

El impacto climático y la transición ecológica en los sectores de la industria química, las tecnologías y la inteligencia artificial

Dulce Cairós BarretoUniversidad de La Laguna  <https://dx.doi.org/10.5209/crla.103122> Recibido: 04/06/2025 • Aceptado: 11/11/2025 • Publicado en línea: 23/12/2025

Resumen: El impacto del cambio climático en los diferentes sectores económicos necesariamente tiene que referirse tanto al cumplimiento de los requerimientos legales para cada sector, en función de su actividad y características de prestación, como a la protección y defensa de los intereses y derechos de las personas trabajadoras y de la propia iniciativa empresarial para cumplir con los compromisos nacional e internacionalmente adoptados en materia de mitigación del cambio climático, transición justa y defensa de las personas. Algunos sectores se están considerando esenciales para la consecución de mejores niveles de sostenibilidad y ecologización de la economía, por su potencial para favorecer el ahorro energético y de recursos y la mitigación del cambio climático, pero, paradójicamente, son también sectores enormemente contaminantes, peligrosos desde el punto de vista de las personas trabajadoras y de los propios ciudadanos. Su potencial efecto positivo o favorable aún está en cuestión y debe conectarse con una mayor regulación legal y un mayor control y desarrollo que aún no pueden considerarse logrados. El sector de la industria química, el sector de las tecnologías digitales y, específicamente, las aplicaciones de inteligencia artificial son sectores especialmente reconocidos y llamados a desempeñar un papel clave en la transición ecológica, pero en estos momentos presentan menos logros y resultados de los que pudieran esperarse.

Palabras clave: cambio climático, industria química, TIC, inteligencia artificial, transición justa

ENG The climate impact and the ecological transition in the chemical, technology, and artificial intelligence sectors

Abstract: The impact of climate change on different economic sectors must necessarily refer both to compliance with the legal requirements for each sector, depending on its activity and characteristics, and to the protection and defence of the interests and rights of workers and of the business initiative itself in order to comply with nationally and internationally adopted commitments on climate change mitigation, just transition, and the defence of people. Some sectors are considered essential for achieving better levels of sustainability and greening of the economy, due to their potential to promote energy and resource savings and climate change mitigation. Paradoxically, these are also highly polluting sectors that are dangerous from the point of view of workers and citizens themselves, and whose favourable potential is still in question. This must be linked to greater legal regulation, greater control, and further development, which, although it can be brought forward, cannot yet be considered achieved. The chemical industry, the digital technology sector, and, specifically, artificial intelligence applications are recognized sectors that are called upon to play a key role in the ecological transition, but at present they are showing fewer achievements and results than might be expected.

Keywords: climate change, chemical industry, ICT, artificial intelligence, just transition.

Sumario: 1. La industria química. 1.1. Ámbito, impacto y responsabilidad. 1.2. La política medioambiental y el programa “*Responsable Care*”. 1.3. El limitado alcance del convenio colectivo estatal de la industria química. 2. El sector de las tecnologías digitales. 3. La inteligencia artificial en los procesos de transición ecológica justa. 3.1. ¿Qué es la IA y por qué es objeto de atención por el

Derecho del trabajo? 3.2. Inteligencia artificial y consumo energético. 4. Conclusiones: regulación normativa, equilibrio en la transición y protección frente a riesgos emergentes. 5. Bibliografía

Cómo citar: Cairós Barreto, D. M. El impacto climático y la transición ecológica en los sectores de la industria química, las tecnologías y la inteligencia artificial, *Cuadernos de Relaciones Laborales*, avance en línea, 1-20, <https://dx.doi.org/10.5209/crla.103122>

1. La industria química

1.1. Ámbito, impacto y responsabilidad

La industria química moderna creció en las décadas de 1940 y 1950, dominada por Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y Japón. Las guerras mundiales impulsaron su rápida expansión. Los descubrimientos químicos en los laboratorios de investigación gubernamentales, industriales y académicos, así como la colaboración entre ellos, sentaron las bases de esta industria en crecimiento. La industria química se ha convertido en uno de los sectores fundamentales de la sociedad moderna y una de las industrias manufactureras más grandes del mundo, con unas ventas de 4 billones de dólares estadounidenses en 2019. Desde la década de 1980, la producción se ha desplazado hacia Asia y las economías emergentes, como Oriente Medio y África. China se ha convertido rápidamente en el mayor productor mundial de productos químicos, seguida de la Unión Europea y Estados Unidos, con un 39 %, un 15 % y un 14 % de las ventas mundiales en 2019, respectivamente (Tickner et al., 2021: 5-6). Con una inmensa variedad de productos, desde medicamentos y alimentos vitales hasta la construcción de edificios, el transporte y el ocio, la industria tiene un impacto real en prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana. Es uno de los sectores donde se puso muy pronto de manifiesto su doble y ampliada peligrosidad y responsabilidad tanto respecto al medio ambiente como a la salud de las personas trabajadoras. De hecho, en el seno de las reivindicaciones de trabajadores de la industria química surgió en el sindicalismo norteamericano de los años 70 y 80 la expresión transición justa y el logro de una suerte de conjunción de intereses sindicales y ecologistas (Mazzochi, 1998: 245-354; Morena et al., 2018: 6-8).

Cambio climático, medio ambiente e industria química se relacionan de formas diferentes: el cambio climático puede incrementar el impacto de la contaminación química, porque puede amplificar la liberación de sustancias peligrosas en el medio ambiente. Además, la industria química es responsable de altas emisiones de gases de efecto invernadero y agentes contaminantes. Hay también una interrelación clara entre cambio climático, contaminación y pérdida de biodiversidad: las condiciones ambientales cambiantes pueden favorecer una mayor presencia de contaminantes en el medio, con un incremento de su toxicidad, lo que también afecta a la supervivencia de las especies (Axon y James, 2018: 140-145). La industria química, por tanto, está desarrollando una actividad investigadora intensa para reducir, si no eliminar, la huella ambiental y climática de sus procesos productivos. La transición hacia una economía ecológica y menos dañina con el medio ambiente es una de sus actividades más importantes: a través del desarrollo de tecnologías y procesos menos dañinos, o mediante la generación de productos que contribuyen directa o indirectamente a la reducción de emisiones, la ciencia química trabaja en la búsqueda de soluciones medioambientalmente más limpias. Se afirma que la industria química es hoy uno de los sectores que mayores recursos dedica a la protección del entorno. Aun así, el sector químico puede hacer mucho más, y no sólo en la mitigación de sus propias emisiones significativas de gases de efecto invernadero y en la aplicación de soluciones innovadoras en ámbitos como la economía circular, las

energías renovables y el hidrógeno verde. También es un importante proveedor de soluciones para la descarbonización de otros sectores. El sector abarca una amplia gama de actividades, desde la producción de productos químicos a granel utilizados en procesos industriales a gran escala hasta la creación de compuestos altamente especializados para aplicaciones de precisión y depende de una amplia gama de materias primas, entre las que se incluyen los combustibles fósiles, los minerales, las materias primas biológicas y las sustancias naturales, cada una de las cuales proporciona componentes esenciales para sectores como el farmacéutico y cosmético, el agrícola, el energético y el de bienes de consumo.

Debe intensificar sus esfuerzos para desarrollar nuevos materiales químicos de alto rendimiento, como recubrimientos inteligentes para el vidrio, que pueden permitir reflejar o absorber el calor del sol según sea necesario, tanto en edificios como en vehículos. Además, el sector está bien situado para abordar la necesidad de utilizar materiales sustitutivos de la madera en la construcción, como los polímeros, que pueden ayudar a evitar los impactos ambientales de la tala excesiva de árboles. También se han desarrollado células de parafina microencapsuladas que, cuando se incorporan a las paredes, actúan como absorbedores térmicos, absorbiendo el calor a medida que aumenta la temperatura. Esto puede reducir la necesidad de utilizar energía para la refrigeración. Mediante el desarrollo de tecnologías y procesos cada vez más limpios y eficientes, o mediante la generación de productos que contribuyan directa o indirectamente a la reducción de las emisiones, la rama química puede ser un actor clave en la búsqueda de soluciones para abordar el problema del calentamiento global, contribuyendo así a un mundo más sostenible (Leal Filho et al., 2024: 2501).

Al mismo tiempo, el sector de la industria química es uno de los más dañinos para la salud de las personas trabajadoras: la elaboración, exposición, manipulación y tratamiento de sustancias y productos químicos es una actividad cuya toxicidad es sobradamente conocida, sobradamente estudiada y bajo permanente supervisión por los efectos y consecuencias nuevas que se generan y descubren continuamente, debido tanto al desarrollo de la técnica y la tecnología, como de la medicina, especialmente la medicina del trabajo. Por ello no es de extrañar que las normas sobre prevención de riesgos laborales y salud laboral en los subsectores de la industria química sea una cuestión de primer orden.

En materia medioambiental la industria química tiene, por tanto, un compromiso y una responsabilidad doblemente reforzada, con el planeta y con sus trabajadores y ello se ve reflejado tanto en sus políticas de medio ambiente y compromisos de responsabilidad social, como en la asunción de competencias y reconocimiento de derechos específicos en la negociación colectiva.

1.2. La política medioambiental y el programa “*Responsable Care*”

Tanto los Estados como las propias organizaciones empresariales están desarrollando numerosas iniciativas en materia de protección del medio ambiente, mitigación del cambio climático y protección de los ciudadanos (y de los trabajadores) que afectan a la industria química. Al mismo tiempo, la regulación normativa es amplia y está muy desarrollada en materia de contaminación y protección de personas trabajadoras, pero resulta aún insuficiente¹. La evolución, la innovación y el desarrollo del sector han estado orientados esencialmente hacia la productividad y el crecimiento, y su dirección hacia objetivos de mejora que no supongan al mismo tiempo un beneficio económico está

¹ Sobre el desarrollo más reciente, la Directiva (UE) 2024/1785 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, por la que se modifican la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) y la Directiva 1999/31/CE del Consejo relativa al vertido de residuos

aún inexplorada, o en un estadio incipiente. Por eso resultan interesantes las iniciativas de promoción que se llevan a cabo tanto desde el ámbito público como desde el privado con el objetivo de realizar no sólo una acción más eficiente hacia la transición, sino también de aprovechar la tecnificación y la innovación para favorecer la propia transición.

A nivel europeo, contamos desde 2020 con la denominada *Estrategia Europea de sostenibilidad para las sustancias químicas. Hacia un entorno sin sustancias tóxicas*², fundada en 5 objetivos:

- Innovar en sustancias químicas seguras y sostenibles (promoviendo las sustancias químicas seguras y sostenibles desde el diseño, instaurando ciclos de productos seguros y de materiales no tóxicos, impulsando la ecologización y digitalización de la producción de sustancias químicas y reforzando la autonomía estratégica abierta de la UE).
- Reforzar el marco jurídico de la UE para abordar las acuciantes cuestiones medioambientales y sanitarias (protegiendo a los consumidores, los grupos vulnerables y a las personas trabajadoras frente a las sustancias químicas más nocivas, protegiendo a las personas y al medio ambiente de los efectos combinados de las sustancias químicas y buscando la contaminación química cero en el medio ambiente).
- Simplificar y consolidar el marco jurídico y lograr la consolidación y plena ejecución de la normativa de la UE sobre sustancias químicas.
- Realizar una base de conocimientos exhaustiva sobre sustancias químicas (mejorando la disponibilidad de datos químicos y logrando una interrelación más estrecha entre ciencia y política en el ámbito de las sustancias químicas).
- Ser el ejemplo de gestión racional mundial de las sustancias químicas, promoviendo normas de seguridad y sostenibilidad fuera de la UE y la cooperación con terceros países.

Un ejemplo interesante de iniciativa nacional lo constituye el programa del gobierno alemán denominado “Programa de Acción Climática para la Industria Química” (CAPCI) en el marco de la Iniciativa Internacional para el Clima (IKI) con el fin de ayudar a abordar estos retos en la cooperación con países en desarrollo y economías emergentes: el programa proporciona a las partes interesadas y a los responsables de la toma de decisiones información, conocimientos aplicados y mejores prácticas sobre las oportunidades de mitigación de los gases de efecto invernadero en la producción y el uso de productos químicos, a través de seminarios web internacionales y eventos paralelos, el establecimiento de una base de conocimientos en línea con las mejores prácticas para la mitigación en el sector químico, publicaciones y acciones de formación. Además, apoya actividades en determinados países en desarrollo y emergentes destinadas a comprender mejor la conexión entre la industria química y el cambio climático, así como a aplicar medidas para reducir las emisiones derivadas del sector. Dado que la estructura de la industria química difiere de un país a otro y que las empresas también muestran diferentes niveles de progreso en cuanto a prácticas bajas en carbono, el CAPCI no promueve un plan tecnológico definido, sino que tiene en cuenta todo el abanico de tecnologías de mitigación, que van desde opciones de bajo coste, como medidas para aumentar la eficiencia energética y de los recursos, reduciendo al mismo tiempo las pérdidas, hasta soluciones más complejas, como el cambio a

² Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. *Estrategia de sostenibilidad para las sustancias químicas. Hacia un entorno sin sustancias tóxicas*, 2020.

fuentes de energía renovables o la aplicación de soluciones más complejas como la captura y utilización de carbono (CCU) (Weber, 2022). Una buena práctica de Alemania que despertó mucho interés entre los países socios fue el uso de parques químicos denominados *Verbundstandorte*, en los que las interconexiones entre las diferentes plantas y empresas de estos parques dan lugar a la optimización de los flujos de energía y recursos, contribuyendo a la economía circular local (Schreiber, Bustillos, 2023: 124-128).

El programa de sostenibilidad y lucha contra el cambio climático más importante es, probablemente, la acción internacional denominada programa *Responsible Care*, que fue concebido por primera vez en Canadá en 1985. Ha sido adoptado y puesto en práctica por 62 asociaciones de industrias químicas en casi 70 economías de todo el mundo³. La industria química europea adoptó *Responsible Care* por primera vez en el Reino Unido en 1989 y, desde entonces, la sección europea se ha ampliado de forma voluntaria a casi 30 países. En la actualidad, más de 4.000 empresas practican el *Responsible Care* en Europa⁴. Es una iniciativa voluntaria de la industria química mundial que, más allá del cumplimiento de la legislación y la normativa, compromete a las empresas, las asociaciones nacionales de la industria química y sus socios a:

- Mejorar continuamente los conocimientos y el rendimiento en materia de medio ambiente, salud y seguridad de sus tecnologías, procesos y productos a lo largo de su ciclo de vida para evitar daños a las personas y al medio ambiente.
- Utilizar los recursos de manera eficiente y minimizar los residuos.
- Informar abiertamente sobre el rendimiento, los logros y las deficiencias.
- Promover y compartir las buenas prácticas.
- Escuchar, involucrar y trabajar con las personas para comprender y abordar sus preocupaciones y expectativas;
- Cooperar con los gobiernos y las organizaciones en el desarrollo y la aplicación de normativas y estándares eficaces, y cumplir o superar dichos requisitos;
- Proporcionar ayuda y asesoramiento para fomentar la gestión responsable de los productos químicos por parte de todos aquellos que los gestionan y utilizan a lo largo de la cadena de producción.

Su estrategia se configura en torno a 6 elementos: cultura de liderazgo corporativo, protección de las personas y el medio ambiente, fortalecimiento de los sistemas de gestión de productos químicos, influencia en los socios comerciales, participación de las partes interesadas y contribución a la sostenibilidad. Respecto a la protección de las personas y del medio ambiente, se parte de la base de que la puesta en práctica de procesos que protegen a las personas y al medio ambiente conduce a un uso más eficiente de los recursos y a una reducción de los riesgos y los impactos negativos, como los residuos, las emisiones o los accidentes, lo que lleva a una ventaja competitiva para las organizaciones y un aumento de la confianza de las partes interesadas.

Y para asegurar que estas declaraciones no queden en meros objetivos programáticos, se diseña una herramienta que permite a las empresas valorar la madurez de su gestión medioambiental, a través de cuatro niveles y orientarlo a la consecución de los objetivos, desde el nivel más básico,

³ *Responsible care Management Framework*, European Chemical Industry Council (Cefic), 2022. <https://cefic.org/app/uploads/2024/05/Responsible-Care-Management-Framework-Brochure.pdf>

⁴ Se puede consultar la lista completa de empresas signatarias, actualizada a mayo de 2025: <https://icca-chem.org/wp-content/uploads/2020/09/Signatories-of-RC-Global-Charter.pdf>

en el que la organización sólo gestiona los asuntos ambientales para garantizar el cumplimiento normativo, sin ir más allá, hasta uno en el que la empresa analiza periódicamente la evolución del desempeño medioambiental, el plan de acción y su mejora (que atiende a las preocupaciones de la comunidad y los riesgos y oportunidades potenciales del contexto de la organización) y la alta dirección de la organización revisa periódicamente el rendimiento, rinde cuentas del cumplimiento de sus objetivos y garantiza que se disponga de los recursos adecuados. Asimismo, en materia de seguridad y salud de las personas trabajadoras, se diseñan procedimientos basados en auditorías periódicas y revisables, donde se priorizan las correcciones resultantes de las auditorías e inspecciones y los resultados de las auditorías se utilizan para definir los objetivos futuros.

El último informe de sostenibilidad y responsabilidad social de *Responsible Care* publicado por la Federación Empresarial de la Industria Química Española (Feique)⁵ muestra los datos del período 1999-2019, con los siguientes resultados en indicadores medioambientales: una disminución el 40% en la emisión de gases de efecto invernadero, del 71% en la emisión de óxidos de nitrógeno y del 95% en la emisión de óxidos de azufre. Por su parte, una disminución del 28% en el consumo de energía, del 55% en el consumo de agua, del 80% en la generación de residuos y un aumento del 11% en la inversión y gasto en protección medioambiental⁶. Los datos que avanza respecto del período 2005-2023 arrojan el siguiente resultado: una disminución del 27% en consumo energético y una disminución del 45,3% en la emisión de gases de efecto invernadero⁷. Ilustrativo puede resultar el *Estado de información no financiera. Informe corporativo de sostenibilidad 2024* de la empresa Ercros, cuyo capítulo medioambiental presenta su Plan estratégico 3D para transformar la compañía en una organización sostenible a largo plazo, un plan de transición climática y da cuenta, en cumplimiento de las recientes obligaciones legales en materia de información no financiera, de sus resultados en materia de contaminación, utilización de recursos, economía circular, etc.

Por su parte, los artículos 73 y 74 del Convenio colectivo español de la industria química (sectorial estatal) establecen compromisos específicos en el marco de la responsabilidad social de las empresas del sector, para la integración equilibrada de los principios relativos a crecimiento económico, la protección ambiental y la equidad social, con respecto al principio de la transparencia como requisito de su credibilidad y con la necesidad de la consideración de toda su cadena de valor. Específicamente, las partes firmantes se comprometen a promover y colaborar en la adhesión de las empresas al Programa internacional de la Industria Química *Responsible Care* y a la consecución de los objetivos pretendidos con esta iniciativa voluntaria, pública y activa de las empresas químicas. Se añade que, de llevarse a cabo acciones o iniciativas de responsabilidad social empresarial en el ámbito laboral, deberá informarse periódicamente de las mismas y de su desarrollo a los representantes de las personas trabajadoras, con indicación de su posible impacto en las condiciones de trabajo.

1.3. El limitado alcance del convenio colectivo estatal de la industria química

⁵ Segundo su propia página web, FEIQUE representa a la industria química española con más de 1600 empresas y el 75% de la producción química española, con una cifra de negocios anual de 85.483 millones de euros, genera el 11,6% del Producto Industrial Bruto, el 4,7% del PIB Nacional y el 5,5% del empleo español (sumando sus efectos indirectos e inducidos), con más de 816.200 puestos de trabajo entre empleo directo, indirecto e inducido. Es, además, el segundo mayor exportador de la economía española (por CNAE) con una facturación en mercados exteriores de 59.166 millones de euros (el 69,32% del total de su cifra de negocios) y el primer inversor industrial en I+D+i y en protección del medioambiente. <https://www.feique.org/conocenos/>

⁶ <https://www.feique.org/pdfs/informeRSE.pdf>

⁷ <https://www.feique.org/radiografia-economica-del-sector-quimico-espanol/>

En contraste con las políticas empresariales de responsabilidad, cuando la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático se plasman en documentos jurídicos vinculantes, el nivel de intensidad y compromiso del sector en España es relativamente superficial. El XXI convenio colectivo de la industria química, publicado por Resolución de la Dirección General de Trabajo de 6 de febrero de 2025⁸, contiene un capítulo modesto, aunque importante dentro de la negociación colectiva española⁹, dedicado a la protección medioambiental, en el que se considera necesario que las empresas actúen de forma responsable y respetuosa con el medio ambiente, prestando gran atención a su defensa y protección de acuerdo con los intereses y preocupaciones de la sociedad, y afirmando que el conjunto del sector químico debe adoptar una actitud permanente, responsable y visible en materia de medio ambiente, así como conseguir que “el esfuerzo que esté desarrollando la industria en este campo, y el que se realice en el futuro, así como sus resultados, sean conocidos y adecuadamente valorados por la Sociedad y las Administraciones competentes”. Para ello se fijan los siguientes objetivos: promover y conseguir una actuación responsable de las empresas en materia de medio ambiente, concretando las medidas a adoptar, establecer unos objetivos cualitativos y cuantitativos de mejora con el fin de hacer visible, respecto a ellos, el progreso que se consiga, demostrar a la sociedad el comportamiento responsable de las empresas, individual y colectivamente, mediante el empleo de técnicas de buena gestión medio ambiental y la comunicación de los resultados obtenidos y mejorar la credibilidad de la industria y aumentar la confianza de la sociedad y de las administraciones públicas mediante demostraciones y hechos concretos. Para su consecución, se establece que las empresas de más de 100 personas trabajadoras podrán desarrollar un Sistema de Gestión Medioambiental, adecuado a alguna de las normas españolas, europeas o internacionales de certificación de la calidad de dicho sistema.

El artículo 72 de este convenio colectivo regula la figura del delegado/a de medio ambiente como un representante de las personas trabajadoras cuya designación se realizará entre los delegados de prevención, correspondiendo el derecho a tal designación a las organizaciones sindicales más representativas en el ámbito estatal y respecto a los centros de trabajo donde tengan presencia en los órganos unitarios de representación de las personas trabajadoras. Por tanto, no se trata de un nuevo representante de las personas trabajadoras, sino que, en atención a la relevancia en el sector de los riesgos profesionales, se “especializa” a una única persona de entre los delegados de prevención, en cada empresa que cuente con estos. La designación se realizará mediante acta firmada por las organizaciones sindicales correspondientes, que deberán notificarla tanto a la empresa como a la Comisión Mixta de seguridad y salud y medio ambiente. A su vez, las empresas designarán un responsable para la interlocución con el/la delegado/a de medio ambiente de entre sus representantes en el Comité de Seguridad y Salud¹⁰.

Las funciones del delegado de medio ambiente son: colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción medioambiental, en el marco de los principios generales definidos en el propio convenio colectivo, promover y fomentar la cooperación de las personas trabajadoras en el cumplimiento de la normativa medioambiental, ejercer una labor de seguimiento sobre el cumplimiento de la normativa de medio ambiente, así como de las políticas y objetivos medioambientales que la empresa establezca, recibir información sobre la puesta en marcha de

⁸ <https://www.boe.es/boe/dias/2025/02/17/pdfs/BOE-A-2025-3083.pdf>. Con vigencia durante los años 2025 y 2026.

⁹ La negociación colectiva española está aún poco desarrollada en el tratamiento de aspectos medioambientales, sostenibilidad y lucha contra el cambio climático, aunque poco a poco va abriéndose paso en los contenidos convencionales. Véase, por ejemplo: Chacártegui y Canalda Criado (2020) o Miñarro (2024).

¹⁰ La elección del delegado de medio ambiente es una cuestión abordada por la negociación colectiva, aun no se cuenta con una obligación legal a tales efectos en nuestro país, y su designación dentro de la representación especializada en prevención de riesgos laborales es la más común entre las adoptadas por la negociación colectiva. Véase Canalda Criado (2020). Con anterioridad, Gutiérrez Pérez (2010).

nuevas tecnologías de las que se pudieran derivar riesgos medioambientales, así como sobre el desarrollo de sistemas de gestión medioambiental, recibir de la empresa copia de la documentación que ésta venga obligada a facilitar a la administración pública en relación con emisiones, vertidos, generación de residuos, uso de agua y la energía y medidas de prevención de accidentes mayores, proponer a la empresa la adopción de medidas tendentes a reducir los riesgos medioambientales y de mejora de la gestión medioambiental, y colaborar en el diseño y desarrollo de las acciones formativas en materias relacionadas con las obligaciones medioambientales de la empresa.

Finalmente, se especifica que las cuestiones medioambientales se integrarán en los programas de formación dirigidos tanto a los delegados de medio ambiente, como a los demás delegados de prevención y también al conjunto de las personas trabajadoras.

Además de este apartado específico sobre medio ambiente, este convenio colectivo introduce en el capítulo de salud laboral la creación de un comité específico mixto de Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente, sin perjuicio de los comités de seguridad y salud que corresponda en virtud del artículo 38 LPRL. Este comité se puede replicar también en ámbitos territoriales inferiores donde existan industrias químicas y organizaciones sindicales firmantes del convenio estatal. Se enfoca principal, aunque no exclusivamente, al control de sustancias peligrosas y su eventual sustitución por otras similares no peligrosas, el seguimiento de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, cambios de tecnología que sustituyen formas y lugares de trabajo peligrosos, planes de formación específica en materia de prevención de riesgos laborales y planes agrupados orientados a trabajadores, delegados de prevención y representantes de la dirección, análisis y posibles recomendaciones sobre métodos para la realización de las evaluaciones de riesgos, elaboración de un manual de buenas prácticas en materias de seguridad, salud y medio ambiente y el seguimiento a nivel sectorial de la política europea de productos químicos y sobre la aplicación del sistema REACH¹¹.

A nivel territorial se destacan, adicionalmente, las siguientes funciones: impulsar acciones de asesoramiento técnico especializado en materia de actividad preventiva y seguridad y salud laboral, mejora de la confianza de la ciudadanía hacia las empresas del sector, promoción del intercambio de conocimientos, experiencias y mejores prácticas entre las empresas, impulso del compromiso con la prevención de riesgos laborales y la seguridad y salud laboral, colaboración conjunta para disminuir la siniestralidad, así como para conseguir una protección eficaz de las personas trabajadoras, promoción de iniciativas sobre métodos y procedimientos de mejora de la actividad preventiva en las empresas y vigilancia del cumplimiento por parte de las empresas químicas de las obligaciones convencionales específicas en caso de subcontratación de actividades.

El convenio colectivo divide, por tanto, su regulación en materia medioambiental en dos partes, ninguna de las cuales es especialmente novedosa o disruptiva, la adopción de obligaciones concretas para mitigar el cambio climático y favorecer un desarrollo más ecológico de su actividad y la protección y derechos de las personas trabajadoras. La primera no añade nada a las obligaciones y compromisos ya derivados de las políticas internacionales y de la propia regulación normativa, que es muy exigente en este ámbito. Respecto a la segunda, tratándose de un sector

¹¹ Reglamento (CE) 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) no 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) no 1488/94 de la Comisión, así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión: las empresas fabricantes y proveedoras deben proporcionar información sobre los riesgos que presentan las sustancias y cómo deben manipularse en toda la cadena de suministro. También exige a las empresas o particulares que utilizan una sustancia química sola o en una mezcla, en el curso de sus actividades industriales o profesionales, que transmitan información a las empresas fabricantes y proveedoras de productos químicos.

con exposición a riesgos laborales de tan graves consecuencias y efectos, y con la instrucción expresa de orientar su actividad a la innovación en materiales y procesos, se echa en falta una mayor atención a la exposición de las personas trabajadoras a los nuevos riesgos que estas innovaciones puedan traer, así como una atención a la salud mental y los riesgos psicosociales en un sector presionado por la necesidad de innovar, el cambio climático y la obtención de resultados. La designación del delegado/a de medio ambiente en el seno de los delegados de prevención obedece a una visión limitada y obsoleta de la función de la representación de las personas trabajadoras en una gestión empresarial más respetuosa con el medio ambiente y que persigue su ecologización, siendo necesaria y más efectiva una presencia más intensa que la mera recepción de información en materia de gestión medioambiental, porque el riesgo derivado de una posible pérdida de empleo es sólo uno entre los muchos que presenta el sector en este contexto en particular.

2. El sector de las tecnologías digitales

Las tecnologías digitales se conciben actualmente como herramientas clave para acelerar la consecución de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, porque pueden desempeñar un papel fundamental en la vigilancia del clima, los sistemas de alerta temprana y la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en general. Las tecnologías digitales, como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas y los macrodatos, se afirma, también pueden desempeñar un papel fundamental en la optimización del consumo energético de nuestro mundo digital. Pero al mismo tiempo, la creciente adopción de herramientas y servicios digitales aumenta el consumo de energía y agua, las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso de materiales y la generación de residuos electrónicos. Las crecientes necesidades de almacenamiento y procesamiento de datos están aumentando aún más la huella de carbono del sector de las TIC y requieren una cantidad significativa de energía, lo que suscita preocupaciones en materia de emisiones y suministro energético. Además, la infraestructura de datos consume refrigerantes y grandes cantidades de agua para su refrigeración.

Hay dos cuestiones fundamentales para abordar el papel y el impacto del sector de las TIC en relación con la emergencia climática: la huella de carbono de las propias TIC y el impacto de las TIC en el resto de la economía mundial. Sorprendentemente, se han realizado muy pocos estudios sobre estas cuestiones, dada su importancia en la respuesta al cambio climático. Los datos disponibles deben interpretarse teniendo en cuenta los problemas que plantean su antigüedad, su falta de cuestionamiento, la posibilidad de que existan conflictos de intereses (especialmente cuando los investigadores trabajan para empresas de TIC y los datos y análisis no son de libre acceso), la diversidad de enfoques y la falta de acuerdo sobre los límites del análisis de lo que constituye específicamente el sector de las TIC en términos de inclusión en las estimaciones de su huella de carbono. Históricamente, se puede afirmar con certeza que cuatro fenómenos han ido de la mano: las TIC se han vuelto mucho más eficientes, la huella de las TIC ha aumentado hasta representar una proporción significativa de las emisiones globales, las TIC han aportado mejoras cada vez más amplias en materia de eficiencia y productividad a la economía mundial y, a pesar de ello, las emisiones globales han aumentado de forma inexorable. De modo que las TIC no están en camino de reducir las emisiones de acuerdo con las recomendaciones de la ciencia climática, a menos que se adopten medidas adicionales por parte del sector o de los legisladores para garantizar que esto suceda (Houghton, 2015; Freitag, 2021).

Un ejemplo paradigmático de la dudosa fiabilidad de los estudios, sobre todo a iniciativa empresarial, relacionados con las TIC y el ahorro energético lo representa el teletrabajo: en principio, los estudios realizados sugieren que el teletrabajo tiene cierto potencial para reducir el consumo de energía y las emisiones asociadas, tanto mediante la reducción de los desplazamientos al trabajo como mediante la sustitución del consumo de energía relacionado con las oficinas. Sin embargo, una dificultad importante para determinar si el teletrabajo conduce a una reducción relativa constante del consumo de energía es el hecho de que cada estudio proporciona estimaciones del ahorro de energía basadas en un conjunto de condiciones diferentes: mientras que algunos estudios estiman el ahorro energético del teletrabajo frente al no teletrabajo para desplazamientos únicos (una cifra relativa), otros presentan estimaciones del ahorro energético total basadas en una proporción específica de la población que teletrabaja un determinado número de veces por semana o por mes (una cifra absoluta). Otros no especifican la frecuencia del teletrabajo, ni la proporción de teletrabajadores dentro de la población en la que se basan sus estimaciones. Esto dificulta la extracción de estimaciones normalizadas del ahorro energético relativo en diferentes contextos basadas en proporciones y frecuencias idénticas (o similares) de teletrabajo. Si bien la mayoría de los estudios concluyen que el teletrabajo puede contribuir al ahorro de energía, los estudios más rigurosos y aquellos con un alcance más amplio presentan resultados más ambiguos. De hecho, cuando los estudios incluyen impactos adicionales, como los desplazamientos no relacionados con el trabajo o el consumo de energía en la oficina y el hogar, el ahorro energético potencial parece más limitado, y algunos estudios sugieren que, en el contexto de las crecientes distancias entre el lugar de trabajo y el hogar, el teletrabajo a tiempo parcial podría dar lugar a un aumento neto del consumo de energía (Hook et al., 2020: 27-28).

Estas incertidumbres y complejidades sugieren que se deben observar con cautela las conclusiones sobre la magnitud y la consistencia del ahorro energético derivado del teletrabajo. Las modalidades modernas de trabajo flexible o móvil se han vuelto tan no lineales y fluidas (pero también cada vez más intensivas en energía en algunos lugares) que resulta cada vez más difícil hacer un seguimiento de su huella energética o compararla con una noción cada vez más difusa de trabajo regular (Hopkins y McKay, 2019). Se puede afirmar que la transformación digital no es inocua para el planeta, y que el teletrabajo podría llegar a desempeñar un papel importante en términos de sostenibilidad, siempre y cuando se establezcan las condiciones necesarias para maximizar sus potencialidades en términos de mejora de la eficiencia ambiental y se trabaje para reducir a la mínima expresión o hacer desaparecer sus impactos negativos (Miñarro, 2021: 15-16). Dado que el trabajo flexible depende cada vez más de nuevas tecnologías digitales que consumen mucha energía, así como la dependencia de metales y minerales raros, los investigadores deben examinar críticamente si las nuevas formas de trabajo flexibles son realmente sostenibles en el sentido más amplio del término (Hook et al., 2020: 27-28).

Además, aunque muchas empresas digitales han avanzado en la comunicación de sus emisiones operativas, una parte mucho mayor de su impacto medioambiental sigue oculta. Las emisiones que abarcan toda la cadena de valor de una empresa, desde los proveedores hasta el transporte y el uso final del producto, son en promedio seis veces mayores que las emisiones operativas. A pesar de esta enorme contribución, pocas empresas digitales realizan un seguimiento o divultan su impacto. La falta de información exhaustiva sobre estas emisiones dificulta cualquier intento de reducir de manera significativa la huella de carbono del sector digital. Sin una rendición de cuentas en toda la cadena de valor, cualquier avance en la reducción de las emisiones operativas se ve socavado por las emisiones ocultas más importantes vinculadas a los productos y servicios de una empresa. En términos más generales, el sector necesita normas ampliamente reconocidas

y aplicadas y una mayor transparencia y las empresas deben adoptar una posición de mayor responsabilidad, con objetivos más ambiciosos, divulgar sus metodologías de información y colaborar estrechamente con los proveedores y prestadores de servicios para garantizar una recopilación de datos precisa y coherente (Freitag, 2021).

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en tecnologías digitales (TIC). En colaboración con más de 1.000 miembros del sector público y privado, la ITU trata de mitigar el impacto de los residuos electrónicos y aprovechar los efectos positivos de las TIC en la vigilancia, la adaptación y la respuesta al cambio climático. Su programa de acción incluye:

- La elaboración de normas y directrices sobre las TIC, el medio ambiente y el cambio climático. La ITU ayuda al sector de las TIC a mejorar la eficiencia energética y reducir y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Las normas de la UIT ayudan a medir la huella de carbono de las TIC evaluando su rendimiento medioambiental, con el fin de facilitar la medición del impacto de las TIC en las emisiones y apoyar la elaboración de informes y comparaciones significativas. Las normas ayudan a establecer argumentos comerciales a favor de un mayor respeto del medio ambiente, apoyan las decisiones informadas de los consumidores e introducen prácticas de acción empresarial respetuosas con el clima.
- La ITU proporciona datos, conocimientos e investigaciones sobre el impacto ambiental de las TIC, incluida la generación de residuos electrónicos y las emisiones de gases de efecto invernadero del sector de las TIC de países y empresas. La labor de la ITU para mejorar la calidad, la recopilación y la interpretación de los datos sobre las emisiones y el consumo energético del sector de las TIC ayuda a los responsables políticos a tomar decisiones informadas para minimizar las emisiones de este sector y gestionar los recursos energéticos.
- Los datos de los sistemas de observación de la Tierra y de teledetección son fundamentales para la vigilancia del clima, la predicción meteorológica y la vigilancia y mitigación de desastres. La ITU desempeña un papel fundamental en la creación de las bases reglamentarias y técnicas para el desarrollo y el funcionamiento eficaz de los sistemas de vigilancia climática y difusión de datos por satélite y terrestres.
- La ITU está desempeñando un papel destacado a la hora de garantizar que las tecnologías digitales ocupen un lugar central en todas las fases de la gestión de desastres y la reducción de riesgos. Las tecnologías digitales ofrecen nuevas oportunidades para llegar a miles de millones de personas de forma más rápida y eficaz, ya sea antes, durante o después de los desastres. En colaboración con sus socios, la ITU presta apoyo a los Estados Miembros en el establecimiento de sistemas de alerta temprana y vigilancia, y proporciona equipos de telecomunicaciones de emergencia cuando se producen desastres.

Por ello, y a pesar del desafío que supone el gasto energético, la innovación tecnológica y el desarrollo de las tecnologías digitales se han convertido en una de las herramientas sobre las que se espera lograr la transición ecológica real y la mitigación del cambio climático y sus consecuencias.

La COP29¹² finalizó con la adopción de la denominada *Declaración sobre la Acción Digital Verde*¹³, como una de las 14 iniciativas globales de su agenda para promover la acción climática,

¹² Bakú, Azerbaijan, 11-22 noviembre 2024

¹³ <https://www.itu.int/initiatives/green-digital-action/events/all/cop29/declaration/#/es>

fomentar la participación de las partes interesadas y apoyar su visión, con el objetivo de acelerar la digitalización positiva para el clima, la reducción de emisiones en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación y la mejora de la accesibilidad a las tecnologías digitales ecológicas.

La declaración se basa en cuatro importantes afirmaciones: en primer lugar, la necesidad imperiosa de mitigar el cambio climático y adaptarse a él y el importante papel de las tecnologías digitales en la consecución de estos objetivos; en segundo lugar, el hecho de que las innovaciones digitales pueden tener efectos facilitadores y sistémicos en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en diversos sectores económicos y en la adaptación a los efectos del cambio climático cuando se utilizan y gestionan adecuadamente; en tercer lugar, el hecho preocupante de los efectos climáticos adversos asociados al ciclo de vida completo de las tecnologías digitales, herramientas, dispositivos e infraestructuras conexos, en particular en lo que respecta al consumo de energía y agua del sector digital, especialmente en el caso de los centros de procesamiento de datos, implantación de la inteligencia artificial, huella de carbono y contaminación derivadas de la producción de herramientas y dispositivos digitales y eliminación de las infraestructuras obsoletas; finalmente, el hecho de que la disponibilidad de datos más coherentes, técnicamente rigurosos y completos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de energía del sector de las TIC puede mejorar considerablemente el progreso hacia una evaluación precisa de sus efectos sobre el clima y el establecimiento de objetivos climáticos más eficaces. Sobre estos hechos, la Declaración establece los siguientes objetivos comunes:

- Aprovechar las tecnologías y herramientas digitales para la acción climática, fomentando el desarrollo y la adopción de tecnologías digitales sostenibles para acelerar la reducción y eliminación de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como asegurar la eficiencia energética en todos los sectores, y apoyar a las comunidades resilientes al clima. Además, mejorar la vigilancia y la previsión del clima y reforzar la capacidad de respuesta y preparación ante situaciones de emergencia mediante un uso más amplio de las tecnologías digitales, incluidos los sistemas móviles de alerta temprana.
- Crear una infraestructura digital resiliente a los efectos del cambio climático, garantizando el funcionamiento continuo de los sistemas digitales críticos en condiciones adversas.
- Mitigar el impacto climático de la digitalización, desarrollando políticas y avances técnicos que contribuyan a alcanzar las emisiones netas cero y minimizar la intensidad de los recursos de las tecnologías digitales, incluyendo alimentar la infraestructura digital con energía limpia, promover prácticas eficientes desde el punto de vista energético, reducir las emisiones incorporadas en la infraestructura digital y las cadenas de suministro, prolongar los ciclos de vida de los productos y mejorar los sistemas de reciclaje y gestión de los residuos electrónicos. También incluye el establecimiento de métricas e indicadores para medir los impactos climáticos de las TIC y supervisar el impacto de las acciones digitales en el clima.
- Promover la inclusión y la alfabetización digitales, facilitando la accesibilidad de las tecnologías digitales para la acción climática en los países en desarrollo, incluidos los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo. Esto implica apoyar las competencias digitales, la alfabetización digital y las iniciativas de creación de capacidad, especialmente para los jóvenes y las mujeres y fomentar los ecosistemas digitales locales proporcionando apoyo y recursos a las empresas emergentes, las pequeñas y medianas empresas y las instituciones de investigación que trabajan en soluciones digitales sostenibles.

- Adoptar una toma de decisiones basada en datos, desplegando metodologías de evaluación para estimar el impacto climático neto de las soluciones digitales verdes, implementar sistemas eficaces para rastrear y estandarizar con precisión los datos relacionados con el clima y el uso de la energía y supervisar eficazmente el cumplimiento de la normativa y la calidad e integridad de los datos.
- Fomentar la innovación sostenible, movilizando fondos e invirtiendo en innovación, investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías digitales sostenibles desde el punto de vista medioambiental e infraestructuras resilientes, fomentando la colaboración entre sectores para integrar las consideraciones climáticas desde el principio y a lo largo de todo el proceso de desarrollo tecnológico. A estos efectos se destaca la necesidad de reconocer la importancia de proteger los derechos de propiedad intelectual.
- Fomentar prácticas de consumo sostenibles, promoviendo la sensibilización y la educación sobre el consumo y las prácticas digitales sostenibles entre los consumidores.
- Facilitar el intercambio de mejores prácticas, aprovechando los mecanismos existentes y desarrollar y aplicar nuevos mecanismos que faciliten el intercambio de mejores prácticas entre los países, incluidas las buenas prácticas normativas y las aplicaciones tecnológicas eficaces, en el uso de las tecnologías digitales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la adaptación y la resiliencia.

3. La inteligencia artificial en los procesos de transición ecológica justa

3.1. ¿Qué es la IA y por qué es objeto de atención por el Derecho del trabajo?

La tecnificación y automatización que tienen que ver con la inteligencia artificial merecen una atención especial porque sus implicaciones son muchas en el ámbito del trabajo y en la protección de las personas trabajadoras, añadidas a su consideración de tecnología digital. Para la Comisión Europea la inteligencia artificial (IA) es un campo de la informática que se enfoca en crear sistemas que puedan realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la percepción. Estos sistemas pueden percibir su entorno, razonar sobre el conocimiento, procesar la información derivada de los datos y tomar decisiones para lograr un objetivo dado (Comisión Europea, 2020: 4-5). La IA incluye una amplia gama de tecnologías, entre las que se encuentran el aprendizaje automático, el aprendizaje profundo, el procesamiento del lenguaje natural y la robótica, y puede definirse como un sistema de tecnologías predictivas avanzadas (Agrawal et al., 2018: 89-110; Kaplan y Haenlein, 2019: 15-25). La IA puede realizar tareas específicas aprendiendo de forma flexible a partir de datos existentes. Por su parte, el artículo 3 del Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial, lo define como un sistema basado en una máquina que está diseñado para funcionar con distintos niveles de autonomía y que puede mostrar capacidad de adaptación tras el despliegue, y que, para objetivos explícitos o implícitos, infiere de la información de entrada que recibe la manera de generar resultados de salida, como predicciones, contenidos, recomendaciones o decisiones, que pueden influir en entornos físicos o virtuales.

Como puede observarse, el concepto de IA es cada vez más específico y tiende a referirse a una serie de técnicas avanzadas de procesamiento de datos o análisis estadístico que pueden resolver problemas de una manera y con una eficiencia similar a la del cerebro humano. Por tanto, no es de

extrañar que la clave del avance para seguir consiguiendo mayores cotas de desarrollo económico se haga descansar en gran medida en herramientas de IA. Se les atribuye que proporcionan rapidez, exhaustividad y corrección en la solución de problemas y en la realización de tareas que forman parte del tráfico económico y de los negocios y contribuyen con ello a la eficiencia del sistema económico y, por ende, al ahorro y a la economización.

De estas definiciones, y de cualquier otra, dado que la literatura científica las aborda de modo continuo, puede extraerse un hecho determinante: la IA supone, desde el punto de vista del Derecho del trabajo, la culminación, por el momento, de la tecnificación y la automatización de tareas que hasta ahora eran propias de los seres humanos y está revolucionando el mundo, -y no sólo el mundo del trabajo-, en términos de eficiencia, efectividad, rapidez, productividad y todo lo que ello supone de atractivo para el capitalismo postindustrial y financiero en el que se desenvuelve la sociedad actual. Y esto va a seguir siendo así hasta que se demuestre o se manifieste la quiebra de alguno (o todos) de estos principios. En muchos ámbitos se desmitifica ya la IA, poniendo de relieve que no es ni tan eficaz, ni tan eficiente, y por ello, no tan productiva, y que los resultados que alcanza son erróneos e interesados, inesperados en sentido negativo, incluso más que en sentido positivo (Grewal et al., 2021: 229-236), además de favorecer el mantenimiento de las relaciones de poder y explotación típicas del capitalismo industrial. Por ello se están dedicando tantas páginas al análisis de sus consecuencias e implicaciones (McQuillan, 2022), como a su desarrollo, que parece ilimitado y sobre el que se abren muchas incertidumbres. De ahí que puedan encontrarse reiteradas afirmaciones como las tres siguientes:

La IA puede hacer algunos trucos ingeniosos, pero en el fondo no es más que una modalidad de búsqueda de patrones estadísticos. ChatGPT regurgita textos a partir de la similitud probabilística con sus propios datos de entrenamiento, pero no hay ninguna causalidad ni sentido común, y el resto de las clasificaciones y predicciones de la IA se rigen por los mismos principios. Como resultado, la IA genera textos y conocimientos falsos, incluso aun cuando parecen ser correctos (McQuillan, 2025).

Debemos reconocer que esta violencia algorítmica se legitima mediante la pretensión de la IA de revelar un orden estadístico en el mundo que es superior en escala y perspicacia a nuestra experiencia directa. Esto constituye, entre otras cosas, una falacia lógica y un uso indebido de la estadística (McQuillan, 2023).

Aunque a primera vista pueda parecer que la IA produce predicciones o emulaciones, yo diría que su verdadero producto es la precariedad y la erosión de la seguridad social; es decir, la IA introduce vulnerabilidad e incertidumbre para el resto de nosotros, ya sea porque nuestro trabajo está amenazado por la sustitución o porque la concesión de nuestras prestaciones depende de una decisión automatizada. En lugar de un futuro de ciencia ficción, lo que obtenemos es el retorno de las relaciones industriales del siglo XIX y la disolución de los contratos sociales de la posguerra (McQuillan, 2023).

Cuando ya se habían asentado los sistemas de IA en el mundo económico y empresarial, el Grupo independiente de expertos de alto nivel sobre IA creado por la Comisión europea desarrolló siete principios éticos no vinculantes para la IA con el objeto contribuir a garantizar su fiabilidad y fundamento ético¹⁴. Estos principios son los que sirven de base a la regulación europea y se refieren a la acción y supervisión humanas, solidez técnica y seguridad, gestión de la privacidad y de los datos, transparencia, diversidad, no discriminación y equidad, bienestar social y ambiental y rendición de cuentas.

¹⁴ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

La IA plantea muchos problemas de carácter socioeconómico: las implicaciones y consideraciones éticas, jurídicas y sociales de su desarrollo, su impacto sobre los derechos de las personas y, en particular, sobre las personas trabajadoras y su compatibilidad con la transición ecológica justa. Al Derecho del trabajo le interesan estos tres ámbitos de actuación en tanto su fin último es la justicia social y la defensa de los derechos de las personas trabajadoras y, por ello, cualquier revolución tecnológica que tenga implicaciones en el empleo es abordada desde las normas laborales, exigiendo el despliegue de medidas de protección.

La OIT pone énfasis en destacar que a pesar de que los trabajos administrativos, de oficina y de conocimiento son los que presentan el mayor nivel de exposición a los efectos de la IA generativa, la mayoría de los puestos de trabajo y sectores solo están parcialmente expuestos a la automatización y, por lo tanto, es más probable que se complementen con la IA, en lugar de ser sustituidos por ella. Señala que la IA generativa no es intrínsecamente buena ni mala, y que sus repercusiones socioeconómicas dependerán en gran medida de cómo se gestione su aplicación. La IA generativa provocará una transformación de las estructuras de las tareas y de los roles ocupacionales y para evitar que se pierdan algunos puestos de trabajo es necesario contar con políticas específicas para gestionar las transiciones y mitigar sus efectos negativos, al tiempo que se intentan aprovechar los beneficios de productividad de la nueva tecnología. Por ello se defiende que el “gobierno” laboral de la IA se debe abordar desde el equilibrio de poder, la participación de los trabajadores afectados por los ajustes del mercado laboral, el respeto de las normas y los derechos laborales y el uso adecuado de los sistemas nacionales de protección social y formación profesional. Sin las políticas adecuadas, existe el riesgo de que solo algunos de los países y participantes en el mercado mejor posicionados puedan aprovechar los beneficios de la transición, mientras que los costes para los trabajadores afectados serían desmesurados (Gmyrek et al. 2023: 43-44).

3.2. Inteligencia artificial y consumo energético

La IA no plantea sólo cuestiones de empleo y protección de los derechos de las personas trabajadoras, sino que está en el centro de un conflicto que tiene que ver con la compatibilidad del sistema de económico con los objetivos de desarrollo sostenible, en particular, con la transición ecológica y la lucha contra el cambio climático, porque mientras a largo plazo se han puesto de manifiesto las posibilidades reales de la contribución de los sistemas de IA a la transición energética para alcanzar la neutralidad en carbono en 2050, la reducción de costes y la disminución de emisiones de gases contaminantes que puede producir su uso combinado con otras tecnologías, en el momento actual y en el corto plazo se ha destacado también que la situación de la inteligencia artificial no parece tan prometedora: el consumo energético actual de los centros de datos y la formación en inteligencia artificial está aumentando vertiginosamente y amenaza la sostenibilidad medioambiental. En Estados Unidos, la formación en IA ha provocado un rápido crecimiento del gasto energético de los centros de datos, y su enorme consumo se ha convertido en el principal factor del aumento de la demanda de electricidad (se prevé que el consumo energético de estos centros de datos podría representar entre el 2,5 % y el 7,5 % de la demanda total de electricidad de Estados Unidos, pasando del 2,5 % en 2022 al 7,5 % en 2030)¹⁵. A nivel mundial, el consumo eléctrico de los centros de datos aumentó hasta alcanzar los 460 teravatios en 2022. Esto convierte a los centros de datos en el undécimo mayor consumidor de electricidad del mundo, entre Arabia

¹⁵ BCG, Bridging the \$18 Trillion Gap in Net Zero Capital, Boston Consulting Group, 2023. <https://www.bcg.com/publications/2023/bridging-the-vast-gap-in-netzero-capital>.

Saudí (371 teravatios) y Francia (463 teravatios) (Zewe, 2025). Se estima que las tecnologías digitales actuales (principalmente los centros de datos y las redes de transmisión) contribuyen directamente a, aproximadamente, el 2 % de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía. En contraste con estos elevados aumentos del consumo de energía y las emisiones, el ahorro de carbono registrado hasta ahora gracias a la IA es mínimo. Esto demuestra que, antes de que la tecnología de IA se desarrolle lo suficiente como para dominar la transición energética y lograr la descarbonización, es necesario adoptar medidas inmediatas para hacer frente a las amenazas medioambientales que plantean los centros de datos y el entrenamiento de modelos de IA, como el uso de energías renovables para la electricidad y la mejora de la eficiencia energética (Wang et al., 2025: 31).

De hecho, la elaboración sistemática de modelos de IA que generen resultados plausibles exige la configuración de un elevado número de parámetros y de datos de entrenamiento. Y estos cálculos se ejecutan en miles de servidores ubicados en macrocentros de datos. Se necesita disponer de altas y potentes fuentes de energía para hacer funcionar los servidores, millones de litros de agua para refrigerarlos y los recursos minerales que se precisan para fabricar los propios chips. Esto conduce a que los pilares que sustenten la IA sean la extracción masiva y el saqueo de materias primas del Sur Global “y una relación tan íntima como incómoda con la industria de los combustibles fósiles”: cuando las grandes empresas tecnológicas afirman ser ecológicas, se refieren al uso de energías renovables reales y no a compensaciones de carbono de dudosa fiabilidad (Bashir et al., 2024; McQuillan, 2025). Por ello se buscan actualmente fuentes de energía nuclear¹⁶, de la que se afirma con un convencimiento preocupante y poco probado y contestado socialmente que constituye una fuente limpia de energía, olvidando la contaminación asociada a los residuos nucleares y su elevadísima peligrosidad.

Desde China, parece haberse demostrado que la IA puede representar a la larga una vía accesible, rentable y respetuosa con el medio ambiente para la transición energética. Pero ese potencial depende de que se resuelvan los importantes problemas de consumo energético asociados actualmente a los centros de datos, la transmisión de señales y el entrenamiento de modelos de IA. Y también se requieren esfuerzos sostenidos en materia de desarrollo de infraestructuras, investigación y desarrollo tecnológico y estrategias de adopción por parte del mercado, así como el refuerzo de la legislación y apoyo financiero, especialmente para proyectos a largo plazo, financiando el avance y la aplicación de nuevas tecnologías y las infraestructuras necesarias. Además, un uso eficiente, seguro y sostenible de la IA con el fin de acelerar la transición energética demanda una combinación de políticas energéticas a corto y largo plazo en materia de IA, sistemas de supervisión estrictos para la seguridad, la privacidad y otras cuestiones éticas y aumentar las inversiones en educación, formación y publicidad. También es fundamental reforzar la cooperación interdisciplinaria e internacional, que actualmente es débil. “En conclusión, cuando la tecnología, la financiación, el gobierno y la sociedad alcanzan un consenso y colaboran, el futuro de los sistemas energéticos inteligentes para un desarrollo con cero emisiones netas deja de ser una simple visión para convertirse en una realidad alcanzable” (Wang et al., 2025: 33-35).

¹⁶ “Google está construyendo tres centrales nucleares con un único propósito: alimentar a sus sistemas de Inteligencia Artificial”, *La Vanguardia*, 16 de mayo de 2021. <https://www.lavanguardia.com/neo/20250516/10690953/google-esta-construyendo-tres-centrales-nucleares-unico-proposito-alimentar-sistemas-inteligencia-artificial.html>. Elon Musk, propietario de X y CEO de Tesla: “La próxima escasez será la de electricidad. No podrán encontrar suficiente electricidad para hacer funcionar todos los chips de IA, el próximo año lo veremos”, *La Vanguardia*, 14 de mayo de 2025. <https://www.lavanguardia.com/neo/20250514/10675463/elon-musk-propietario-x-ceo-tesla-proxima-escasez-sera-electricidad-podran-encontrar-suficiente-electricidad-funcionar-todos-chips-ia-proximo-ano-veremos-pv1v.html>

Los beneficios y el impacto positivo de la IA en el marco del cambio climático y la ecologización de la economía también se están destacado con vehemencia de todas las instancias: algunos casos de uso beneficioso incluyen la precisión en las previsiones meteorológicas y la prevención de desastres naturales, utilizando observaciones de la Tierra; la mejora de la seguridad alimentaria, especialmente mediante la identificación temprana de problemas agrícolas a través del análisis de datos obtenidos por satélite; el cierre de la brecha de datos ambientales en regiones donde la recolección de datos es escasa, como ciertas áreas de África, lo que es fundamental para abordar desafíos climáticos y apoyar a los países en desarrollo en el logro de sus objetivos climáticos, proporcionando datos precisos y actualizados; la predicción de demanda y optimización de rutas en el transporte de mercancías, dado que los modelos predictivos identifican áreas con alta probabilidad de carga para viajes, optimizan rutas y gestionan dinámicamente los inventarios, mejorando así la eficiencia en tiempo real y reduciendo la huella de carbono; la aceleración de la innovación sostenible, en tanto permite medir, predecir y optimizar sistemas complejos, como la gestión de incendios forestales, detección de fugas de metano o seguimiento de la biodiversidad, identificando patrones y relaciones clave para mejores predicciones y estrategias¹⁷.

También se ha destacado que, efectivamente, los sistemas de IA reducen el consumo energético de las empresas impulsando la innovación tecnológica y fomentando la transformación digital. Por ello la apuesta por la promoción activa de una adopción generalizada de la inteligencia artificial para aumentar el nivel de inteligencia industrial exige una política gubernamental intensa de apoyo a la investigación fundamental y la innovación tecnológica en materia de inteligencia artificial, la formación de personas y el fomento de una cultura de investigación y desarrollo independientes, la reducción de la dependencia de tecnologías básicas externas y la adopción generalizada de la AI en las empresas mediante medidas de reducción de costes (Fu et al., 2024: 560-561).

Por ello es necesario inculcar el sentido de la responsabilidad de unas prácticas más sostenibles en todos los sentidos en materia de IA. Un modo razonable de abordar su desarrollo y crecimiento exige muchas tomas de decisión que sopesen los beneficios sociales frente a los costes sociales, jurídicos, medioambientales, entre otros, con el fin de configurar su desarrollo futuro. No se trata sólo de optimizar la IA, sino que también se debe tener en cuenta críticamente la necesidad de utilizarla en primer lugar, ya que es poco probable que todas las aplicaciones se beneficien de ella o que los beneficios siempre superen a los costes. La información sobre el uso de recursos en los casos en que se aplica la IA es limitada, por lo que los reguladores podrían considerar la introducción de requisitos específicos de divulgación de información medioambiental para mejorar la transparencia en toda la cadena de suministro de la IA, fomentando una mejor comprensión de sus costes medioambientales (De Vries, 2023: 2194). En la medida de lo posible, esta orientación debería ofrecer una capacidad de evaluación comparativa y exhaustiva que incluya los costes y los beneficios percibidos por múltiples partes interesadas (actores individuales, organizativos o regionales), sectores y contextos, abarcando los costes e impactos relacionados con el empleo, la privacidad y la infracción de los derechos de autor y la sostenibilidad. En una economía impulsada por el crecimiento, las cuestiones sociales, como la privacidad de los datos y la automatización del empleo, suelen quedar relegadas a un segundo plano a favor de los beneficios económicos. Por ello se necesitan marcos de evaluación y comparación holísticos, que adopten enfoques basados

¹⁷ Muchos organismos están poniendo mucho énfasis en destacar estos beneficios percibidos del desarrollo de sistemas de inteligencia artificial, desde el Foro Económico Mundial (<https://es.weforum.org/stories/2024/02/9-formas-en-que-la-ia-ayuda-a-combatir-el-cambio-climatico/>), a la propia Organización de Naciones Unidas (<https://www.unigeveva.org/es/news-media/news/2023/11/87262/como-ayuda-la-ia-combatir-el-cambio-climatico>; también, <https://unfccc.int/es/news/poner-la-inteligencia-artificial-al-servicio-de-la-accion-climatica-en-los-paises-en-desarrollo-el>).

en políticas que incluyan valores ambientales y sociales. Las cuestiones éticas que rodean a la IA requieren que los responsables políticos colaboren con expertos jurídicos, organizaciones de defensa de derechos humanos y miembros de la sociedad civil, que deben guiar el desarrollo científico y técnico. Las políticas que regulan la IA deben basarse en pruebas científicas y estrategias de crecimiento sostenible, en lugar de estar impulsadas únicamente por ambiciones económicas (Bashir et al., 2024).

4. Conclusiones: regulación normativa, equilibrio en la transición y protección frente a riesgos emergentes

Se han creado muchas expectativas sobre los sectores de la industria química y las tecnologías de la información y comunicación para lograr una transición ecológica y justa, para que la descarbonización de la economía, la mitigación del cambio climático y la protección de las personas trabajadoras sean una realidad, pero lo cierto es que en un sistema económico basado en el crecimiento y el aumento de la productividad, y presionado por la necesidad imperiosa de innovación y de obtener resultados en el menor lapso de tiempo posible, se hace difícil compatibilizar el desarrollo con la descarbonización y la protección de las personas, especialmente las trabajadoras.

Sin perder el objetivo de mitigación del cambio climático y adaptación a sus consecuencias mediante la contención del gasto energético y la descarbonización, es necesario centrarse en, al menos, dos aspectos: en primer lugar, la necesidad de contar con una regulación legal exhaustiva y comprometida con la innovación y el desarrollo de estas tecnologías e industrias de modo comprensivo, exigiendo inversión económica y formación para las personas, al mismo tiempo que atención a la protección de los derechos de las personas trabajadoras, con un refuerzo del papel sindical y de otras representaciones de los intereses del trabajo y con la consecución de un debido equilibrio entre los medios y los objetivos, prestando especial atención también al corto plazo. En segundo lugar, la situación del trabajo y de las personas trabajadoras, expuestas ahora no sólo al riesgo de pérdida del empleo o la necesidad de readaptación, reciclaje profesional y recolocación, sino a nuevos riesgos emergentes derivados de las nuevas actividades o de la innovación acelerada en todos los sectores. En este sentido la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el trabajo destaca la necesidad de atender, prevenir y proteger contra los riesgos emergentes derivados específicamente de las tecnologías de la comunicación e información, los nuevos materiales y nanomateriales y los trabajos verdes: riesgos físicos derivados del trabajo aislado o en el mar relacionado con las energías renovables, riesgos químicos o biológicos derivados de nuevos materiales y biocombustibles, riesgos psicosociales derivados de nuevos procesos productivos, relaciones hombre-máquina, estrés y presión laboral y carga de trabajo y riesgos ergonómicos derivados de nuevos modos de trabajar¹⁸.

5. Bibliografía

- Agrawal, A., Gans, J. y Goldfarb, A. (2018). "Prediction, judgment, and complexity: a theory of decision-making and artificial intelligence". En Ajay Agrawal, Joshua Gans y Avi Goldfarb (eds.) *The Economics of Artificial Intelligence: an Agenda*. University of Chicago Press. <https://www.nber.org/books-and-chapters/economics-artificial-intelligence-agenda/prediction-judgment-and-complexity-theory-decision-making-and-artificial-intelligence>.

¹⁸ <https://osha.europa.eu/en>

- Axon, S. y James, D. (2018). "The UN sustainable development goals: How can sustainable chemistry contribute? A view from the chemical industry". *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.04.010>
- Bashir, N., Donti, P., Cuff, J., Sroka, S., Illic, M., Sze, V., Delimitrou, C. y Elsa Olivetti (2024). "The Climate and Sustainability Implications of Generative AI." *An MIT Exploration of Generative AI*. <https://doi.org/10.21428/e4baedd9.9070dfe7>.
- Canalda Criado, S. (2020). "La representación de los intereses de los trabajadores en materia medioambiental: la creación convencional de los 'delegados medioambientales". En VV.AA. *El Estatuto de los Trabajadores 40 años después. XXX Congreso Anual de la Asociación Española de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social* (pp. 1627-1648). Ministerio de Trabajo y Economía Social.
- Chacártegui Jávega, C. y Canalda Criado, S. (2020). *Labour and Environmental Sustainability. Spanish Report*. ADAPT University Press.
- Comisión Europea (2020). *AI Watch Defining Artificial Intelligence. Towards an operational definition and Taxonomy of artificial intelligence*. Joint Research Centre (JRC).
- De Vries, A. (2023). "The growing energy footprint of artificial intelligence". *Joule*, 7(10): 2191-2194. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.09.004>
- Freitag, C., Berners-Lee, M. Widdicks, K., Knowles, B., Blair, G. S. y Friday, A. (2021). "The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations", *Patterns*, 2(9). [https://www.cell.com/patterns/fulltext/S2666-3899\(21\)00188-4?clickref=clickref_value](https://www.cell.com/patterns/fulltext/S2666-3899(21)00188-4?clickref=clickref_value)
- Fu, Y., Shen, Y., Song, M. y Wang, W. (2024). "Does artificial intelligence reduce corporate energy consumption? New evidence from China". *Economic Analysis and Policy*, 83: 548-561. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.07.005>
- Gmyrek, P., Berg, J. y Bescond, D. (2023). *Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality*. International Labour Organization, working paper 96.
- Grewal, D., Guha, A., Satornino, C. B. y Schweiger, E. B. (2021). "Artificial intelligence: The light and the darkness". *Journal of Business Research*, 136: 229-236. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.07.043>
- Gutiérrez Pérez, M. (2010). "El delegado de Medio Ambiente". *Documentación Laboral*, 90.
- Hopkins, J. L. y McKay, J. (2019). "Investigating 'anywhere working' as a mechanism for alleviating traffic congestion in smart cities". *Technological Forecasting and Social Change*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.032>
- Hook, A., Court, V., Sovacool, B. K. y Sorrell, S. (2020). "A systematic review of the energy and climate impacts of teleworking". *Environmental Research Letters*, 15(9). DOI 10.1088/1748-9326/ab8a84.
- Houghton, J.W. (2015). "ICT, the Environment, and Climate Change". En P.H. Ang y R. Mansell (eds.) *The International Encyclopedia of Digital Communication and Society*. <https://doi.org/10.1002/9781118767771.wbiedcs015>
- Kaplan, A. y Haenlein, M. (2019). "Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence". *Business Horizons*, 62(1).
- Leal Filho, W., Frizzo, K., Eustachio, J. H. P. P., Tsani, S. y Özuyar, P. G. (2024). "Integrating climate change practices in a circular economy context. The perspective from chemical enterprises". *Sustainable Development*, 32(3). <https://doi.org/10.1002/sd.2796>

- Mazzocchi, A. (1998). "Por qué necesitamos una transición justa para evitar el conflicto entre medioambiente y empleo". En Fernández Buey, F. J. y Riechmann Fernández, J.: *Trabajar sin destruir: trabajadores, sindicatos y ecologismo*. (pp.345-354). HOAC ediciones
- McQuillan, D. (2022) *Resisting AI: An Anti-fascist Approach to Artificial Intelligence*. Bristol University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2rcnp21>.
- McQuillan, D. (2023). "Predicted benefits, proven harms. How AI's algorithmic violence emerged from our own social matrix". *The sociological review*. <https://thesociologicalreview.org/magazine/june-2023/artificial-intelligence/predicted-benefits-proven-harms/> (Consulta el 21 de mayo de 2025).
- McQuillan, D. (2025). "Resistencia ante la IA en pos de una transición justa". *El salto diario*, 16 de abril. <https://www.elsaltodiario.com/guerrilla-translation/resistencia-ia-pos-una-transicion-justa>. (Consulta el 21 de mayo de 2025).
- Miñarro Yanini, M. (2021). "Innovación tecnológica, organización del trabajo y sostenibilidad ambiental: ¿es el teletrabajo una forma de empleo verde?". *Revista de Trabajo y Seguridad Social*. CEF, 454.
- Miñarro Yanini, M. (2024). "La negociación colectiva como vía para impulsar la transición ecológica: resistencias y avances". En Cairós Barreto, D. M. y Estévez González, C. (coord.): *Estudios sobre negociación colectiva y diálogo social*. Bomarzo.
- Morena, E., Stevis, D., Shelton, R., Krause, D., Mertinskirkwood, H., Price, V., Azzi, D., y Helmerich, N. (2018). *Mapping Just Transition(s) to a Low Carbon World*. Just Transition Research Collaborative, United Nations Research Institute for Social Development, Rosa Luxemburg-Stiftung y University of London in Paris.
- Schreiber, D, Bustillos, P. (2023). "The chemical industry as a key player for climate protection: Learning experiences from cooperation with developing countries and emerging economies". *Journal of Business Chemistry*, 20(2). DOI: 10.17879/30069520461.
- Tickner, J., Geiser, K. y Baima, S. (2021). "Transitioning the Chemical Industry: The Case for Addressing the Climate, Toxics, and Plastics Crises". *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 63(6). <https://doi.org/10.1080/00139157.2021.1979857>
- Wang, Q., Li, Y. y Li, R. (2025) "Integrating artificial intelligence in energy transition: a comprehensive review". *Energy Strategy Reviews*, 57, 101600. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101600>
- Zewe, A. (2025). "Explained: Generative AI's environmental impact. Rapid development and deployment of powerful generative AI models come with environmental consequences, including increased electricity demand and water consumption". *MIT News*. 17 de enero. <https://news.mit.edu/2025/explained-generative-ai-environmental-impact-0117> (Consulta el 21 de mayo de 2025).