandas de una sociedad del siglo XXI en lo que se refiere a la formación TIC van mucho más allá de disponer unos buenos grados universitarios y algunos cursos de especialización destacados. Por ello, a lo largo de estas páginas se han identificado algunas posibles líneas de mejora, que se resumen a continuación.

### **En la enseñanza primaria y secundaria: Mostrar las TIC como medio para el conocimiento de la realidad y como vehículo de la creatividad**

Existe común acuerdo en que las TIC deben formar parte de los planes de estudio desde la escuela primaria y en que el hecho de que los niños crezcan actualmente rodeados de dispositivos informáticos no significa que adquieran conocimientos TIC suficientes, sino simplemente habilidades sociales y a nivel de usuario. Pero, con frecuencia, la estrategia de la formación dirigida a niños y jóvenes se centra únicamente en la enseñanza de la tecnología en sí misma, poniendo como único objetivo la adquisición de conocimientos técnicos. Y este planteamiento se refuerza en buena medida con la preocupación por la escasez de vocaciones TIC, que se pretende paliar llevando a las escuelas e institutos algunos aspectos concretos de la formación TIC.

Sin embargo, sería necesario transmitir a los niños y jóvenes que las TIC son sobre todo un medio para la investigación y el conocimiento de la realidad que nos rodea, así como un instrumento para plasmar los resultados de la

creatividad artística. En este sentido cabría promover la utilización de herramientas TIC como medio auxiliar para distintas asignaturas, haciendo que los alumnos descubrieran por si mismos algunas de las cuestiones que se les enseñan. Por ejemplo, cabría mostrar el potencial que, para el conocimiento de la realidad, tiene la suma de los datos y las herramientas diseñadas para su manejo. Además, el potencial existente para ello es cada vez mayor, ya que las políticas de datos abiertos ponen a disposición de los enseñantes una importante cantidad de información, referente a muy diversos aspectos de la sociedad.

En resumen, se trataría de un planteamiento orientado a la resolución de problemas o la creación de obras por parte de alumno, en el que las herramientas TIC ocuparían un lugar central. Desde el punto de vista práctico, cabe proponer la elaboración de casos y problemas que apliquen este planteamiento y se dirijan a los distintos niveles y asignaturas.

### **En la formación para el empleo: Desarrollar formación orientada al caso**

Los datos sobre la forma en la que las personas adquieren sus habilidades informáticas pone de manifiesto la prevalencia del autoaprendizaje basado en la práctica sobre cualquier otro medio. Ello pone de manifiesto que las personas prefieren abordar directamente la resolución de los problemas, fiando en el carácter intuitivo de los interfaces y el método de prueba y error, antes que estudiar de forma sistemática los manuales u otros materiales didácticos. Por otra parte, los cursos abiertos (MOOC) parecen uno de los instrumentos con mayor potencial para la formación TIC del conjunto de la sociedad y, especialmente, de los trabajadores.

De acuerdo con lo anterior parece que una estrategia adecuada sería el desarrollo de MOOC pero con un enfoque orientado a la resolución de problemas o “casos” tipo que suelen plantearse a los usuarios. De esta forma la herramienta se plantearía como un apoyo al autoaprendizaje, analizando previamente los pasos que se dan en el mismo y proporcionando respuestas al usuario para cada uno de ellos. Además, la aplicación de la IA podría permitir que la respuesta a los casos se adaptara en función de las diferentes

características secundarias —por ejemplo, debidas a la pertenencia de la empresa a distintos sectores— que pudiera tener un supuesto o caso que fuera el mismo en los aspectos fundamentales.

### **En el nivel universitario: Implementar la formación dual**

La formación dual realizada añadiendo formación TIC a los grados de universitarios de ciencias sociales, contribuiría a la solución de tres problemas que siempre se ponen de manifiesto en los estudios sobre empleo y formación TIC y que son: la falta de adaptación de los estudios TIC a las necesidades de las empresas; la necesidad de planes de estudios que integren la formación TIC con la relativa a las ciencias sociales; y, finalmente, la escasez de profesionales TIC.

Se propone para ello la creación de títulos propios, que serían impartidos íntegramente en las empresas y por profesionales. La carga docente y los horarios permitirían compatibilizar dichos estudios con los de un grado, ya que se trataría de unas cinco horas semanales a lo largo del curso, que podrían complementarse con campus de dos semanas durante las vacaciones de verano. Como resultado el alumno finalizaría simultáneamente sus estudios de grado y los de un diploma de especialización o un master TIC, según hubiera asistido o no a los campus. Si la carrera profesional del alumno se desarrolla después en el campo del grado —por ejemplo, ADE o marketing— contará con una sólida formación TIC que mejorará su gestión y aprovechamiento de los sistemas de información y de las redes. Pero, además, se abre la puerta a la posibilidad de que algunos estudiantes opten por desarrollar su carrera profesional en el sector TIC, por ejemplo, como consultores para la personalización de ERP e, incluso, como programadores.

### **En el *longlife learning*: Adaptar la oferta y su difusión**

Sobre la oferta del sistema de formación TIC de Aragón en lo referente a la formación continua o *longlife learning* la principal observación que cabe hacer es su dispersión. En efecto, un profesional interesado en saber cuáles son sus

opciones para actualizar sus conocimientos en una determinada tecnología o aplicación tiene que navegar entre los webs de distintas instituciones, en los cuales además la información no se proporciona de forma muy usable. Sería además tomar en consideración que no solo los únicos instrumentos para la formación continua no son las titulaciones y cursos, sino que también otros como seminarios, jornadas o conferencias resultan útiles para el profesional. En esta línea cabría plantear algún medio de agregación de contenidos, cuya implantación podría reforzarse en forma similar a como se hace ya actualmente con los requerimientos referidos a los datos abiertos, en las ordenes que regulan las subvenciones y en los pliegos de prescripciones técnicas.

Otra posible línea de mejora sería alinear la oferta de títulos propios de las universidades con la formación continua, ya que con frecuencia sus programas están más bien pensando en complementar la formación de alumnos recién egresados de los grados y másteres universitarios. Para ello podría resultar de utilidad la flexibilización de los planes, de forma que los profesionales pudieran centrar sus esfuerzos en las materias que más les interesan.

### **En las tecnologías específicas y aplicaciones: Priorizar el big data, las aplicaciones de la IoT a la agricultura, y el turismo**

Además de los instrumentos en el estudio se ha analizado la situación del sistema de formación TIC de Aragón respecto a algunas tecnologías específicas y a algunas aplicaciones de las TIC. Como resultado se considera que hay tres áreas en las que cabría priorizar las acciones dirigidas al fortalecimiento de la formación.

La primera sería la referente al aprovechamiento de las empresas e instituciones de Aragón del conocimiento implícito en los datos y del contenido en los documentos electrónicos. No se trataría tanto de promover formación en conocimientos muy específicos dentro del *big data*, sino de una de carácter más general que parta del principio de que la información es hoy en día uno de los principales activos de todas las empresas y, en algunas, el activo más importante y el objeto de negocio. Por ello hacen falta profesionales que conozcan los aspectos empresariales y jurídicos asociados al comercio sobre

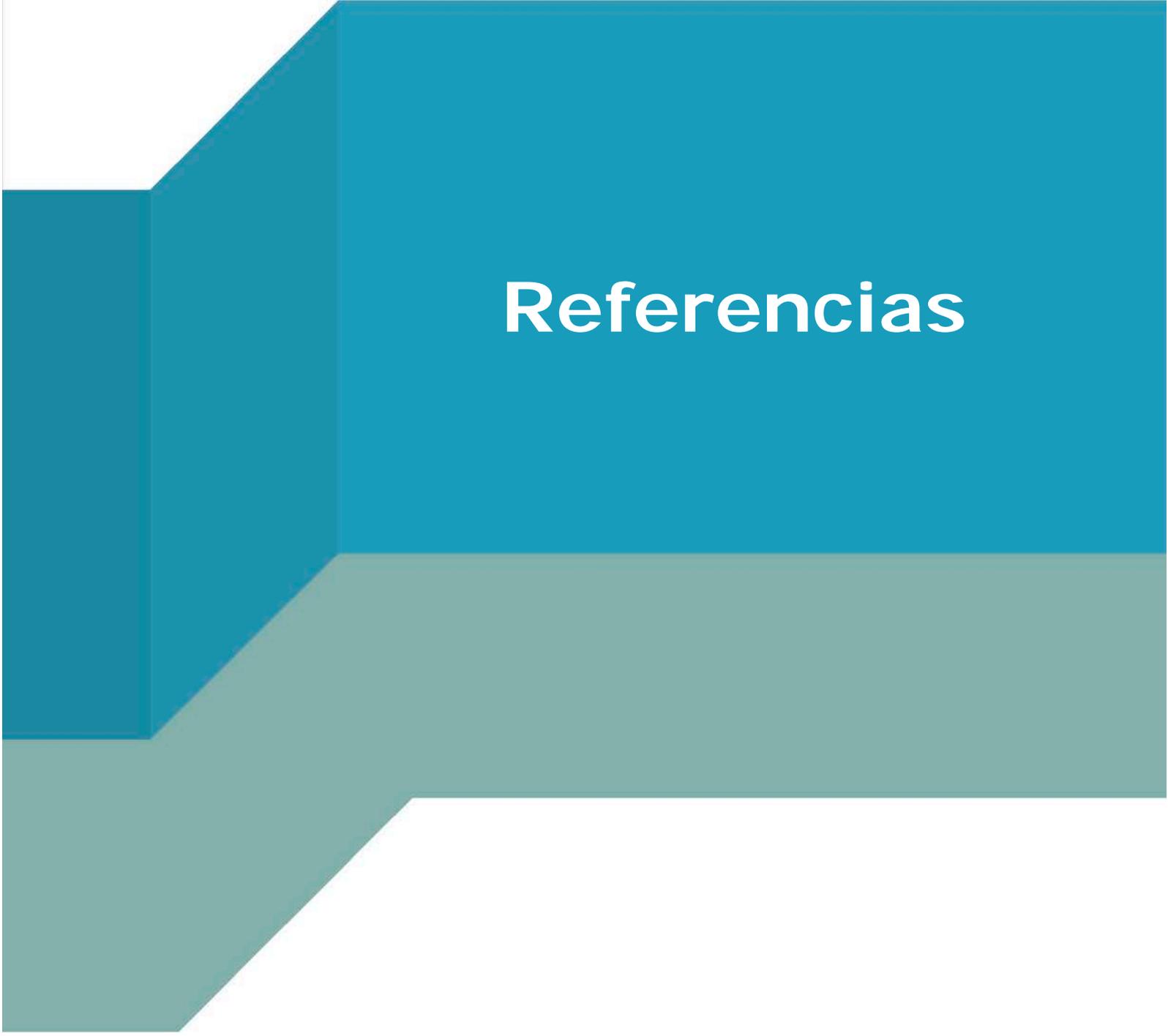
la información y también como aprovechar el valor económico de la misma. Debería, además, aspirarse a unos estudios que se consoliden y vayan generando una cantera de profesionales con un perfil que se adapte a las necesidades del tejido empresarial aragonés. En este sentido cabe suponer que son pocas las empresas que puedan permitirse tener un equipo de profesionales dedicado al *big data*, por lo que más bien hay que pensar en un perfil como el de director de datos, que reúne en una persona los distintos conocimientos necesarios para la gestión y explotación de los datos.

Otra área a la que cabría priorizar por distintos motivos es la que formaría la suma de las tecnologías del IoT y de la gestión de los datos geográficos, junto con las aplicaciones destinadas al sector primario y a la adecuada gestión del agua. En cuanto a las tecnologías, Aragón dispone en ambas de fortalezas destacables, bien en forma de empresas, bien en forma de grupos de investigación y de formación especializada. En cuanto a las aplicaciones la agricultura y la ganadería tienen un peso importante en la economía aragonesa y, por su parte, la gestión de los recursos hídricos es una materia de gran importancia para Aragón, desde muy distintas perspectivas. Cabría plantearse la propuesta de formación específica que integrara este conjunto de conocimientos en dos niveles. Uno dirigido a profesionales que podrían desarrollar herramientas integradas dirigidas al sector primario, el otro dirigido a los técnicos agrícolas y ganaderos y otros agentes del sector primario, que les permitiera aprovechar las oportunidades de mejora que les ofrecen las TIC.

Otro sector que tiene especial relevancia para nuestra comunidad autónoma es el turístico. Además, cabe considerar que el futuro de este sector en Aragón está directamente relacionado con la calidad de vida en el entorno rural, ya que Aragón ofrece en buena medida el contacto con la naturaleza y otros valores similares, que cada día están más en boga. También lo está con el deporte y, en particular, con aquellas modalidades que se practican al aire libre, para las que nuestra comunidad dispone de un gran potencial. A diferencia de lo que ocurría en el caso anterior, no hay una tecnología TIC específica relacionada con estas áreas, pero sí cabría plantearse una oferta de formación TIC diseñada para el ámbito rural de Aragón con la finalidad de fomentar la

utilización de la TIC en el mismo con dos objetivos. El primero mejorar la calidad de vida de sus habitantes, formándoles en el uso de herramientas que puedan favorecer la comunicación, el acceso a los servicios y que, en general, contribuyan a paliar los inconvenientes y limitaciones que lleva asociada el aislamiento del mundo rural. El segundo objetivo consistiría en ofrecer a los responsables de negocios turísticos conocimientos que les ayuden, por una parte, a difundir mejor las ventajas y características diferenciales de la oferta turística de Aragón —por ejemplo, utilizando las redes sociales— y, por otra, a mejorar el servicio prestado a sus clientes y la gestión de su negocio utilizando herramientas informáticas avanzadas.



A large teal 3D block graphic is positioned on the left side of the page, extending towards the center. The block has a top surface, a front face, and a side face, creating a sense of depth. The word 'Referencias' is centered on the front face of this block. Below the teal block, there is a greyish-teal shadow or base that also follows the 3D shape, extending across the bottom of the page.

# Referencias



## Datos estadísticos

Instituto Aragonés de Estadística

- *Sistema Universitario de Aragón 2016*

Universidad de Zaragoza

- *Estadísticas de grado y máster universitario 2018*

Oficina Europea de Estadística (Eurostat)

- *Estadística para la Economía Digital y la Sociedad (2018)*,  
<http://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/main-tables>.

Instituto Nacional de Estadística (INE)

- *Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas (2018)*,  
[http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176743&menu=ultiDatos&idp=1254735576799](http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176743&menu=ultiDatos&idp=1254735576799).
- *Directorio Central de Empresas (2018)*.  
<http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=51&dh=1>

## Documentos

Consejo Aragonés de Formación Profesional

- *IV Plan Aragonés de Formación Profesional 2017-2020*

Fundación España Digital

- *Dossier 2015 del Foro de Formación Digital*

Gobierno de Aragón

- *I Plan Director para el desarrollo de la Sociedad de la Información en la Comunidad Autónoma de Aragón, 2005-2008.*
- *II Plan Director para el desarrollo de la Sociedad de la Información en la Comunidad Autónoma de Aragón, 2009-2012.*
- *Estrategia Aragonesa de Competitividad y Crecimiento, 2012*
- *Programa Operativo Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de Aragón 2014-2020.*
- *Estrategia Aragonesa de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente (RIS3 Aragón), 2015*

Gobierno de Aragón, CEOE Aragón, CEPYME Aragón, UGT Aragón y CCOO Aragón

- *Plan para la Mejora del Empleo en Aragón 2016-2019*

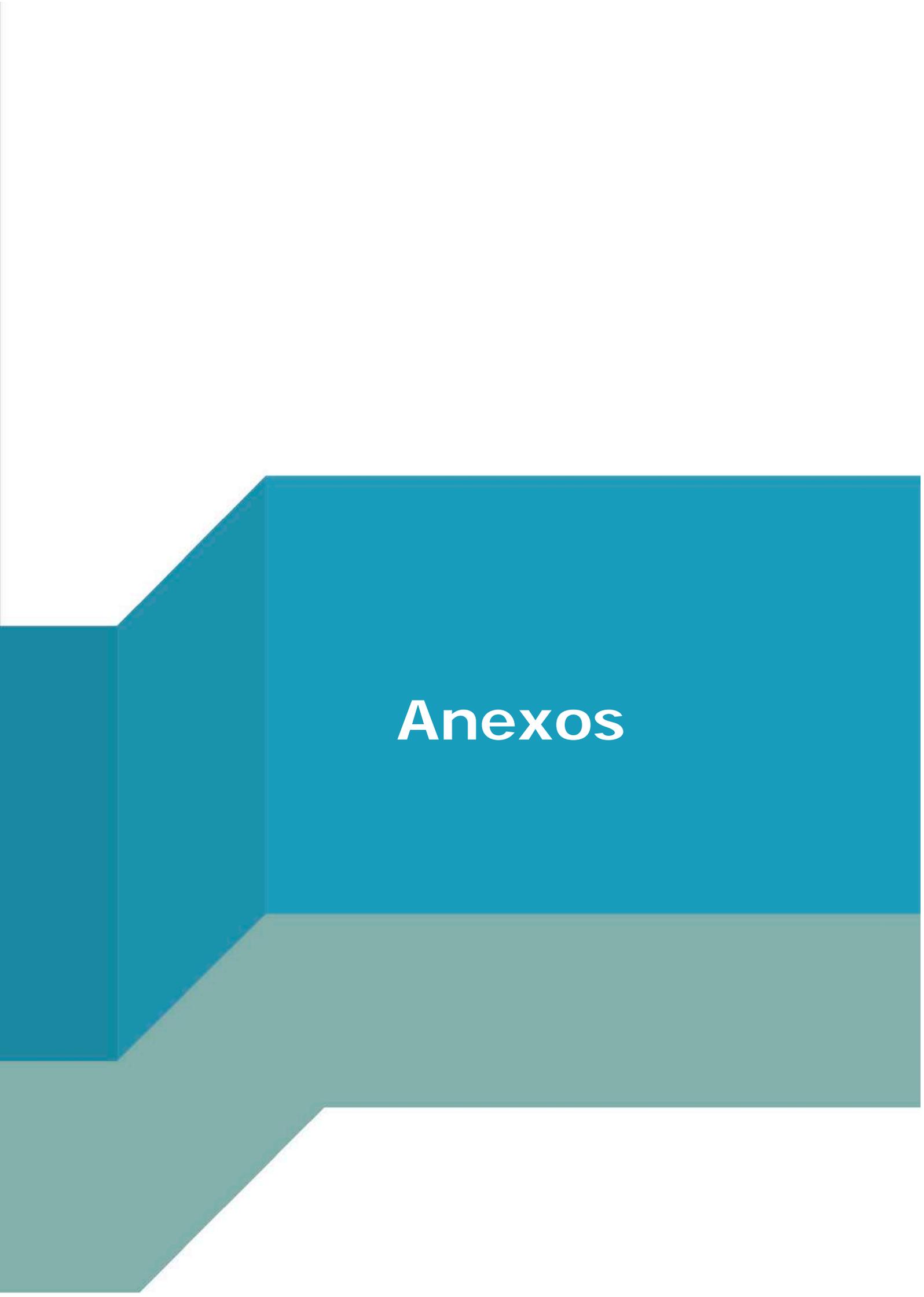
Instituto Aragonés de Empleo (INAEM)

- *Plan estratégico 2012 - 2015*
- *Plan estratégico 2016 - 2019*
- *Estudio de Necesidades de Formación y Empleo TIC en Aragón, 2015*



Observatorio Aragonés de la Sociedad de la Información

- *10 años de la Sociedad de la Información en Aragón (2004-2014), 2014*
- *Empleo TIC en Aragón – 2015*
- *Estudio sobre las nuevas profesiones de la sociedad de la información – 2016*



# Anexos

## Cursos Plan nacional de formación continua

<http://plan.aragon.es/PROGFIP.nsf/CursosI?OpenView&Indice=IFC>.

Administración de bases de datos	SI
Administración de servicios de Internet	SI
Administración y diseño de redes departamentales	SI
Administración y programación en sistemas de planificación de recursos empresariales y de gestión de relaciones con clientes	SI
Confección y publicación de páginas web	SI
Desarrollo de aplicaciones con tecnologías web	SI
Gestión de redes de voz y datos.	SI
Gestión de sistemas informáticos	SI
Gestión y supervisión de alarmas en redes de comunicaciones	SI
Implantación y gestión de elementos informáticos en sistemas domóticos/inmóticos, de control de accesos y presencia, y de videovigilancia	SI
Mantenimiento de primer nivel en sistemas de radiocomunicaciones	SI
Mantenimiento de segundo nivel en sistemas de radiocomunicaciones	SI
Montaje y reparación de sistemas microinformáticos	SI
Operación de redes departamentales	SI
Operación de sistemas informáticos	SI
Operación en sistemas de comunicaciones de voz y datos.	SI
Operaciones auxiliares de montaje y mantenimiento de sistemas microinformáticos	SI
Programación con lenguajes orientados a objetos y bases de datos relacionales	SI
Programación de sistemas informáticos	SI
Programación en lenguajes estructurados de aplicaciones de gestión	SI
Seguridad informática	SI
Sistemas de gestión de información	SI
Sistemas microinformáticos	SI
Administración AIX (IBM Unix) para power system	NO
Administración avanzada de Oracle database: alta disponibilidad en la nube	NO
Administración de bases de datos IBM DB2 para sistemas distribuidos	NO
Administración de bases de datos Oracle	NO
Administración de business intelligence y datawarehousing	NO
Administración de clouds privadas con Windows server	NO
Administración de sistemas Solaris y Oracle Linux con shellscript	NO
Administración del IBM Websphere Application Server	NO
Administración del IBM Websphere Commerce	NO
Administración del IBM Websphere portal server y creación de portales web	NO
Administración y desarrollo de servidor de aplicaciones "Red Hat Jboss"	NO
Administración y gestión de business intelligent y data warehouse con IBM	NO
Administrador big data cloudera	NO
Administrador big data cloudera Apache Hadoop	NO
Administrador servidor de aplicaciones Oracle Weblogic	NO
Administrador técnico de sistemas Oracle	NO
Administrados del IBM Tivoli Storage Manager	NO
Analista de big data y científico de datos	NO

Analista de datos big data cloudera	NO
Analista de datos big data cloudera Apache Hadoop	NO
Arquitecto de cloud	NO
Big data developer con cloudera Apache Hadoop	NO
CMS y e-commerce	NO
Consultor oficial SAP business objects data services (b0-ds)	NO
Consultor oficial SAP financiero (fi)	NO
Consultor oficial SAP logístico (mm)	NO
Consultor oficial SAP recursos humanos (hr)	NO
Desarrollador SAP abap	NO
Desarrollador spark big data cloudera	NO
Desarrollo de aplicaciones Java: componentes web y aplicaciones de base de datos (JSP y JPA)	NO
Desarrollo de aplicaciones móviles Java ME	NO
Desarrollo de aplicaciones para móviles con tecnología IBM	NO
Desarrollo de aplicaciones web con PHP y MySQL	NO
Desarrollo de aplicaciones web Java: webservices con J2EE	NO
Desarrollo de aplicaciones web sobre Oracle database	NO
Desarrollo de apps para los con objetivo C y swift	NO
Desarrollo de proyectos bajo tecnología Liferay	NO
Desarrollo de videojuegos y realidad virtual con Unity 3D	NO
Experto en marketing ventas y gestión informatizada	NO
Fundamentos de la gestión de infraestructuras TIC (Microsoft)	NO
Fundamentos y administración de Oracle database	NO
Gestión de Office 365 y soluciones Sharepoint	NO
Implementación de soluciones Microsoft azures en infraestructuras ti	NO
Ingeniero de sistemas "Red Hat Linux"	NO
Introducción a las bases de datos Microsoft SQL server	NO
Introducción al desarrollo de aplicaciones orientadas a objetos (Microsoft)	NO
IT essentials en programación web	NO
MCSA SQL server	NO
MCSA windows server 2012	NO
Microsoft certified solutions developer (MCSD): desarrollo de aplicaciones Windows Store con C	NO
Microsoft certified solutions developer (MCSD): web applications	NO
Oracle big data analista	NO
Oracle big data ingeniero	NO
Oracle JavaEE weblogic experto	NO
Programación Java SE 8(Oracle)	NO
Programación orientada a objetos con Java	NO
Seguridad en sistemas informáticos con IBM	NO
Técnico en software ofimático	NO
Usuario final SAP ARP - área logística	NO
Usuario final SAP ERP - área económico financiera	NO
Virtualización, computación en la nube y alta disponibilidad con Oracle Solaris	NO
Análisis y programación en Java	
Aplicaciones Java (J2EE)	
Autocad	
Creación de proyectos en Visual basic.net	



Creación de videojuegos con Unity 3D  
Creación, programación y diseño de páginas web dinámicas  
Desarrollo de aplicaciones con Java server face  
Desarrollo de aplicaciones para internet y dispositivos móviles  
Especialista en seguridad en internet  
HTML5 y CSS 3  
Introducción a la tecnología de impresión en 3D  
Introducción a redes sociales  
Marketing y comunicación en la red  
Microsoft SQL server  
Programación con PHP y MYSQL  
Programación de aplicaciones Android

## Indice

<b>1</b>	<b><i>El sistema de formación TIC</i></b>	<b>9</b>
1.1	<b>La formación TIC en la UE</b>	<b>11</b>
1.2	<b>El sistema de formación TIC en Aragón</b>	<b>17</b>
1.2.1	Estudios universitarios	18
1.2.2	Ciclos formativos	24
1.2.3	La formación para el empleo	27
1.2.4	Centros de formación	30
1.2.5	Iniciativas empresariales	32
1.3	<b>Contenidos del sistema de formación TIC</b>	<b>35</b>
1.3.1	Formación general	38
1.3.2	Tecnologías específicas	39
1.3.3	Aplicaciones	42
<b>2</b>	<b><i>Necesidades y recursos</i></b>	<b>45</b>
2.1	<b>Habilidades informáticas de la población</b>	<b>47</b>
2.1.1	Habilidades relacionadas con la informática	47
2.1.2	Opiniones de los individuos	57
2.1.3	Modos de obtención de las habilidades informáticas	61
2.2	<b>Necesidades de las empresas</b>	<b>67</b>
2.2.1	Empresas que utilizan especialistas en TIC	68
2.2.2	Empresas con mujeres especialistas en TIC	70
2.2.3	Empresas que proporcionan actividades formativas en TIC a sus empleados	72
2.2.4	Empresas que contrataron o intentaron contratar especialistas en TIC	77
2.3	<b>Las nuevas profesiones TIC</b>	<b>80</b>
2.4	<b>Posibles recursos para el sistema de formación TIC</b>	<b>84</b>
2.4.1	Grupos de investigación en Aragón	84
2.4.2	Empresas TIC en Aragón	93
<b>3</b>	<b><i>Estrategias para la formación TIC</i></b>	<b>105</b>
3.1	<b>Objetivos estratégicos de la UE, España y Aragón</b>	<b>107</b>
3.1.1	Unión Europea	107
3.1.2	España	108
3.1.3	Aragón	111
3.2	<b>Orientaciones para la formación TIC en Aragón</b>	<b>113</b>
3.2.1	Análisis por áreas	113
3.2.2	Análisis por instrumentos	129
	<b><i>Conclusión y resumen de propuestas</i></b>	<b>145</b>
	<b><i>Referencias</i></b>	<b>153</b>
	<b><i>Anexos</i></b>	<b>157</b>

*El estudio "Formación TIC para el futuro de Aragón.2018" ha sido elaborado por Carlos Serrano Cinca, catedrático de la Universidad de Zaragoza, y por José Félix Muñoz Soro, investigador de la Agencia Aragonesa para la Investigación y el Desarrollo (ARAIID), por encargo de la Dirección General de Administración Electrónica y Sociedad de la Información, del Departamento de Innovación, Investigación y Universidad, del Gobierno de Aragón.*

*Informe publicado bajo los términos de la licencia **Creative Commons-Atribución-NoComercial (CC BY-NC)***



*Dirección General de  
Administración Electrónica y  
Sociedad de la Información*  
Departamento de Innovación,  
Investigación y Universidad del  
Gobierno de Aragón  
Edificio Pignatelli.  
Pº Mª Agustín 36,  
puerta 30, planta 1ª  
50004 Zaragoza  
[www.observatorioaragones.es](http://www.observatorioaragones.es)  
[oasi@aragon.es](mailto:oasi@aragon.es)  
Teléfono: 976 71 5452  
Fax: 976 71 4037