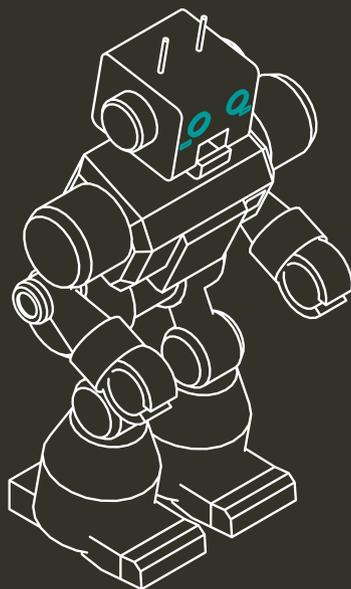


Las claves de la Cuarta Revolución Industrial

Cómo afectará a los negocios
y a las personas

Fernando Blanco, José Manuel Castro,
Rubén A. Gayoso, Wilfredo Santana



Libros de Cabecera

Las claves de la Cuarta Revolución Industrial

Fernando Blanco, José Manuel Castro,
Rubén A. Gayoso, Wilfredo Santana

¿Qué es la Cuarta Revolución Industrial? ¿Cómo nos va a afectar a las personas y a la sociedad, en general? ¿Cómo pueden adaptarse las empresas?

Las **claves de la Cuarta Revolución Industrial** es un texto divulgativo escrito por cuatro expertos en disciplinas técnicas y en la repercusión de los avances tecnológicos en la sociedad actual. El libro describe las tecnologías que están transformando el mundo, su impacto en los negocios, en los sectores económicos, en el empleo, en la educación y en las personas.

El libro va dirigido a los empresarios y directivos inquietos por los cambios que están aconteciendo y por cómo trasladarlos a los negocios; a los empleados, para cuidar su empleabilidad; a los educadores, que quieren saber cómo preparar a las nuevas generaciones y, en general, a cualquier persona que se pregunte cómo va a encajar en la sociedad de la Cuarta Revolución Industrial.

«El cambio ocurre, queramos o no, con lo que los próximos años serán convulsos y espectaculares. Necesitamos con urgencia patrones y modelos de comportamiento que nos ayuden a vivir bajo estas premisas».

José Manuel Castro Pérez, experto en innovación y en nuevas tecnologías

Libros de Cabecera

www.librosdecabecera.com

Más información
aquí:



IBIC: KJD
ISBN: 978-84-949079-8-2



Las claves de la Cuarta Revolución Industrial

Cómo afectará a los negocios
y a las personas

Fernando Blanco Silva
José Manuel Castro Pérez
Rubén A. Gayoso Taboada
Wilfredo Santana Alonso

Libros de Cabecera

www.librosdecabecera.com

Barcelona - Madrid

1ª edición: octubre de 2019

© 2019 Fernando Blanco Silva, José Manuel Castro Pérez,
Rubén A. Gayoso Taboada, Wilfredo Santana Alonso

© 2019 Libros de Cabecera S.L.
Rambla de Catalunya, 53, 7º G
08007 Barcelona (España)
www.librosdecabecera.com

Reservados todos los derechos. Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluidos la reprografía y el tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamo públicos.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Diseño de la colección: Erola Boix
Editores: Llorenç Rubió y Virtuts Angulo
Portada: Nèlia Creixell
Maquetación: Nèlia Creixell

ISBN: 978-84-949079-8-2
eISBN: 978-84-949079-9-9
IBIC: KJD
Depósito Legal: B 21603-2019

Impreso por DC PLUS, Serveis editorials, scp
Impreso en España - *Printed in Spain*

Índice

1.	Introducción. La Cuarta Revolución Industrial	7
2.	Las tecnologías facilitadoras	17
3.	El impacto en los negocios	63
4.	El impacto en el empleo	81
5.	El impacto en las personas	95
6.	Las transformaciones en los sectores económicos	109
7.	Construyendo el futuro	161
8.	Recomendaciones y conclusiones	187
	Despedida	197
	Notas	199

1. Introducción. La Cuarta Revolución Industrial

*Nunca ha habido un momento de mayor
promesa, o mayor peligro.*

Klaus Schwab, fundador y presidente ejecutivo
del Foro Económico Mundial

¿Qué es una revolución industrial?

Una revolución industrial es un proceso de cambio, provocado por nuevas reglas en la asignación de poder y riqueza a grupos e individuos y basado en nuevas posibilidades tecnológicas, que trae consigo fuertes cambios sociales y una sustancial redistribución de la riqueza económica. Se trata, en definitiva, de cambios en tres campos: tecnología, riqueza y sociedad, que se van entrelazando en el tiempo y apoyándose unos sobre otros, para llegar a provocar una situación tan diferenciada de la inicial que pueda justificar el uso del término revolución.

Históricamente, describir una revolución industrial es relativamente fácil, puesto que se pueden evaluar o identificar los desencadenantes al comprobar sus efectos y consecuencias una vez logrado todo su potencial. Es decir, dada la situación alcanzada, podemos recorrer el camino inverso hacia atrás en el tiempo, hasta encontrar las causas de origen. Sin embargo, es mucho más difícil identificar una revolución desde una perspectiva de presente, ya que hay que predecir el futuro, imaginando el nivel de ruptura que se precisa en las estructuras sociales y económicas para que lleguen a convertirse en realidad.

Consecuentemente, vivir una revolución industrial no es sencillo. Los modelos del pasado están obsoletos, y, al mismo tiempo, los del futuro aún no están totalmente contruidos, ni son socialmente aceptados como verdaderos. Precisamente, el cómo y cuándo las personas y las sociedades adoptan nuevos modelos de comportamiento y pensamiento va a determinar, en gran medida, cómo se van a ver afectadas por los cambios económicos y tecnológicos.

Las anteriores revoluciones industriales

En los dos últimos siglos se han vivido tres revoluciones industriales y tecnológicas. En cada una de ellas cambiaron las fuentes de energía dominantes, el tipo de actividades industriales más importantes, la localización en el territorio de estas y los medios de comunicación empleados tanto para desplazar personas y mercancías, como para transmitir la información necesaria para gestionar estas de forma correcta.

La Primera Revolución Industrial tiene su origen al principio del siglo XIX, empezando con la invención años atrás de la máquina de vapor por el ingeniero británico James Watt y su aplicación a diversos procesos industriales, entre ellos las industrias textil y metalúrgica. Se desarrollan y construyen ferrocarriles, que, impulsados por el carbón, contribuyen al movimiento masivo de personas y mercancías, acompañados de las redes telegráficas, que permiten gestionar desde la distancia las complejas organizaciones y procedimientos que requieren la coordinación de todos estos movimientos. Los veleros dejan paso a los buques impulsados por vapor y las industrias se instalan preferentemente cerca de los nudos de

comunicaciones, puertos y estaciones de ferrocarril, o de los yacimientos de materias primas. Se produce un éxodo importante del campo a las ciudades, impulsado por el crecimiento del empleo obrero, de cuyas precarias condiciones se nutren los primeros movimientos obreros y las revoluciones de la segunda mitad del siglo XIX.

La Segunda Revolución Industrial se desarrolla a partir de la generación de corriente eléctrica y de su aplicación a la industria, al transporte y a la vida doméstica. Aparecen también los primeros automóviles autopropulsados y se desarrolla de forma masiva la fabricación seriada. Henry Ford, el prototipo de empresario de las primeras etapas de esta revolución, plantea paradigmas industriales distintos a los anteriores («El cliente puede elegir el auto del color que quiera, siempre y cuando sea negro») y empieza a retribuir generosamente a sus empleados («El secreto de mi éxito está en pagar como si fuera pródigo y vender como si estuviera en quiebra»), empezando así a construir la clase media y la sociedad de consumo. El carbón se va, paulatinamente, sustituyendo por el petróleo y la electricidad penetra en todo tipo de empresas y negocios. Su introducción en los hogares da lugar incluso a la aparición de un sector de actividad industrial completamente nuevo, la fabricación de electrodomésticos. El teléfono sustituye progresivamente al telégrafo y crea otro de los grandes sectores industriales impulsores del extraordinario crecimiento económico del siglo XX. Las condiciones de los obreros mejoran considerablemente, se consiguen vacaciones, atención médica, planes de pensiones, etc., surgiendo de estas necesidades nuevas actividades económicas.

Las crisis del petróleo de 1973 y 1977 coincide con el inicio de la Tercera Revolución Industrial. La clase media se ha expandido de forma considerable, aumentando la presión de consumo sobre todo tipo de materias primas y, de forma muy acusada, sobre la energía. Los consumidores empiezan a ser exigentes con sus demandas y requieren a los productores la personalización de productos y servicios. La televisión invade los hogares de los países desarrollados y genera consigo una importante industria publicitaria y de creación de contenidos. Se desarrollan los primeros ordenadores y se aplican a la mecanización de procesos empresariales, enfocados mayormente a la administración en las primeras etapas. Surgen también métodos y mecanismos de control industrial basados en los procesadores lógicos y la microelectrónica. Empiezan a aparecer las primeras redes de comunicaciones orientadas a conectar ordenadores. Los procesos industriales se empiezan a sofisticar y a requerir personas cada vez más cualificadas. La demanda de productos empieza a ser selectiva, y las empresas que no son capaces de adaptarse a estas nuevas circunstancias se ven abocadas a cerrar o a disminuir sus plantillas. Estos efectos se ven agravados por la deslocalización hacia países en vías de desarrollo, facilitada por la aparición de grandes buques contenedores capaces de transportar eficientemente todo tipo de mercancías, y del auge de la aviación comercial, que permite desplazar rápidamente a personas y mercancías a cualquier parte del mundo.

Estamos inmersos en los inicios de una nueva revolución industrial

La Cuarta Revolución Industrial surge de un modo parecido a las anteriores. Aparecen tecnologías nuevas que permiten fabricar productos y prestar servicios en formas y lugares completamente nuevos, siendo la conectividad la característica principal que une a estas tecnologías y las hace auténticamente disruptivas. Así, personas y objetos se conectan masivamente a internet, generando grandes conjuntos de datos relativos a su estado y a las transacciones e intercambios efectuados con otras personas y objetos; datos que, a su vez, también residen en internet y son susceptibles de ser empleados para construir nuevos productos y servicios.

Toda esta masiva digitalización interconectada provoca cambios que, acumulados unos a continuación de otros, provocan mejoras de productividad de varios órdenes de magnitud y la aparición de productos y servicios completamente nuevos. Sin embargo, varias de las tecnologías que emergen de la mano de la digitalización están aún en estados incipientes y no se puede, por tanto, garantizar cuál será su evolución.

Lo que estamos describiendo es una situación análoga a la existente previamente a las anteriores revoluciones industriales: tecnologías de base nuevas y poderosas, pero cuyas aplicaciones están aún por desarrollar e inventar. Las máquinas impulsadas por vapor de agua, efectivamente, mejoraron la productividad en gran parte de los procesos productivos, pero solo después de que se desarrollasen y perfeccionasen prototipos que, empleando los principios básicos de los motores térmicos, pudiesen aplicarse a los diferentes procesos produc-

tivos. Lo mismo ocurrió con la electricidad, solo avances tecnológicos «secundarios» en la generación y distribución de energía eléctrica permitieron el desarrollo de las redes de suministro estables y eficaces que facilitan, en la actualidad, la aplicación masiva de la electricidad a nuestra vida cotidiana. Y el paso de la electricidad a la electrónica, que resulta casi evidente desde el punto de vista científico, requiere de grandes y continuos desarrollos tecnológicos para hacer imperceptibles las tecnologías de base al gran público y conseguir así la aceptación masiva de los productos y servicios que de ellas se derivan.

En la actualidad, la electricidad es una tecnología «invisible» para la mayoría de las personas. Ha alcanzado un grado de desarrollo, estandarización y universalización que nos permite usarla sin tener que pensar ni comprender los principios físicos que la sustentan. Y solo nos damos cuenta de la complejidad inherente cuando, conscientemente, visualizamos la tecnología que se necesita para hacer funcionar una central eléctrica de cualquier tipo, transformar y transportar la energía que en ellas se genera y poderla emplear en nuestros domicilios a nuestra voluntad. Todo ello sin afectar al resto de domicilios e instalaciones conectadas, ya que el consumo y la producción han de ser iguales en todo momento. Sin embargo, a pesar de su uso masivo, solo un pequeño porcentaje de la población conoce, siquiera de forma superficial, todos los principios físicos y la complejidad tecnológica que están detrás de los mercados eléctricos.

Pues algo parecido está ocurriendo en la actualidad con internet y la conectividad. En los albores de internet era nece-

sario instalar, configurar y muy probablemente pagar todos los elementos *hardware* y *software* que proporcionaban la conectividad física, asignando y garantizando la unicidad de la numeración lógica identificativa de nuestros servicios. No es de extrañar que su uso estuviese limitado a personas dispuestas a ensayar y errar varias decenas o centenas de veces, solo para conseguir un pequeño avance sobre la situación previa. La tecnología solo llega a conseguir una penetración social significativa cuando se puede ocultar toda esta complejidad técnica al usuario final, y proporcionarle un dispositivo que funciona solo con encenderlo y se maneja con la yema del dedo o con la voz, sin necesidad de aprender complejos lenguajes y rutinas de funcionamiento.

Aunque el que está considerado el primer teléfono inteligente aparece en 1994 y que la empresa Blackberry tuvo cierto éxito en el mercado corporativo con el lanzamiento de sus terminales multifunción en 1999, no es hasta la aparición del primer iPhone de Apple en 2007 o del primer teléfono con sistema operativo Android en 2008 cuando realmente se puede fijar el comienzo de la era de la conectividad personal masiva. En España en 2016, según el Informe Ditendria, la penetración de los teléfonos inteligentes es casi universal: un 80% de los españoles posee un teléfono inteligente, en más de tres cuartas partes de los hogares españoles hay una tableta y nueve de cada diez españoles utiliza el móvil en alguna ocasión durante el proceso de compra. Pero aún existen zonas de sombra; el segmento de población de mayor edad solo emplea los teléfonos inteligentes de manera residual, no existe conectividad en todo el territorio, las velocidades de conexión sufren importantes variaciones y para obtener un

servicio pleno, completo y de calidad, todavía es necesario disponer de una conexión física a través de un cable, preferentemente de fibra óptica. Más, pese a todas esas carencias, los cambios son impresionantes. El comercio electrónico crece constantemente, las personas se conectan y comparten información con relativa naturalidad en las redes sociales, hacemos videoconferencias con cualquier parte del mundo, etc. Y, más importante aún, aceptamos y consideramos la tecnología de conectividad como una parte importante de nuestra vida cotidiana, llegando a calificarla incluso imprescindible, como ya opinan muchos adolescentes.

Y los avances previsibles son aún mucho más espectaculares. Ya creemos posible la circulación en vehículos autónomos, aceptamos con naturalidad la posibilidad de imprimir objetos (algo que un ciudadano del siglo XIX probablemente hubiese calificado como teletransporte), hay personas que se implantan en su cuerpo dispositivos artificiales para aumentar las capacidades con las que fueron naturalmente dotados y veremos como la pizza que acabamos de pedir para nuestra cena, llama con educación a nuestra ventana, para que el dron que la ha traído hasta allí nos la pueda entregar.

Son, sin duda, cambios disruptivos recientemente acontecidos o próximos a ocurrir, impulsados por una tecnología nueva, cuyas aplicaciones no han sido completamente desplegadas y que cambiarán de forma importante nuestras estructuras sociales y económicas. Se cumplen todas las características contenidas en la definición de «revolución industrial» y estamos plenamente sumergidos en la evolución de estos cambios. Sin embargo, los actores principales de la

economía, las empresas y otras organizaciones públicas y privadas, aún no están preparadas para operar en este entorno de cambios vertiginosos. Según un estudio realizado en el año 2018 por Strategy& sobre la digitalización en la industria, dos terceras partes de las empresas encuestadas aún no han comenzado, de forma significativa, su transformación digital.

El cambio ocurre, queramos o no, con lo que los próximos años serán convulsos y espectaculares. Necesitamos con urgencia patrones y modelos de comportamiento que nos ayuden a vivir bajo estas premisas. Esta es la propuesta de este libro, que se resume a continuación.

En el capítulo 2 se hace una revisión de las tecnologías habilitadoras, tanto de las más extendidas en la actualidad, como de las incipientes aún por llegar, que facilitarán los cambios económicos y sociales que vendrán en las próximas décadas. En el capítulo 3 se analizan los cambios que la Cuarta Revolución Industrial está ya produciendo en empresas y negocios, mientras que en los capítulos 4 y 5 se trata el impacto en el empleo y en las personas, respectivamente. El capítulo 6 se dedica a analizar las evoluciones previsibles en los sectores económicos más importantes en las economías avanzadas y el capítulo 7 a identificar planteamientos que empresas, administraciones y personas pueden adoptar para enfrentarse a los desafíos por venir. Finaliza el libro con el capítulo 8, en el que, a modo de guía, se desarrollan una serie de recomendaciones de carácter práctico. Por último, recordar que *La innovación comienza aquí*, el primer libro de José Manuel Castro, uno de los autores del presente, tra-

ta sobre cómo empresas y organizaciones deben integrar los cambios del entorno en el que operan, en su estructura de productos y servicios, para garantizar su subsistencia a futuro. Puede ser un buen complemento para aquellas personas a las que el carácter eminentemente enunciativo de la presente obra, les deje con ganas de planteamientos más generalistas.

Aunque no cabe duda que *Las claves de la Cuarta Revolución Industrial* es un texto económico, está escrito en términos divulgativos, pensando en la gran cantidad de personas que se verán afectadas por las consecuencias de la digitalización masiva. En este sentido, animamos a su lectura a todas las personas preocupadas por su empleabilidad, puesto que creemos sinceramente que encontrarán inspiraciones renovadas para persistir en la dura lucha que a todos y todas nos espera para permanecer actualizados y empleables. Y, obviamente, a todos los empresarios y directivos que irremediablemente tendrán que adaptarse para mantener sus empresas en marcha.

Los autores



Fernando Blanco Silva es ingeniero industrial por la Universidade de A Coruña (2002), graduado en Administración de Empresas por la Universidad Isabel I (2019) y doctor por la Universidad Católica de Ávila (2011), haciendo la tesis doctoral en eficiencia energética en edificios docentes. Además, ha cursado el Máster en Energías Renovables y Eficiencia Energética (Universidad Camilo José Cela) y el Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales.

Ha trabajado como profesor de enseñanza secundaria (oposición aprobada en 2002), gestor energético de la Universidade de Santiago de Compostela (2005-2014) y actualmente es ingeniero industrial de la Xunta de Galicia (oposición aprobada en 2014).

Es delegado del Colegio de Ingenieros Industriales en Santiago de Compostela desde 2013 y director de la Revista gallega de energía “Dinamo-Técnica”; es autor de libros sobre energía eólica (2003), solar (2006) y gestión de mantenimiento de los edificios (2009), además de siete artículos indexados en el “Journal Citation Report”. Ha publicado más de cincuenta artículos de investigación y divulgación sobre energía en revistas de diez países.

Puedes seguir o contactar a Fernando en LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/fernando-blanco-silva-2471b244/>



José Manuel Castro Pérez es ingeniero industrial por la Universidad de Santiago de Compostela. Cuenta con más de treinta años de actividad profesional, como consultor primero y como directivo en el sector público después, desde donde tuvo la oportunidad de orientar y aconsejar en el desarrollo de sus estrategias a gran número de empresas y emprendedores. Ha sido profesor asociado en el Departamento de Organización de Empresas de la Universidad de Vigo y participa como ponente en cursos y seminarios de posgrado para diversas universidades y escuelas de negocios. Es también autor de publicaciones y artículos relacionados con las nuevas tecnologías, los servicios avanzados de telecomunicaciones y las pequeñas y medianas empresas. Su libro *La innovación comienza aquí* (<http://innovacioncomienzaaqui.com>) fue publicado en marzo de 2016 por la editorial Libros de Cabecera. En los últimos años ha participado en varias actividades formativas y divulgativas en el campo de la Industria 4.0 para diferentes instituciones.

Puedes seguir o contactar a José Manuel en LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/josemanuelcastroperez/>



Rubén A. Gayoso Taboada es ingeniero industrial por la Universidad de A Coruña y máster en Gestión de la Innovación por Ingafor Escuela de Negocios. Ha desarrollado su trayectoria profesional en diferentes empresas del sector industrial, principalmente en funciones ligadas a la innovación empresarial, incluida una *spin-off* de la Universidad de Vigo. A su vez, también ha sido emprendedor fundando con otros socios una empresa de ingeniería. Esta experiencia le ha permitido tener un amplio conocimiento de la relación entre Universidad y empresa. Actualmente ejerce como gerente del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial, ITMATI, desde mayo del 2013, siendo con anterioridad gestor de Tecnología e Innovación del mismo, realizando funciones de actividad de transferencia y valorización de tecnología dirigidas al sector empresarial e industrial. En la actualidad también es miembro de la Junta Directiva de AXIGA (Asociación de Xestores de Innovación de Galicia).

Puedes seguir o contactar a Rubén en LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/rubengayoso/>



Wilfredo Santana Alonso es ingeniero industrial por la Universidad de Vigo (2000) y Máster en Logística y Supply Chain Manager en la Galicia Business School.

Desde 2012 es socio consultor de Anubía soluciones en la nube, S.L., dedicada a la consultoría, formación, implantación y desarrollo de soluciones de *software* de gestión empresarial basadas en código abierto y adaptadas a todo tipo de empresas, como Ready Partner de Odoo (antes OpenERP). Desde 2007 es socio-consultor en Ohmium Ingeniería Industrial, S.L., dedicada al diseño de instalaciones industriales eficientes.

Formador para el empleo, con más de 3500 horas de docencia acreditada en más de diez acciones formativas para el empleo en distintas entidades (Método Consultores, CIP, FLC, Formega y CIFP Coia, etc.); y en otras acciones formativas (Universidade de Vigo, EnergyLab, Faimevi, COATPO, Instalectro, Inega, etc.).

Puedes seguir o contactar a Wilfredo en LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/wilfredo-santana-alonso-8bb02638/>

Libros de Cabecera

Libros de empresa y economía

Libros de Cabecera pretende hacer llegar a empresarios, directivos, consultores, emprendedores, estudiantes y, en general, cualquier persona interesada en el mundo de la empresa y la economía, contenidos que **inspiren a la acción** en el mundo de los negocios y la gestión empresarial.

La filosofía por la que nos regimos es la de la **divulgación rigurosa**, aunando la precisión en el tratamiento de los temas con una redacción fácil de seguir, que ayude a los lectores a la puesta en práctica de las conclusiones y sugerencias de los autores. Defendemos que los textos divulgativos y amenos pueden ser serios y rigurosos.

Aunque muchos de nuestros autores son noveles como escritores, todos son expertos en las materias que exponen. Nuestro equipo de edición, compuesto de profesionales que combinan las competencias editoriales con un amplio conocimiento del mundo empresarial, trabaja conjuntamente con ellos para que cada libro que publiquemos cumpla con los parámetros de **excelencia, simplicidad y orientación a la acción**.

Nuestras colecciones constan de manuales prácticos, libros temáticos, ejemplos de mejores prácticas, ensayos de actualidad y textos académicos con tono divulgativo.

En definitiva, ambicionamos que todos nuestros libros se lean y que sean la referencia sobre el tema que traten. Aspiramos a que se conviertan en auténticos *libros de cabecera* para nuestros lectores.

Confiamos, querido lector, que a ti también te ocurra con este libro.

Estamos a tu disposición en: editorial@librosdecabecera.com

También en Twitter: [@libroscabecera](https://twitter.com/libroscabecera)

**Hasta aquí la versión gratuita
de este libro.**

**Si quieres seguir leyendo,
puedes comprar el libro entero en:
www.librosdecabecera.com**

Gracias

Libros de Cabecera

Libros de empresa y economía

Libros de Cabecera es un proyecto editorial que pretende hacer llegar a empresarios, directivos y profesionales de la gestión de empresas, contenidos prácticos e innovadores, que les sean de utilidad en el desarrollo de su negocio y de sus tareas profesionales.