

TEMA 33

CAMBIOS EN EL TRABAJO, NUEVAS TECNOLOGÍAS Y DIGITALIZACIÓN, SU REPERCUSIÓN EN LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO: INDUSTRIA 4.0 (ROBÓTICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, LA NANOTECNOLOGÍA, EL INTERNET DE LAS COSAS). PLATAFORMAS COLABORATIVAS

1. CAMBIOS EN EL TRABAJO, NUEVAS TECNOLOGÍAS Y DIGITALIZACIÓN, SU REPERCUSIÓN EN LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

La irrupción de Internet y las comunicaciones de banda ancha, personales o entre máquinas, han producido una profunda transformación en la sociedad en general y, específicamente, en la forma de trabajar en determinados sectores.

La digitalización de los procesos y la hiperconectividad, así como la globalización de la economía, están transformando el modelo económico, social e industrial. Estamos inmersos en una cuarta revolución industrial que plantea nuevas oportunidades y nuevos desafíos para la sociedad y para el mundo del trabajo.

Internet nació en los años 70 como “una red de grandes ordenadores utilizados únicamente por una pequeña comunidad de investigadores. En ese momento, la mayoría de las computadoras se encontraban en departamentos corporativos de tecnología de la información o laboratorios de investigación”, y “casi nadie imaginaba que Internet jugaría un papel tan importante en nuestras vidas como lo hace hoy”.

A lo largo de las siguientes décadas, se ha producido un espectacular crecimiento de la presencia de la computación en empresas, administraciones públicas y hogares, con la popularización de los ordenadores personales. En paralelo, las redes de telecomunicaciones se han transformado, pasando de transportar comunicaciones de voz, a convertirse principalmente en redes, fijas o móviles, de transporte de datos, cuya capilaridad ha ido creciendo hasta llegar a la práctica totalidad de la población.

En este contexto, los canales digitales disponibles hacia un porcentaje cada vez más importante de la población, favorecieron el crecimiento de servicios digitales: comercio electrónico, administración electrónica, transporte, turismo y servicios financieros han ido adoptando de forma masiva diferentes niveles de interacción digital con usuarios y clientes.

En paralelo, la evolución en las tecnologías de sensores, robótica, computación en la nube e inteligencia artificial ha facilitado cambios relevantes en los procesos industriales. La generación y procesamiento masivo de datos ha pasado a estar al alcance de muchas empresas y proyectos, dando lugar a profundos cambios en la forma de afrontar el diseño, operación y optimización de los procesos productivos, donde la digitalización de procesos pasa a jugar un papel fundamental. Este paradigma se conoce como Industria 4.0.

A partir de 2010, se produjo un crecimiento muy relevante de la presencia de empresas, negocios e instituciones en el ámbito de internet, con un constante desarrollo de la presencia en Web, redes sociales y ecosistemas de aplicaciones móviles. No solo las interfaces hacia usuarios y consumidores,

sino que los sistemas de IT (Tecnología de la información) se iban modernizando y adaptando hacia un consumo masivo de datos, derivado de la utilización de servicios digitales de forma masiva y ubicua, a través de ordenadores personales, tabletas y teléfonos inteligentes (smartphones).

La popularización de los teléfonos inteligentes (smartphones) conectados a Internet y el uso de servicios móviles de datos aceleraron el acceso de la población europea a servicios digitales, y en el año 2020, el 77% de la población de la Unión Europea era ya usuaria de servicios móviles de Internet, con un crecimiento esperado hasta el 82% en 2025.

En Europa, se ha producido un importante esfuerzo de la Unión Europea, las instituciones públicas y las empresas privadas para acelerar el desarrollo digital y las competencias digitales, básicas o avanzadas, de la población.

La Comisión Europea, en su informe DESI (*The Digital Economy and Society Index*) identifica cuatro indicadores principales en el nivel de digitalización de los Estados miembros:

- Capital Humano: determina las "habilidades de usuario de Internet" y "habilidades y desarrollo avanzados" en toda la UE para garantizar que las personas estén equipadas para el mundo digital.
- Conectividad: monitoriza los objetivos de cobertura de banda ancha, y más específicamente, la "cobertura universal de banda ancha con velocidades de al menos 100 Mbps (Megabits por segundo), actualizables a velocidad Gigabit en 2025 (> 1Gbps -Gigabits por segundo-)", y "Conectividad Gigabit para todos en 2030".
- Integración de la economía digital: monitoriza la incorporación de nuevas tecnologías emergentes en el comercio electrónico y en las empresas.
- Servicios Públicos digitales: monitoriza indicadores de servicios públicos digitales en la Unión Europea para asegurar que los ciudadanos y los gobiernos disfrutaran de todo el potencial de las tecnologías digitales.

En la edición de 2021, España aparece como el séptimo país de la Unión Europea con mayor grado de digitalización, siendo, entre los países de mayor población, el que alcanza un mayor nivel. España destaca especialmente en los ámbitos de conectividad y servicios públicos digitales.

Tras la pandemia de Covid-19, la Unión Europea está destinando importantes recursos para apoyar la transformación digital. Alrededor de 127 000 millones de EUR se dedican a reformas e inversiones relacionadas con la tecnología digital en los Planes Nacionales de Recuperación y Resiliencia, y supone una oportunidad sin precedentes para acelerar la digitalización, aumentar la resiliencia de la Unión Europea y reducir las dependencias externas tanto con proyectos de actualización como con nuevas inversiones.

La Industria 4.0 es ya una realidad que implica un cambio en los sistemas de producción donde diversas tecnologías que permiten la adquisición, tratamiento y utilización masiva y eficiente de datos son un factor clave. La inteligencia artificial, la robótica colaborativa, el internet de las cosas,

la computación en la nube, el Big Data, la realidad extendida, la fabricación aditiva y las plataformas de internet son algunas de las tecnologías clave en el desarrollo un nuevo modelo industrial.

Este nuevo escenario al que se enfrentan las empresas provocará cambios constantes en las condiciones de trabajo a las que se verán expuestas las personas trabajadoras.

2. INDUSTRIA 4.0 (ROBÓTICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, NANOTECNOLOGÍA E INTERNET DE LAS COSAS)

Industria 4.0 es un término, utilizado por primera vez por el gobierno de Alemania en 2011, que hace referencia a una teórica cuarta etapa de la evolución técnico-económica de la humanidad, o cuarta revolución industrial, caracterizada principalmente por la aplicación de la computación a la producción.

Industria 4.0 aúna técnicas de producción avanzada y operaciones con tecnologías digitales inteligentes con el objetivo de crear una empresa digital interconectada, y en múltiples aplicaciones o procesos, también autónoma, que puede además comunicar, analizar y utilizar datos para proporcionar respuestas y mejoras con impacto en el mundo físico.

En la Industria 4.0, las tecnologías conectadas e inteligentes pasan a ser muy relevantes, facilitando la interacción entre organizaciones, personas y activos. Se apoyaría en el desarrollo de capacidades como:

- Robótica avanzada
- Análisis de datos (*data analytics*)
- Inteligencia Artificial (IA)
- Tecnologías cognitivas
- Computación cuántica
- Internet de las cosas
- Wearables (dispositivos, accesorios o ropa inteligente para ser utilizados en personas, típicamente con capacidades biométricas)
- Fabricación aditiva
- Materiales avanzados

Si bien el concepto de Industria 4.0 está bastante ligado a la fabricación, va mucho más allá de mejoras sólo a nivel de producción. Las tecnologías inteligentes y conectadas tienen la capacidad de transformar cómo los productos – o partes de los mismos – son diseñados, fabricados, usados y mantenidos.

Las empresas pueden transformar cómo adquieren y utilizan la información para lograr mejoras operativas y a nivel de experiencia de clientes, proveedores y colaboradores, permitiendo:

- Optimizar los medios de producción en “fábricas inteligentes” (*smart factories*), capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficiente de los recursos.

- Cadenas de producción y logísticas mucho mejor comunicadas entre sí y con los mercados de oferta y demanda.
- Desarrollar plantas industriales y de generación de energía más optimizadas, inteligentes y respetuosas con el medio ambiente

En este contexto, la Industria 4.0 puede implicar importantes transformaciones en las empresas, modificando las reglas de juego a nivel de producción, operaciones y organización del trabajo en las mismas.

Si bien su desarrollo es prometedor, la Industria 4.0 estaría en un estado incipiente, y se espera que tenga su mayor impacto en las próximas décadas.

3. ROBÓTICA

La automatización puede ser definida como un “dispositivo o sistema que desempeña (parcial o totalmente) una función que previamente era, o podía conceptualmente ser, desempeñada (parcial o totalmente) por un humano.

Existen múltiples tipos de robots que permiten apoyar o sustituir a las personas en diferentes tipos de actividades. Pese a que existen robots en la industria desde hace varias décadas, la evolución de la automatización y la robótica moderna ha facilitado el despliegue de forma masiva de los mismos, así como la extensión del tipo de tareas y funciones que pueden desempeñar.

Así, actualmente existen desde robots móviles, robots de montaje, robots colaborativos, vehículos robotizados hasta robots exoesqueléticos, que permiten la automatización o semiautomatización de muchas tareas físicas en diferentes trabajos y sectores económicos.

El mundo del trabajo está, y siempre ha estado, en constante evolución. Los desarrollos tecnológicos y las innovaciones han sido siempre factores fundamentales en los cambios laborales y las tareas a desempeñar, impactando de muchas maneras: contexto, complejidad, habilidades requeridas, etc.

Sin embargo, el uso de tecnologías, y específicamente tecnologías digitales para la automatización de procesos siempre ha presentado dos caras. Por un lado, puede implicar efectos positivos para los trabajadores, por ejemplo alejándolos de entornos peligrosos, optimizando la carga de trabajo o permitiendo una mayor variedad de tareas. Pero, por otro lado, es posible que no siempre se logren estos objetivos, y que se presenten diversos desafíos potenciales, como la pérdida de la percepción humana, el exceso de confianza o la posible pérdida de habilidades específicas.

La aparición y rápida evolución de tecnologías como los sistemas robóticos que pueden interactuar de forma cercana con los humanos, ha provocado un resurgimiento del debate sobre el potencial de automatización de trabajos y tareas, así como sus consecuencias.

Así, han surgido algunas previsiones bastante pesimistas en términos del potencial de automatización para diferentes trabajos o actividades laborales mediante sistemas basados en Inteligencia Artificial y robótica avanzada, prediciendo la redundancia de la fuerza laboral humana y creando escenarios de pérdida de empleo. Sin embargo, también hay interpretaciones más

optimistas en las que podrían surgir nuevos puestos de trabajo y la pérdida de puestos de trabajo es menos significativa.

Mirando hacia atrás, podemos comprobar que la automatización y el progreso tecnológico no han vuelto obsoleto el trabajo humano de forma generalizada. En contra de las tesis radicales sobre la pérdida de empleo, algunos análisis consideran que se está pasando por alto el hecho de que son las tareas las que están automatizadas, y no generalmente trabajos completos, estando dichas tareas dentro de un rol más amplio, junto con otras tareas que no están necesariamente sujetas a automatización.

También es esperable que la creciente automatización de tareas cree una serie de nuevos puestos de trabajo, muy diferentes en relación a la naturaleza y a la calidad de los mismos. Como se presenta en la 'hipótesis de la polarización', se podría producir un aumento simultáneo de trabajos poco cualificados y trabajos altamente cualificados. Como resultado, podría ocurrir un crecimiento de trabajos de formación muy especializada y salarios elevados, como ocupaciones profesionales, gerenciales y técnicas. Simultáneamente, podría aumentar la cantidad de trabajos de escasa formación y salarios bajos, relacionadas, por ejemplo, con el mantenimiento y la operación.

No obstante, los cambios en las tareas causados por las tecnologías de automatización pueden ser drásticos y pueden tener consecuencias importantes en la seguridad y salud en el trabajo, por ejemplo, al automatizar tareas físicamente extenuantes con un alto potencial de lesiones, como levantar objetos pesados.

Así, para comprender los efectos y caracterizar las oportunidades y desafíos para la seguridad y salud en el trabajo que tiene la automatización de tareas a través de sistemas basados en Inteligencia Artificial y robótica avanzada, es importante no considerar las características de la tecnología o las características de las tareas por separado, sino en conjunto.

La Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA) ha evaluado el impacto de la automatización a través de sistemas robóticos en aspectos físicos, psicosociales y organizativos relacionados con el mundo del trabajo, así como los riesgos y oportunidades que implican en relación con la Seguridad y Salud en el Trabajo, tanto actuales como futuros.

A medida que los sistemas robóticos cumplan la promesa de un uso cada vez más flexible se puede aumentar el rendimiento del sistema, reducir los errores, optimizar la carga de trabajo y aumentar la motivación, la satisfacción y el bienestar de los trabajadores. Sin embargo, los riesgos asociados con la asignación de funciones incluyen una serie de consecuencias para las personas como los efectos de la complacencia, los sesgos de decisión, la reducción de la conciencia de la situación, el esfuerzo mental descompensado, la desconfianza o también el exceso de confianza.

Los grados más altos de automatización pueden reducir el esfuerzo mental de un operador, pero también pueden resultar en una pérdida de conciencia de la situación, así como un peor desempeño ante errores.

En algunos escenarios específicos, la utilización de sistemas robóticos implica el riesgo de percibir bajo nivel de control del trabajo y, asociado al mismo, baja eficiencia, así como bajos niveles de satisfacción, motivación y bienestar.

Altos niveles de autonomía del robot también se asocian con el riesgo de disminuir la sensación de control y, adicionalmente, la sensación de responsabilidad por la tarea desempeñada. Además, un acoplamiento estrecho del trabajador a la tarea del robot tiene el riesgo de aumentar el estrés.

La demanda de un diseño y un modelo de comportamiento transparentes de los robots es fundamental para prevenir posibles riesgos como la reducción del sentimiento de responsabilidad, el exceso o la falta de confianza, así como un sentimiento de alienación o pérdida de control.

Es importante destacar el potencial de la robótica avanzada, especialmente en entornos de trabajo peligrosos. Los sistemas robóticos, en primer lugar, brindan el potencial de retirar por completo a los humanos de estas circunstancias desfavorables. En segundo lugar, especialmente en tareas de montaje y elevación, los sistemas robóticos pueden mejorar la salud de los trabajadores en relación con los trastornos musculoesqueléticos. Otros riesgos a considerar pueden incluir la colisión, o bien estar relacionados con fallos mecánicos o eléctricos.

En relación con los efectos sobre las organizaciones, es especialmente relevante el proceso de introducción, o el proceso de cambio relacionado con la introducción de robots avanzados en el lugar de trabajo. Si este proceso no se realiza cuidadosamente, considerando un adecuado análisis de tareas, participación de los trabajadores, estrategia de comunicación y un proceso continuo de evaluación y seguimiento, las empresas correrán el riesgo de tener una baja aceptación, llegando al rechazo y a la caída en desuso del sistema.

También es importante destacar el aspecto de la formación adecuada de los trabajadores para evitar el riesgo de pérdida de cualificación y competencias cruciales.

4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En 1956, John McCarthy acuñó la expresión “inteligencia artificial”, y la definió como “la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes”.

Andreas Kaplan y Michael Haenlein definen la inteligencia artificial como «la capacidad de un sistema para interpretar correctamente datos externos, para aprender de dichos datos y emplear esos conocimientos para lograr tareas y metas concretas a través de la adaptación flexible”.

Según Takeyas (2007) la IA es una rama de las ciencias computacionales encargada de estudiar modelos de cómputo capaces de realizar actividades propias de los seres humanos con base en dos de sus características primordiales: el razonamiento y la conducta.

No parece existir una definición única y ampliamente aceptada de IA. En 2021, la Comisión Europea, en su propuesta de regulación de IA define ‘sistema de inteligencia artificial’ (Sistema IA) como el software que se desarrolla con una o más de las técnicas y enfoques siguientes:

- enfoques de aprendizaje automático, incluido el aprendizaje supervisado, no supervisado y de refuerzo, utilizando una amplia variedad de métodos, incluido el aprendizaje profundo (*deep learning*);

- enfoques basados en la lógica y el conocimiento, incluida la representación del conocimiento, la programación inductiva (lógica), los repositorios (bases) de conocimiento, los motores de inferencia y deductivos, el razonamiento (simbólico) y los sistemas expertos;
- aproximaciones estadísticas, estimación bayesiana, métodos de búsqueda y optimización.

y puede, para un conjunto determinado de objetivos, generar resultados tales como contenido, predicciones, recomendaciones o decisiones influyendo en los entornos con los que interactúan.

A grandes rasgos, para que la IA funcione, requiere tres elementos: datos, algoritmo(s) y hardware.

Los datos se refieren a la información sobre la cual podría actuar un sistema de IA, que a menudo se obtiene del entorno; el algoritmo o lógica de operación de IA, se refiere al conjunto de instrucciones que describen cómo un ordenador podría realizar una acción, tarea, procedimiento o resolver un problema utilizando los datos recopilados, y el hardware se refiere a una máquina que puede recopilar datos, analizar estos datos y actuar sobre ellos a través de alguna forma de actuadores que realizan una acción basada en los datos.

En los últimos años, la inteligencia artificial se está utilizando, además de en sistemas genéricos, en sistemas de gestión de los trabajadores. Estos sistemas recopilan datos, a menudo en tiempo real, sobre los lugares de trabajo, los trabajadores, el trabajo realizado o las herramientas utilizadas, principalmente software. Estos datos alimentan sistemas de IA que toman decisiones de forma automática o semiautomática o proporcionan información para la toma de decisiones.

La Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo ha elaborado un informe sobre sistemas de gestión artificial para gestión de trabajadores, en el que se identifica como principales riesgos para la seguridad y salud de las personas trabajadoras derivados del uso de esta tecnología: la intensificación del trabajo, la pérdida de control y autonomía, deshumanización y “datificación” de los trabajadores, discriminación y uso de datos privados y sensibles, falta de transparencia y confianza, o soledad y aislamiento social, entre otros. Cita también como principales oportunidades en términos de seguridad y salud, entre otros, la posibilidad de monitorización de los riesgos, la monitorización de la salud mental, la personalización de los puestos de trabajo o el diseño de puestos de trabajo seguros y saludables.

5. NANOTECNOLOGÍA

Nanotecnología es el término utilizado para definir aquellas áreas de la ciencia y la ingeniería que utilizan los fenómenos que tienen lugar a escala nanométrica para el diseño, caracterización, producción y aplicación de materiales, estructuras, dispositivos y sistemas.

Conviene tener en cuenta las siguientes definiciones que precisan, y ayudan a entender, el término de nanotecnología:

- Nanoescala: que tiene una o más dimensiones del orden de 100nm o menos.
- Nanociencia: el estudio de los fenómenos y la manipulación de materiales a escala atómica, molecular y macromolecular, donde las propiedades difieren significativamente de las de mayor escala.

- Nanomaterial: material con una o más dimensiones externas, a una estructura interna, que podría exhibir características novedosas en comparación con el mismo material sin características a nanoescala.

Existen muchos ejemplos de estructuras con dimensiones nanométricas o nanoescala, incluidas moléculas esenciales del cuerpo humano y componentes de los alimentos. Aunque muchas tecnologías han involucrado estructuras a nanoescala durante muchos años, ha sido en el último cuarto de siglo cuando ha sido posible modificar, activa e intencionalmente, moléculas y estructuras dentro de este rango de tamaño. La nanociencia y la nanotecnología han emergido rápidamente en los últimos años, ya que ofrece grandes posibilidades en la ingeniería, la robótica, la biomedicina, el sector energético, etc.

En el rango de la nanoescala los materiales pueden tener propiedades sustancialmente diferentes en comparación con las mismas sustancias en tamaños mayores, debido al ratio sustancialmente mayor de superficie expuesta, y también porque los efectos cuánticos comienzan a desempeñar un papel en estas dimensiones, lo que lleva a cambios significativos en varios tipos de propiedades físicas.

Los nanomateriales pueden tener diferente origen o procedencia, tamaño, forma y naturaleza. Atendiendo a la naturaleza química pueden clasificarse en orgánicos o inorgánicos. Algunos de los nanomateriales más comercializados son el negro de carbón, la sílice amorfa sintética, nanopartículas de óxidos metálicos (Al_2O_3 , TiO_2 , ZnO , etc.), nanotubos de carbono y las nanopartículas de plata.

El uso de los materiales varía sustancialmente, desde su aplicación común en bienes de consumo diario, a aplicaciones técnicas de bajo volumen y alta especialización (p.ej. en electrónica o biomedicina). El uso más habitual en la actualidad es como agente reforzante de la goma con aplicación en neumáticos y otros objetos de goma, así como rellenos funcionales en polímeros, y otros usos varios en aplicaciones de electrónica, cosmética o biomedicina. Adicionalmente, existe un amplio uso de nanomateriales en pinturas y revestimientos, catalizadores, celdas solares, pilas de combustible, etc.

Entre las actividades con el mayor uso de nanomateriales destacan el sector aeroespacial, la industria de automoción y transporte, construcción, tecnología alimentaria, generación de energía y almacenamiento, cosmética, salud, medicina y nanobiotecnología, tecnologías de la información y comunicación, electrónica, seguridad y textil.

Se puede suponer que la aplicación de la nanotecnología será muy beneficiosa para las personas y las organizaciones, involucrando nuevos materiales con propiedades radicalmente distintas que permitirán desde salvar vidas y reducir el impacto ambiental de nuestra sociedad hasta mejorar la funcionalidad de productos comunes de uso diario.

Pero estos procesos pueden exponer a los seres humanos y al medio ambiente a nuevos riesgos para la salud. De especial preocupación serían aquellas personas cuyo trabajo implica un contacto regular y sostenido con nanopartículas libres, liberadas al medio ambiente de manera intencionada o no.

Aunque la ciencia de las interacciones entre los sistemas biológicos y las características nanotopográficas está avanzando rápidamente, se sabe muy poco sobre el potencial de tales interacciones para inducir efectos adversos. El riesgo dependería de la fuerza de la adherencia al material de soporte y estaría asociado con la liberación durante el uso o al final de la vida útil del producto. Siempre que los nanomateriales estén fijados en la superficie del soporte, por el momento no hay motivo para suponer que las nanopartículas inmovilizadas supongan un mayor riesgo para la salud o el medio ambiente que los materiales a gran escala.

Los nanomateriales pueden tener un amplio rango de posibles efectos tóxicos, dependiendo de su composición química, naturaleza, distribución del tamaño de las partículas, forma de las partículas, estado de la superficie estado de agregación o aglomeración, etc. En condiciones experimentales, los efectos más comunes observados son un potencial para causar estrés oxidativo y, para algunos, respuestas inflamatorias o incluso efectos genotóxicos. Se producirán riesgos en la salud humana y ambiental si las personas o el medio ambiente se exponen a dosis de nanomateriales que puedan producir efectos adversos. Por tanto, el riesgo está determinado por la combinación del peligro y la probabilidad de exposición.

El SCENIHR (*Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks*, -Comité científico para riesgos de salud emergentes y de nueva identificación) concluyó que “los riesgos para la salud y ambientales han sido demostrados para una variedad de nanomateriales fabricados. Los riesgos identificados incluyen potenciales efectos tóxicos de los nanomateriales para humanos y para el medio ambiente. Sin embargo, debe hacerse notar que no todos los materiales implican efectos tóxicos. De hecho, algunos nanomateriales que han estado en uso desde hace mucho tiempo (negro de carbón, TiO₂) muestran baja toxicidad. La hipótesis de que un tamaño menor implica mayor reactividad y por tanto mayor toxicidad no puede derivarse de los datos publicados. A este respecto, los nanomateriales son similares a sustancias normales en que algunas pueden ser tóxicas y otras no. Al no existir aún un paradigma para la identificación de riesgos de nanomateriales, se recomienda un enfoque caso por caso para la identificación de riesgos de nanomateriales.”

A falta de más conocimiento detallado, es necesario aplicar medidas para reducir el riesgo de exposición, en particular en los lugares de trabajo. La Comisión Europea ha señalado su intención de trabajar a nivel internacional para establecer un marco de principios compartidos para la seguridad, sostenibilidad, uso responsable y socialmente aceptable de las nanotecnologías.

6. INTERNET DE LAS COSAS (IOT)

Internet de las cosas, *Internet of Things* o simplemente IoT, hace referencia a la interconexión de dispositivos de uso no personal (sensores, actuadores, cámaras, etc.) en una red, privada o pública, por ejemplo internet, permitiendo la transmisión de información y, en muchos casos, la interacción remota con los mismos.

Los dispositivos IoT pueden ser muy diversos, desde cámaras, sensores, dispositivos de localización, luminarias, dispositivos de medición (contadores de agua, luz o gas, entre otros), dispositivos electromecánicos o domóticos hasta objetos cotidianos conectados, como electrodomésticos, equipos médicos, calzado o ropa de vestir. Se caracterizan, en general, por interactuar con otros

sistemas sin necesidad de intervención humana. El objetivo, por tanto, sería una interacción máquina a máquina (*machine to machine* o M2M).

Los dispositivos IoT suelen ser equipos desatendidos, y su conexión a la red puede ser permanente o esporádica (p.ej. almacenan datos o parámetros de estado y se conectan a la red con cierta periodicidad para entregar los mismos en un servidor o chequear la existencia de comandos de control).

La masificación de la tecnología IoT, y en especial las tecnologías inalámbricas, permite que se pueda dotar de conectividad y capacidad de operación remota a elementos muy diversos o con múltiples nodos sin necesidad de acometer fuertes inversiones.

Las tecnologías IoT han impactado en el ámbito industrial, y contribuyen de forma significativa a la mejora de la productividad. IoT es usado ya en muchas plantas de producción donde la conexión a la red de dispositivos y sensores permite la captura y análisis de datos de forma masiva y automatizada. Los sistemas analizan los datos recibidos de diferentes sensores, y permiten generar protocolos de actuación o alarmas ante diferentes situaciones del entorno o de elementos específicos de las plantas de producción. Los sistemas pueden lanzar procesos automáticos o atendidos para la corrección de desviaciones o la mejora continua de procesos.

En el sector primario la IoT también tiene aplicaciones muy relevantes. La monitorización biométrica y del entorno, así como la geolocalización, permite a los ganaderos controlar el bienestar de sus animales. La utilización de sensores conectados permite asimismo a los agricultores monitorizar el estado de los cultivos e interactuar de forma remota, por ejemplo, habilitando o deshabilitando sistemas de riego.

De igual forma, la utilización consentida de equipos biométricos (p.ej. pulseras biométricas - *smartbands* o *smartwatches*) puede ayudar a monitorizar y mejorar la salud laboral en muchos sectores. Los sistemas actuales permiten la medición de múltiples parámetros (ritmo cardíaco, presión sanguínea, niveles de oxígeno y azúcar en sangre, etc.), e incluso pueden percibir los síntomas de fatiga en conductores de vehículos industriales de transporte (p.ej. en largos recorridos, avisando de los mismos al conductor, y contribuyendo a la reducción de accidentes de trabajo).

No obstante, la utilización de tecnologías IoT en entornos laborales e industriales debe ser analizada rigurosamente, teniendo en consideración tanto los derechos laborales de los trabajadores como los factores relevantes de cara a la seguridad y salud en el trabajo y a la potencial aparición de riesgos laborales emergentes y no suficientemente caracterizados.

7. PLATAFORMAS COLABORATIVAS

Una herramienta colaborativa es una solución de software, generalmente híbrida, que reúne capacidades de comunicación y colaboración, utilizadas en un espacio profesional virtual común - interno dentro de una empresa, asociación o institución - o bien abierto para la intercomunicación entre diferentes entidades y personas.

Las herramientas colaborativas son accesibles en línea e incluyen típicamente funcionalidades del tipo:

- gestión de proyectos y tareas;
- gestión electrónica de documentos;
- calendario compartido;
- red social (abierta o corporativa);
- mensajería instantánea, interna a la organización o abierta a usuarios externos;
- audio y videoconferencias, complementadas en algunos casos con capacidades de traducción simultánea, subtítulo o transcripción automáticas;
- gestión activa del conocimiento, con repositorios, blogs o comunidades;
- plataformas de gestión, co-creación e innovación participativa.

Existen una serie de características que hacen que las herramientas colaborativas sean muy útiles para el desarrollo de proyectos específicos:

- La centralización de herramientas: desde el punto de vista de la gestión, las soluciones colaborativas conllevan una transformación digital que reconfigura las relaciones internas.
- La optimización de los flujos de trabajo: al tener centralizada toda la información sobre un proyecto hay una mejor visibilidad del trabajo que lleva a cabo cada persona, equipo u organización.
- La fluidez en la comunicación: contar con un espacio de intercambio facilita que las personas permanezcan en contacto. Los intercambios entre los equipos, incluso en el contexto del trabajo a distancia, de empresas con múltiples sedes, o de proyectos colaborativos entre múltiples empresas o profesionales, se hace más fluido.
- La versatilidad y ubicuidad: aunque algunas plataformas pueden estar desplegadas a nivel local, la mayoría están en línea y son accesibles desde cualquier lugar, en cualquier momento y desde múltiples dispositivos (incluyendo smartphones o teléfonos inteligentes), proporcionando una significativa ventaja operativa en términos de movilidad.

Las plataformas colaborativas son un tipo específico de herramienta colaborativa. Son espacios digitales en internet, accesibles mediante tecnologías web, aplicaciones móviles o aplicaciones para ordenadores personales, que tienen como objetivo unir en un mismo entorno a profesionales o equipos de trabajo para fomentar su colaboración e interacción.

Las plataformas colaborativas permiten generar relaciones laborales, sociales y económicas, coordinadas e intermediadas a través de algoritmos, con una gran velocidad y a gran escala en comparación a otros métodos y espacios tradicionales de trabajo.

Las plataformas responden a una tendencia creciente, ligada a la digitalización, que facilita a las empresas y a los profesionales:

- la puesta en contacto de oferentes y demandantes de servicios profesionales

- la coordinación en un espacio virtual de profesionales distribuidos en diferentes sedes o localizaciones geográficas
- la compartición en un espacio virtual de información y documentos relativos a un área o proyecto específico.

Las plataformas digitales orientadas a un sector específico pueden ser una herramienta útil para fomentar el desarrollo laboral y social de personas especializadas en dicho sector.

Algunas de las características más destacables de las plataformas colaborativas son:

- **Eficiencia:** El uso de plataformas colaborativas puede implicar un ahorro significativo de tiempo en la búsqueda de la persona o personas adecuadas para realizar un proyecto, en la negociación de las condiciones económicas y las condiciones de los proyectos.
- **Trabajo con profesionales verificados:** numerosas plataformas digitales permiten a los profesionales registrados demostrar su especialización en la materia en la que ofrecen sus servicios.
- **Acceso más sencillo a ofertas laborales y candidatos:** a través de canales directos (e-mail, mensajería), con búsquedas automatizadas y filtradas según los intereses de oferentes y demandantes de empleo o servicios profesionales.
- **Desarrollo del factor humano:** Las plataformas colaborativas están formadas por personas que se relacionan con personas. Fomentan las relaciones interpersonales al permitir el intercambio de experiencias, productos, servicios y valoraciones en un mismo espacio y de forma instantánea, pudiendo generarse vínculos de comunidad en relación con la plataforma y oportunidades de desarrollo y trabajo conjunto entre profesionales de diferentes entornos geográficos interactuando de forma cercana.
- **Intermediación en las transacciones económicas:** Algunas plataformas colaborativas facilitan el pago de servicios contratados, y pueden llegar a ofrecer garantía de seguridad y ejecución en los mismos.

No obstante, las plataformas colaborativas no están exentas de riesgos, algunos bien identificados, pero otros aún no suficientemente caracterizados:

- precarización de las relaciones laborales, especialmente en sectores con una oferta de empleo muy superior a la demanda.
- limitación de las coberturas sociales frente a otro tipo de relaciones laborales.
- competencia de profesionales en mercados con condiciones laborales o de protección social muy diferentes.
- riesgos ligados al sesgo de los algoritmos automatizados (p.ej. por decisiones basadas en un insuficiente número de muestras).

8. NUEVAS TECNOLOGÍAS: REPERCUSIÓN EN LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Las nuevas tecnologías y su incorporación al mundo del trabajo suponen la aparición de nuevos desafíos y oportunidades en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo. La Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, en un informe sobre riesgos nuevos y emergentes asociados a la digitalización en el horizonte 2025, y después del análisis de diferentes escenarios de evolución, destaca los siguientes:

- la posibilidad de que la automatización retire a los humanos de los entornos peligrosos, pero que introduzca también nuevos riesgos, especialmente influenciados por la transparencia de los algoritmos subyacentes y las interfaces hombre-máquina;
- los factores psicosociales y organizativos serán cada vez más importantes porque las TH-TIC o Tecnologías Habilitadas por TIC (Tecnologías de Información y Comunicaciones) pueden promover cambios en los tipos de trabajos disponibles; el ritmo de trabajo, cómo, dónde y cuándo se realiza; y cómo se gestiona y supervisa;
- el aumento del estrés laboral, especialmente debido al impacto del creciente seguimiento de los trabajadores facilitado por los avances y la mayor ubicuidad de las TH-TIC portables, la disponibilidad 24/7, la confusión de los límites entre la vida laboral y personal, y la economía de las plataformas de internet;
- crecientes riesgos ergonómicos debido al incremento del trabajo por internet y al uso de dispositivos móviles en entornos distintos de la oficina;
- riesgos asociados a las nuevas interfaces hombre-máquina, especialmente por la ergonomía y la carga cognitiva;
- el incremento del trabajo sedentario, un riesgo asociado a la obesidad y a enfermedades no transmisibles como las cardiovasculares y la diabetes;
- riesgos para la ciberseguridad debido al incremento de la interconexión de las cosas y las personas;
- el creciente número de trabajadores tratados (debida o indebidamente) como autónomos, y que podrían quedar fuera de la reglamentación vigente de seguridad y salud en el trabajo;
- cambios en los modelos de negocio y las jerarquías laborales debido al incremento del trabajo en internet, su flexibilización y a la introducción de la gestión algorítmica y la Inteligencia Artificial, que pueden alterar los actuales mecanismos de gestión de la seguridad y salud en el trabajo;
- la gestión algorítmica del trabajo y los trabajadores, la Inteligencia Artificial, las tecnologías de localización y seguimiento con elementos portables, junto con el Internet de las Cosas y los macrodatos, pueden ocasionar que los trabajadores pierdan el control de sus datos, así como problemas de protección de datos, problemas éticos, desigualdad en la información

con respecto a la seguridad y salud en el trabajo, y presión sobre el rendimiento de los trabajadores;

- la carencia de las capacidades necesarias en la fuerza de trabajo para utilizar las TH-TIC, adaptarse a los cambios y gestionar el equilibrio entre su vida laboral y personal;
- cambios de empleo más frecuentes y una vida laboral más larga.

Por tanto, la digitalización y las nuevas tecnologías abren la puerta a un mayor número de desafíos, sobre todo de naturaleza ergonómica, organizativa y psicosocial, que es necesario entender y atender. Por otra parte, también ofrece nuevas oportunidades para reducir algunos riesgos. Las tecnologías por sí mismas no son ni buenas ni malas. Que se mantenga un equilibrio entre los retos y las oportunidades que presentan las TH-TIC y la digitalización dependerá de la adecuada aplicación de cada tecnología y de cómo se gestione.

La EU-OSHA plantea algunas propuestas que podrían contribuir a mitigar los problemas de seguridad y salud en el trabajo relacionados con la digitalización, entre las que se encuentran:

- el establecimiento de un marco ético para la digitalización y códigos de conducta;
- un firme planteamiento de «prevención a través del diseño» que integre un enfoque de diseño centrado en el usuario o trabajador;
- la colaboración entre el sector educativo, la industria, los interlocutores sociales y las autoridades públicas en materia de investigación e innovación para el desarrollo de TH-TIC y tecnologías digitales, a fin de tomar debidamente en cuenta los aspectos humanos;
- la participación de los trabajadores en la aplicación de las estrategias de digitalización;
- la evaluación avanzada de los riesgos en el lugar de trabajo, aprovechando las oportunidades sin precedentes que ofrecen las TH-TIC, considerando al mismo tiempo todas las distintas repercusiones que pueden tener en términos de problemas preventivos;
- un marco normativo para aclarar las responsabilidades en materia de SST en relación con los nuevos sistemas y formas de trabajo;
- un sistema educativo adaptado y formación de las personas trabajadoras;
- la prestación de servicios de seguridad y salud en el trabajo efectivos a las personas trabajadoras digitales.