

Tecnologías Emergentes

Tema 10. Tecnología innovadora e investigación

Índice

Esquema

Ideas clave

- 10.1. ¿Cómo estudiar este tema?
- 10.2. Fundamentos de la computación cuántica
- 10.3. Aplicaciones de la computación cuántica
- 10.4. Introducción a la investigación

A fondo

Computación cuántica y seguridad

Tesis Doctorales: TESEO

Dialnet

Tesis doctorales en red

Tesis en soporte electrónico de universidades
extranjeras

Google Scholar

Bibliografía y citas: UNE-ISO 690:2013

RefWorks

Mendeley

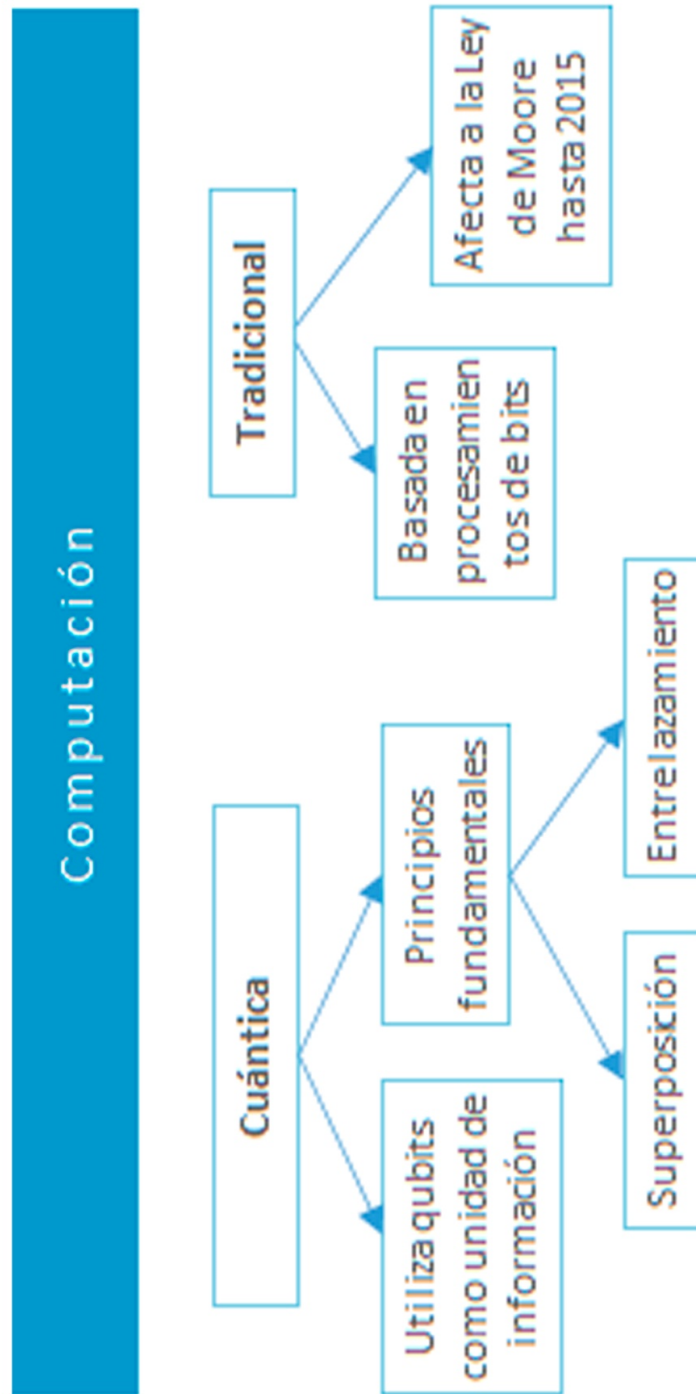
Artificial cognition for social human—robot interaction:
An implementation

Uso ético de la información y sus citas bibliográficas

Scientific Papers

Escándalos en el ámbito de la ciencia española

Test



10.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema, lee las ideas clave disponibles a continuación. Los **objetivos** a conseguir son:

- ▶ **Computación cuántica:** en este primer bloque se presentan las limitaciones de evolución de potencia de procesamiento actuales, y se examina la computación cuántica como alternativa de futuro. Se abordarán los *qubits* como nueva unidad de información, así como los principios que permiten la simultaneidad de operaciones: la superposición y el entrelazamiento
- ▶ **El proceso de investigación:** se presenta aquí la esencia del método científico, y todas las peculiaridades de la publicación de resultados, métricas usadas en rankings (como el factor de impacto de una revista científica).

10.2. Fundamentos de la computación cuántica

El elemento discreto más básico dentro de cualquier procesador o CPU es el transistor. Este dispositivo electrónico funciona, con muchas salvedades, de una forma simple: proporciona una señal de salida, en función de una señal de entrada. La presencia o ausencia de señal de salida conforma los 1 y 0 binarios resultantes.

En los últimos 50 años, el progreso en capacidad de computación ha sido espectacular. Gordon Moore, cofundador de Intel Corporation, postuló en su muy conocida Ley de Moore, que las densidades de transistores en circuitos integrados se duplicaban cada dos años. Esto supone, dicho de otra forma, que los procesadores o bien duplican su capacidad o su precio se reduce a la mitad (o alguna mezcla de ambas cosas) cada dos años.

Desde 1975 hasta 2015 esto se ha ido cumpliendo bastante bien, pero el ritmo es mucho más lento en la actualidad. Se ha tardado dos años y medio en pasar de la producción de procesadores Intel de 22 nanómetros hasta 14 nanómetros (el tamaño de un transistor).

En la actualidad el futuro paso de los 14 nm a los 10 nm llevará presumiblemente de cuatro a cinco años. Aparte de Intel, los demás fabricantes globales de procesadores a gran escala, como Samsung (Corea del Sur) y TSMC en Taiwán, también sufriendo también esta ralentización.

	Intel First Production
1999	180 nm
2001	130 nm
2003	90 nm
2005	65 nm
2007	45 nm
2009	32 nm
2011	22 nm
2014	14 nm
2016	10 nm
2017	10 nm
2018	10 nm?
2019	10 nm!

Figura 1. Evolución del tamaño de transistores en CPU. Fuente: Anandtech.com

Esto es perfectamente lógico, los transistores tienen unas dimensiones físicas que no se pueden reducir indefinidamente, cuando se llegue a dimensiones de unos pocos átomos, poco o nada más se podrá hacer.

Por otro lado, el hecho de reducir el tamaño de los transistores y poder disponer de procesadores con una densidad cada vez mayor de transistores tiene dos efectos:

- ▶ Baja el consumo del chip, y por ello se calienta menos.
- ▶ Se pueden incrementar las frecuencias de trabajo, lo que permite a los transistores conmutar entre valores 0 y 1 mucho más rápidamente.

Estos efectos, que nos permitían suponer que podríamos fabricar chips con frecuencias cada vez mayores, también han encontrado su freno debido a determinadas limitaciones físicas. El límite hoy está en los 5GHz de los más modernos procesadores

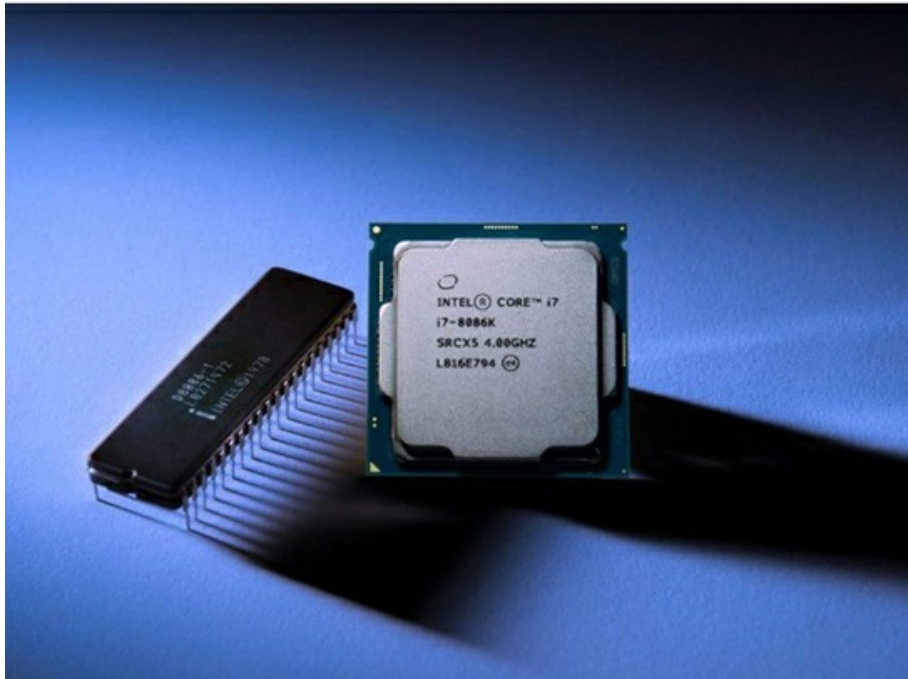


Figura 2. El venerable procesador 8086, junto con el procesador más rápido de Intel, el Core i7-8086K 40th anniversary edition., que alcanza 5GHz -sin overclocking- en sus 6 núcleos. Fuente: Intel.

Una vez asumido el fin de la vigencia de la Ley de Moore, hay que estudiar qué alternativas existen a la misma, que permitan continuar con el progreso de la potencia de computación. Existen diversas opciones tecnológicas, más o menos convencionales, como la inclusión de más núcleos o *cores* dentro de los chips, pero ninguna que por sí sola prometa una evolución similar a la propiciada por la Ley de Moore.

Sin embargo, existe una tecnología discreta, que a nivel teórico ofrece las mayores posibilidades de crecimiento: se trata de la computación cuántica. Su potencial es casi inimaginable con los parámetros actuales.

Los computadores cuánticos se basan, como su nombre indica en la mecánica cuántica, para realizar ciertos tipos de cálculos a velocidades muy superiores a la de cualquier computador clásico imaginable.



Figura 3. IBM Q, el ordenador cuántico de IBM, sin los cilindros protectores y de refrigeración. Fuente: ibm.com

Como se sabe, un ordenador convencional maneja como unidad de información los bits, que pueden tener solo dos valores, 0 y 1. El ordenador escribe bloques de unos y ceros en memoria, los procesa secuencialmente, y obtiene unos resultados. En esencia, un núcleo de procesador solo puede realizar estos cálculos de uno en uno. Las máquinas modernas pueden hacerlo a velocidades realmente increíbles, pero siempre operando de esta forma.

En un ordenador cuántico la unidad fundamental es el *qubit*, que es el análogo a los ceros y unos que manipulan los ordenadores convencionales. Mediante el uso dirigido de dos principios de la mecánica cuántica, denominados superposición y entrelazamiento, los ordenadores cuánticos pueden realizar algunos tipos muy concretos de operaciones matemáticas infinitamente más rápidas que en cualquier otra máquina actual imaginable, con independencia de su complejidad. Tanto es así que un único computador cuántico puede superar la potencia de cálculo combinada

de todos los ordenadores existentes en la actualidad.

9



Figura 4. Andy Rubin, creador de Android, afirma que un único ordenador cuántico aplicado a la Inteligencia Artificial podría gestionar todos los dispositivos conectados existentes en la actualidad.

Fuente: technocracy.com

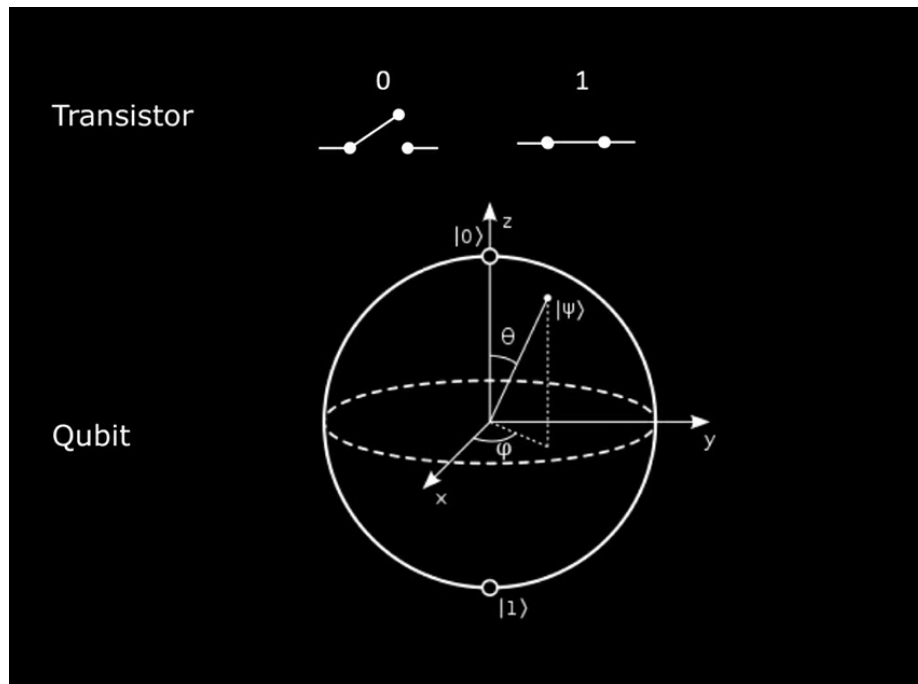


Figura 5. Comparación entre los posibles estados de un transistor y un qubit. Fuente: IBM

Ciertamente, los principios de la mecánica cuántica no son intuitivos ni fáciles de explicar. Gracias al principio de superposición, aplicable cuando se trata con partículas atómicas y subatómicas muy pequeñas, como los electrones, un *qubit* no solo puede estar en estado encendido o apagado a la vez, sino que también puede estar en un abanico enorme de estados intermedios.

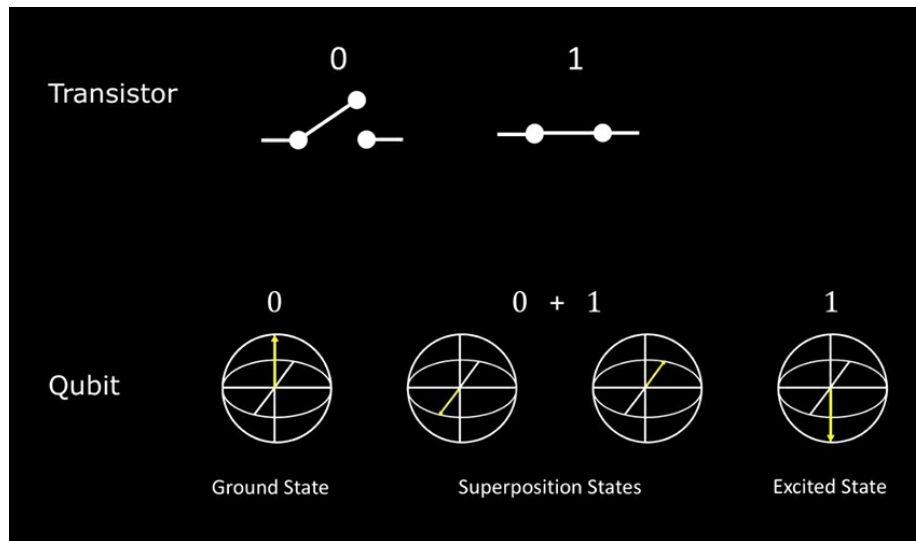


Figura 6. Estados de superposición en un *qubit*. Fuente: IBM

Por si esto fuera poco, los *qubits* pueden interactuar entre sí gracias a otro principio, el del entrelazamiento. Realmente es complejo, pero viene a decir que las propiedades a nivel de mecánica cuántica de dos o más partículas se pueden vincular inextricablemente, incluso si se separan a grandes distancias. La magia es precisamente esa: muy grosso modo, si tenemos dos partículas entrelazadas, una aquí y otra en Australia, si giramos una de ellas, la otra también lo hará.

Así, la verdadera potencia de la computación cuántica se tiene cuando se entrelazan varios *qubits*. Con tres *qubits* entrelazados, se pueden realizar 23 (8) cálculos simultáneos. Con 8 *qubits*, se podrían realizar 28 (256) cálculos simultáneos.

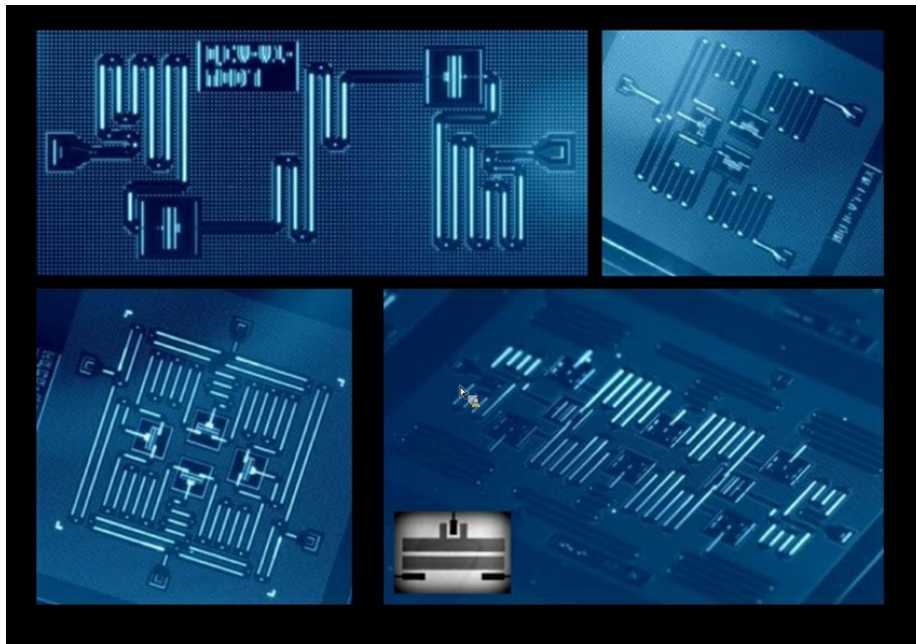


Figura 7. Arriba a la izquierda, un computador cuántico de 2 *qubits*. Arriba a la derecha, uno de 3 *qubits*. Abajo a la izquierda, con 4 *qubits*, y a la derecha, con 8 *qubits*. Fuente: Intel.com

Esto significa que la potencia de procesamiento potencial de un computador cuántico se incrementa exponencialmente conforme se van añadiendo *qubits*. El umbral a partir del cual los ordenadores cuánticos pueden superar a los ordenadores convencionales en determinadas tareas se cifra en unos 50 *qubits*. Es en ese punto en el que un computador cuántico podría ser capaz de realizar por encima de cuatro mil millones de operaciones simultáneas.

Sin embargo, llegar a esos 50 *qubits* ha sido realmente complicado. El problema es que las superposiciones de *qubits* son realmente frágiles y efímeras. Cualquier tipo de interferencia magnética o de calor puede hacer que el sistema se colapse. Y, por otro lado, la duración es de unos 100 microsegundos, que es el tiempo que tenemos para operar.

Por ello, la construcción de un ordenador cuántico es muy compleja. Una de las formas de abordarlo es la computación cuántica basada en superconductividad,

método empleado por IBM, Intel y Google. La base es que todo ha de funcionar a temperaturas próximas al cero absoluto para lograr la superconductividad y que los electrones fluyan sin resistencia, de modo que se consigue un entorno perfecto para los estados cuánticos. Por ejemplo, el ordenador cuántico de IBM se enfría hasta -273,15 grados centígrados, y se precisan 24 horas para lograr esta temperatura.

10.3. Aplicaciones de la computación cuántica

Aunque pudiera parecer lo contrario tras los recientes avances en computación cuántica, lo cierto es que aún estamos lejos de disponer de sistemas que se puedan utilizar en sustitución de los actuales supercomputadores.

Diversos especialistas afirman que esa meta llegará en 15 o 20 años, y de momento se van dando pasos. Muy recientemente se ha publicado un artículo en la prestigiosa revista Nature en el que se demuestra que ya se ha alcanzado la supremacía cuántica, lo que significa que, para una tarea específica, un ordenador cuántico ya supera a un ordenador tradicional.

Existen numerosas aplicaciones previsibles para la computación cuántica, y entre ellas (ordenadas de mayor a menor cercanía en el tiempo):

- ▶ Enfriamiento global: los ordenadores cuánticos podrán simular interacciones moleculares muy complejas, pudiendo revelar cómo podríamos eliminar las emisiones de CO2 y de otros tipos.
- ▶ Síntesis de medicamentos: al poder realizarse simulaciones masivas en el ámbito de la química, se podrá acelerar notablemente la investigación sobre fármacos, reduciendo el trabajo de laboratorio.
- ▶ Inteligencia artificial: los algoritmos cuánticos pueden realizar todas las operaciones involucradas en redes neuronales artificiales a mucha mayor velocidad que los computadores actuales.
- ▶ Entregas más rápidas: se resolverán complejos problemas logísticos del día a día, como la creación de rutas optimas de entrega, con paradas que van apareciendo dinámicamente.

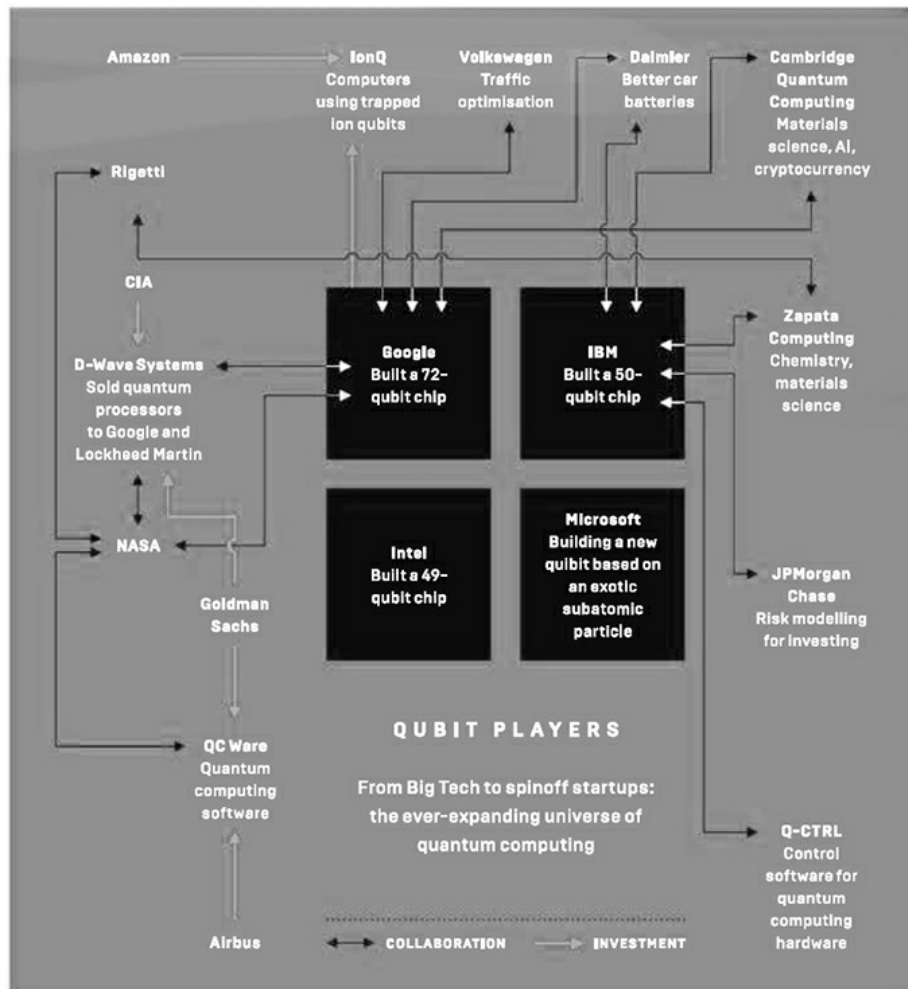


Figura 8. Empresas involucradas en la fabricación de computadores cuánticos, y empresas inversoras y colaboradoras para ámbitos específicos. Fuente: Wired.com

10.4. Introducción a la investigación

Una vez examinadas en los temas anteriores muchas de las tecnologías emergentes más significativas, nos centraremos ahora en el conocimiento del Método Científico, y cómo se puede innovar mediante la investigación.

La Real Academia Española (RAE) define *ciencia* como el «conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente».

El estudio detenido de la propia definición proporcionada por la RAE nos permite extraer los puntos fundamentales a la hora de «hacer ciencia».

En primer lugar, **la ciencia tiene que ver con la obtención de conocimiento**. Los científicos buscan evolucionar el conocimiento humano. «Conocimiento» es radicalmente opuesto a «creencia». El conocimiento implica constatación de verdad basándonos en la experimentación de determinadas hipótesis. Por el contrario, las creencias no implican refutación de ningún tipo.

Los métodos esenciales para la obtención de conocimiento son la **observación** y el **razonamiento**. Obtenemos conocimiento a través de una observación sistemática de la naturaleza y el posterior razonamiento sobre ellos. En ocasiones, la capacidad de razonamiento humana es capaz de trabajar en escenarios donde no es posible en un momento concreto la observación del hecho. Por ejemplo, uno de los puntos fundamentales de la teoría de la relatividad de Einstein fue de la existencia de las ondas gravitacionales. La predicción de Einstein tuvo que esperar hasta el año 2015 para que los modernos aparatos de los astrofísicos confirmaran mediante la

observación el postulado del genio alemán.

Por último, la **repetitividad** permite verificar el resultado de los experimentos realizados. Ante una experimentación en la otra punta de mundo, si repetimos el experimento en nuestro laboratorio u ordenador partiendo de exactamente las mismas condiciones iniciales deberíamos obtener el mismo resultado. Este proceso de **revisión por pares** es lo que asegura la calidad de la experimentación científica.

El **método científico** establece los pasos generales que nos permiten obtener conocimiento científico. Aristóteles fue uno de los grandes impulsores. Grandes filósofos griegos, como Sócrates o Platón, también insistieron en la necesidad de disponer de métodos de razonamiento. Ibn al-Haytham, Johannes Kepler, y el propio Galileo Galilei fueron otros actores fundamentales en el desarrollo de la metodología científica.

De forma muy básica, el **método científico** general podría resumirse en los siguientes pasos:

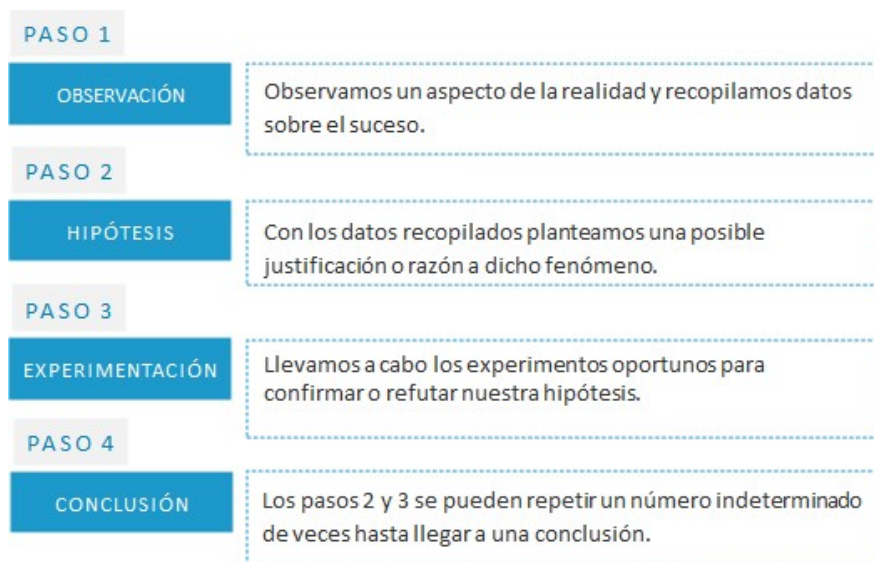


Figura 9. Pasos generales del método científico.

Si entramos en detalle, se contemplan diversas tipologías del método científico:

método lógico-deductivo, método empírico-analítico, método histórico, etc. El detalle de todas y cada una de ellas excede al ámbito de este tema.

Algo absolutamente esencial en el método científico es «LA PREGUNTA» (en mayúsculas). Dentro del ámbito en el que trabajemos (IoT, Sistemas ITS, Aplicaciones Blockchain...) lo esencial no es la tecnología ni la técnica, lo absolutamente esencial es la pregunta que nos planteamos como marco de trabajo.

Algunos ejemplos de preguntas potentes pueden ser:

- ▶ ¿Puedo crear un sistema IoT en una *Smartcity* que me permita detectar patrones de volumen generación de residuos sólidos en días laborables y festivos?
- ▶ ¿Puedo crear un sistema predictivo que me indique si es prudente conceder a un cliente una refinanciación de su deuda?
- ▶ ¿Puedo crear un sistema de inteligencia artificial que permita ayudar a personas invidentes a pasear evitando patinetes eléctricos compartidos en las aceras mal estacionados por ciudadanos incívicos?

Búsqueda de información

Como se ha comentado, **generamos hipótesis** que intentan explicar las observaciones realizadas o responder a las preguntas planteadas. Para que el conocimiento científico pueda evolucionar, es necesario aprovechar el trabajo previo realizado. De esta forma y basándonos en el conocimiento ya validado se pueden ampliar nuestros conocimientos y experimentar nuevas ideas.

Por tanto, antes de iniciar cualquier investigación es imprescindible documentar el «**estado del arte**» de la disciplina concreta en el ámbito que estamos intentando abarcar. El proceso de búsqueda y revisión de bibliografía nos aportará la información que estamos buscando. Mediante este proceso obtenemos información sobre las ideas que se han aplicado al problema que queremos abarcar,

documentándonos sobre lo que ha funcionado y lo que no, detalles de aplicación, buenas prácticas, etc.

En muchas ocasiones debemos ampliar nuestro horizonte de búsqueda considerando problemas que, aunque son diferentes al problema que nos ocupa, emplean soluciones que serían susceptibles de ser aplicadas total o parcialmente a nuestro dominio.

Para guiar el proceso de búsqueda podemos considerar las siguientes cuestiones:

- ▶ ¿Cuál es el **tema** que estamos abarcando? Cuanto más concretos seamos más podremos precisar.
- ▶ ¿Nos interesa un período de **tiempo** o **espacio** geográfico específico? Por ejemplo, ¿estamos considerando evolución del PIB en España?
- ▶ ¿Cuál el **propósito** de la investigación? No es lo mismo un trabajo de revisión bibliográfica, que un trabajo con el objetivo de mejorar una técnica o desarrollar una metodología nueva.
- ▶ ¿Qué **tipo de información** me interesa? ¿Puedo considerar blogs de Internet o debo limitarme a revistas científicas, tesis doctorales y libros?
- ▶ ¿Cuál es la **disponibilidad** y **coste de las fuentes** de información? ¿Tengo acceso a artículos científicos publicados en revistas prestigiosas científicas no gratuitas?

Las tesis doctorales constituyen una buena fuente de formación para documentar nuestros trabajos. Estas tesis suelen constituir estudios originales donde abundan las **citas bibliográficas**. La base de datos de tesis doctorales TESEO acumula las referencias bibliográficas de tesis doctorales leídas en universidades españolas.

En el apartado lo A fondo podrás encontrar el enlace a la base de datos de tesis doctorales TESEO para una formación en profundidad del tema.

Está usted en: [Portada](#) > [Universidades](#) > [Educación superior universitaria](#)

Tesis doctorales: TESEO

[Ayuda](#)

Consulta de la Base de datos de Tesis Doctorales (TESEO)

Rellene los campos del siguiente formulario con las palabras o frases que conozca de los documentos que desea localizar.

[Búsqueda Avanzada](#) [Entrar como usuario registrado](#) [Registrarme como Doctorando](#)

Buscar en TESEO

Título:

Autor:

NIF/NIE/Pasaporte:

Universidad:

Curso académico: Desde: / Hasta: /

Atención a usuarios:

> Correo electrónico: teseo@mecd.es

versión 4.2

© Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

[Aviso legal](#) | [Accesibilidad](#)

Figura 10. La base de datos de Teseo es pública permite realizar búsquedas y acceder a todo tipo de Tesis Doctorales. Fuente: TESEO

Otras referencias útiles en este mismo sentido son Dialnet, Google Scholar u otras webs con acceso a tesis doctorales en red o de universidades extranjeras.

En el apartado A fondo podrás encontrar el enlace a las distintas bases de datos para mayor profundidad del tema.

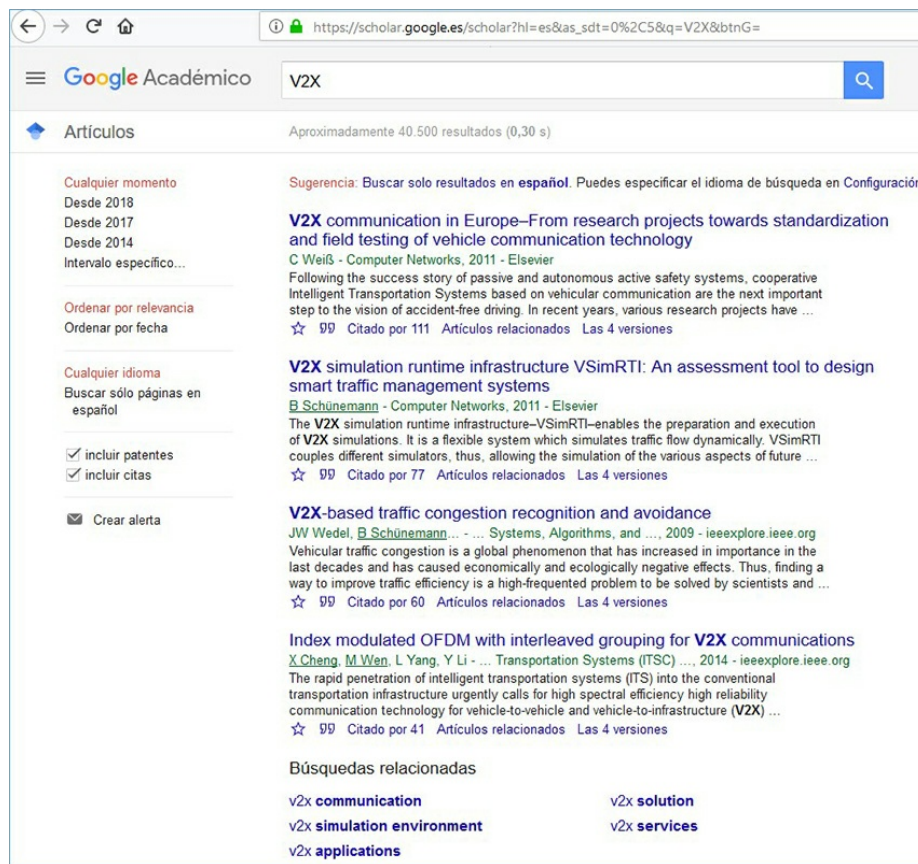


Figura 11. El buscador Google Académico (Scholar) permite localizar papers científicos, e incluso patentes (normalmente norteamericanas). Fuente: Google Académico.

A la hora de buscar información, podemos hacerlo usando el título, palabras clave, autores, temática, etc.

La mayoría de los artículos científicos (también denominados «papers») disponibles a través de la web suelen tener asignado un identificador universal de recurso llamado **DOI** (*Digital Object Identifier*). Este código permite un acceso seguro, unívoco y directo al recurso identificado.

Para saber si un documento dispone de DOI podemos acudir a la utilidad correspondiente de *Crossref* (<https://search.crossref.org/>) buscando por apellidos del primer autor y primeras palabras del título.

<p>Intelligent Position Aware Mobile Services for Seamless and Non-Intrusive Clocking-in Journal Article published 2014 in International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence volume 2 issue 5 on page 48 Authors: Sergio Ríos-Aguilar https://doi.org/10.9781/ijimai.2014.256 Actions</p>
<p>Anonymous Assessment Information System for Higher Education Using Mobile Devices Conference Paper published Jul 2014 in 2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies Authors: Sergio Ríos-Aguilar, Ruben Gonzalez-Crespo, Luis de-la-Fuente-Valentin https://doi.org/10.1109/icalt.2014.54 Actions</p>
<p>Platform for controlling and getting data from network connected drones in indoor environments Journal Article published Jan 2018 in Future Generation Computer Systems Authors: Adrián Arenal Pereira, Jordán Pascual Espada, Rubén González Crespo, Sergio Ríos-Aguilar https://doi.org/10.1016/j.future.2018.01.011 Actions</p>

Figura 12. Ejemplo DOI asociados a publicaciones. Fuente: DOI

Finalmente, indicar que también existen redes sociales científicas, que constituyen una herramienta interesante para mantener el contacto con la comunidad investigadora y compartir conocimiento. Las más destacadas son:

- ▶ **ResearchGate:** plataforma gratuita que pone en contacto a millones de investigadores de todo el mundo y permite compartir conocimiento. Acceso a través de: <https://www.researchgate.net/>
- ▶ **Academia.edu:** permite agrupar a los investigadores por intereses comunes, acceder a ofertas laborales, publicaciones. El usuario puede gestionar su propia página personal de forma ágil e intuitiva. Acceso a través de: <https://www.academia.edu/>

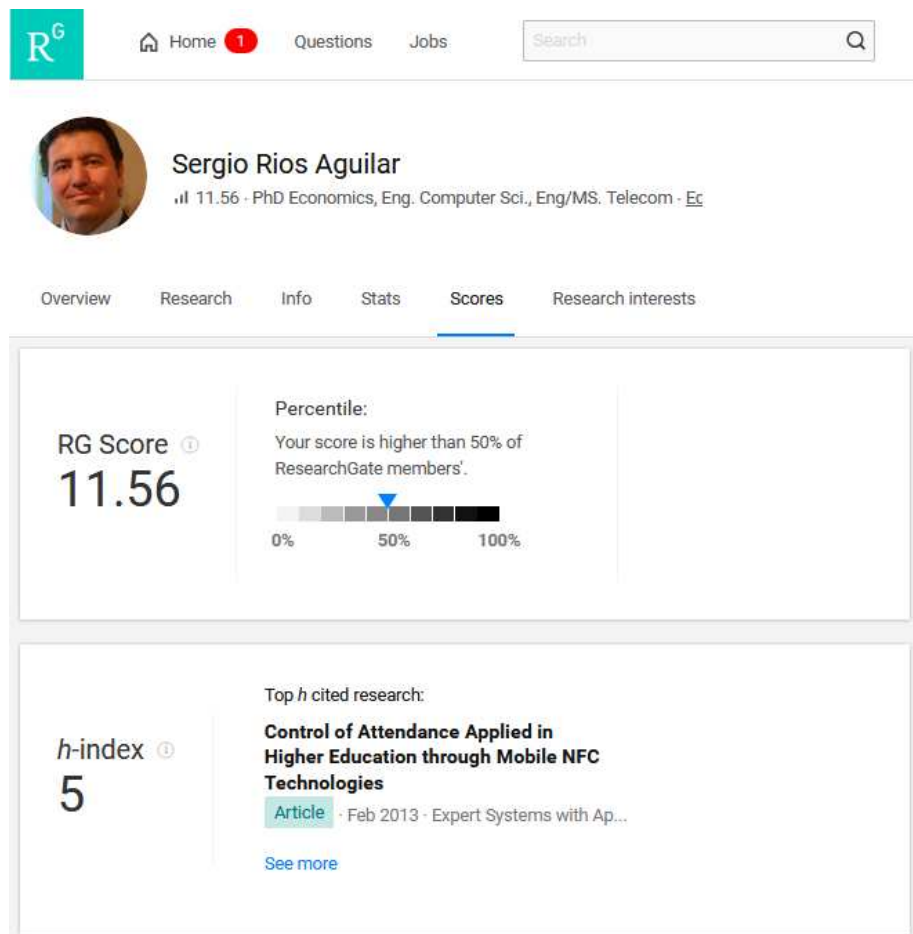


Figura 13. Información en ResearchGate, que permite conocer los artículos más citados, la red de colaboradores en publicaciones e incluso un ranking general. Fuente: ResearchGate

Gestión bibliográfica

Los documentos científicos deben tener un rigor exquisito en las formas al indicar la bibliografía usada, así como en el proceso de referenciación de la misma desde el cuerpo del documento.

Existen distintos estilos a la hora de formatear las referencias bibliográficas. La norma ISO 690:2010 y su equivalente español, la UNE-ISO 690:2013, recogen las directrices para la redacción de referencias bibliográficas.

En el apartado lo A fondo tendrás acceso a la web Bibliografía y citas: UNE-ISO 690:2013 para profundizar en el tema.

Según la norma elegida, el formato para especificar el nombre y apellidos de los autores, el año de publicación, la editorial, el volumen... puede variar significativamente. Por ejemplo, en algunos estilos el año de publicación se indica después de los nombres mientras que en otros se indica al final de la cita.

En el ámbito científico y técnico, estilos muy conocidos son los siguientes:

- ▶ The **Chicago Manual of Style**: elaborado por la Universidad de Chicago en 1903, está especialmente indicado en publicaciones de Historia, Ciencias Sociales y Jurídicas.
- ▶ **Harvard System of Referencing**: se emplea en el ámbito de las Ciencias Naturales y Física.
- ▶ **IEEE Standards Style Manual**: quizá uno de los más extendidos. Desarrollado por el *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE), en el ámbito de Ingeniería, Informática y Tecnología.

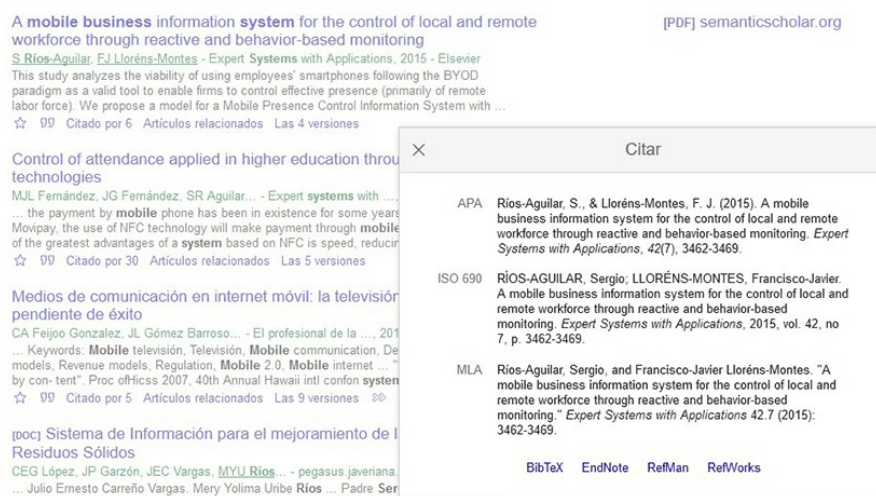


Figura 14. Google Scholar permite citar artículos directamente en varios formatos. Fuente: Google Scholar.

Normalmente, un trabajo serio de investigación suele implicar analizar, almacenar y catalogar una cantidad ingente de referencias bibliográficas. Lidar con esa tarea puede convertirse en algo tedioso si no se dispone de las herramientas asociadas.

Los investigadores emplean **gestores bibliográficos** que les ayudan a catalogar y clasificar de forma eficiente la bibliografía empleada. Dos de los gestores bibliográficos más conocidos son **RefWorks** y **Mendeley**.

En el apartado lo A fondo tendrás acceso a las webs de RefWorks y Mendeley para conocer en profundidad la gestión de referencias.

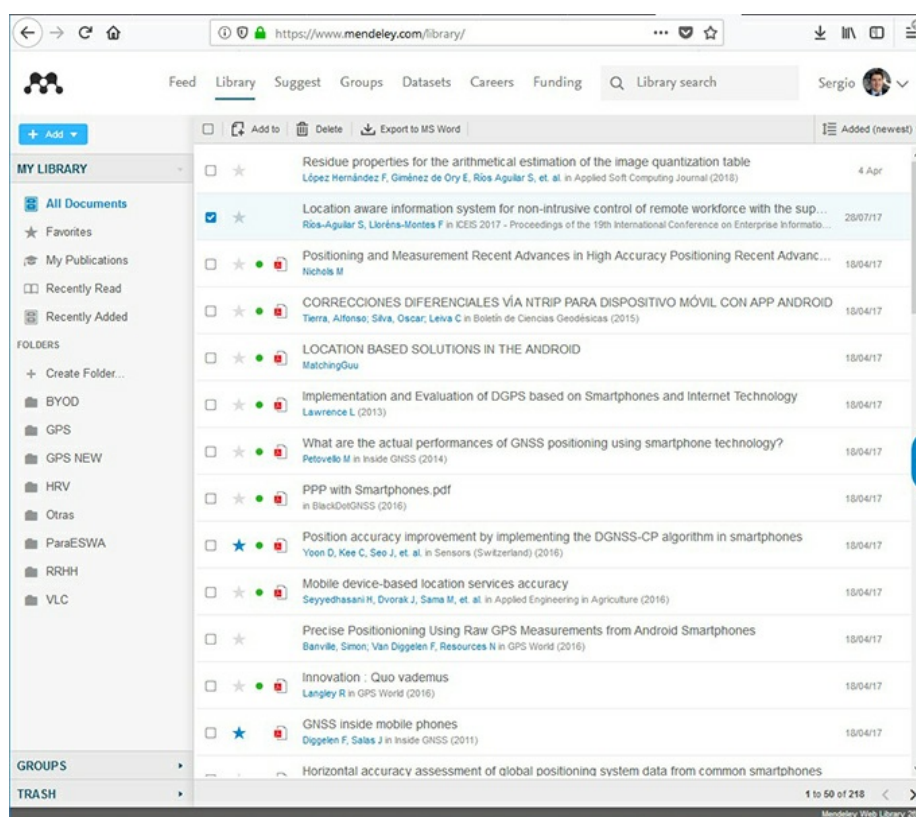


Figura 15. Mendeley es un muy buen gestor bibliográfico, que permite organizar los documentos de trabajo y referenciarlos con el formato deseado directamente en el editor de texto usado para la redacción de un paper científico. Fuente: Mendeley.

Estructura de un artículo científico

Para explicar la estructura habitual de un artículo científico, nos vamos a basar en un ejemplo real. En concreto, analizaremos la estructura del artículo titulado «*Artificial cognition for social human-robot interaction: An implementation*», publicado en la revista *Artificial Intelligence* de la editorial Elsevier.

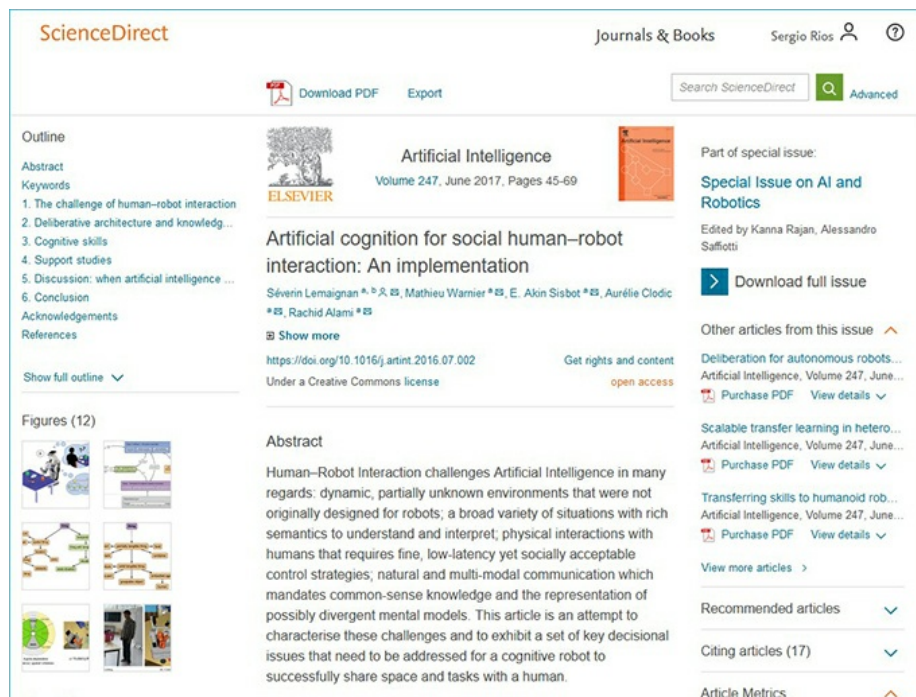


Figura 16. Información sobre el artículo de trabajo para esta sección, en Science Direct.

En el apartado A fondo tendrás acceso al artículo completo «*Artificial cognition for social human-robot interaction: An implementation*»

Hoy por hoy, el inglés es la lengua franca de la comunicación científica, y por ello los artículos científicos se redactan en esta lengua, incluyendo el empleo de tecnicismos y abreviaturas en esta lengua. Es muy importante que, en caso de realizar traducciones, estas sean realizadas por personal nativo o con competencias nativas,

y conocedor de la materia, para evitar rechazos en el proceso de publicación por defectos de forma.

Un artículo científico comienza por el **título**. El título debe ser descriptivo y concreto, por lo que no necesariamente ha de ser corto. A continuación, nos encontramos los **autores** de este junto a sus datos de contacto y afiliación. Los autores pueden venir ordenados según criterios varios, desde el grado de contribución al artículo hasta el orden alfabético pasando por el grado académico o profesional.

Después del título y el detalle de los autores nos encontraremos el **resumen** del artículo. El resumen nos proporciona una idea general del objetivo e intenciones del artículo. Es habitual que las normas de la revista limiten el número máximo de palabras permitidas tanto para el resumen como para el resto del artículo. Después del artículo nos encontramos las **palabras clave**. Las palabras clave son aquellas palabras con contenido semántico que nos describen un tema. Pueden consistir en una palabra o en un grupo de palabras y pueden formar parte del título o no, lo importante es que sirvan para caracterizar el contenido.

El artículo suele empezar con una **introducción** al tema explicando la problemática asociada. Este apartado inicial suele finalizar detallando la **estructura** del artículo. Dependiendo del ámbito de trabajo, el estilo de la revista y de los autores, el estado del arte del campo puede comentarse en un capítulo autónomo o puede ir desglosándose a lo largo de los diferentes apartados. Es absolutamente necesario que los autores enumeren la **aportación de su enfoque** frente a otras alternativas existentes (si las hubiera).

A continuación, los autores suelen centrarse en la **explicación** detallada del problema y **propuesta de solución**. La explicación e **implicaciones de los resultados** obtenidos suele merecer un apartado propio.

En las **conclusiones** y trabajo futuro se resume el problema abarcado y los logros conseguidos. El trabajo realizado suele sugerir posibilidades de mejora o ampliación

(trabajo futuro). Si procede, antes de la **bibliografía** se añaden los **agradecimientos** oportunos. Este espacio se reserva para agradecer el trabajo de revisores, colegas que han contribuido de forma relevante a la publicación o entidades que han financiado parte o la totalidad de los trabajos.

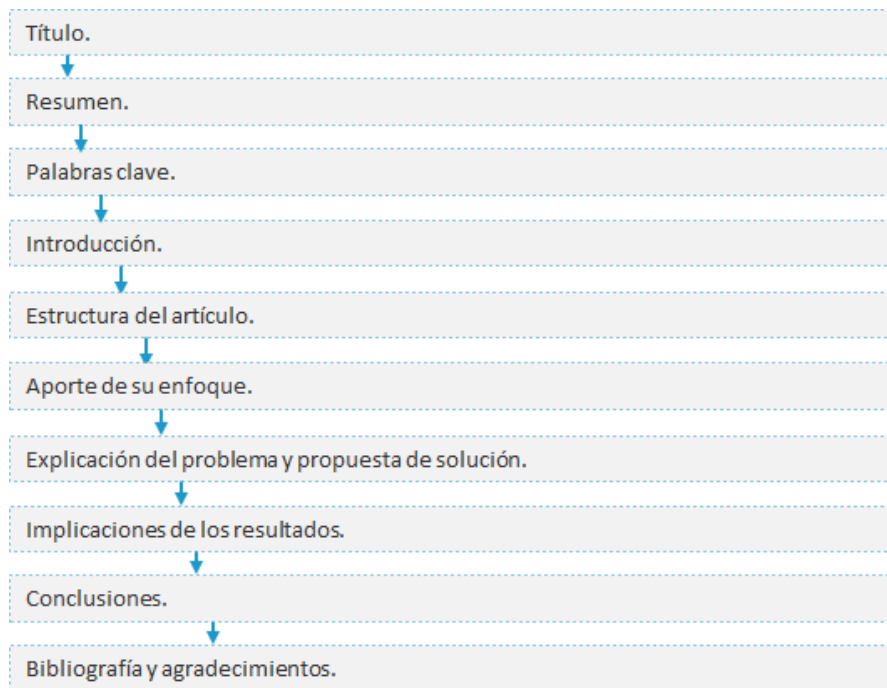


Figura 17. Estructura artículo científico.

El proceso de publicación científica

Supongamos de momento que ya disponemos de un artículo científico completo que queremos compartir con la comunidad científica en particular y con la sociedad en general.

Se debe seleccionar adecuadamente la revista adecuada para nuestra publicación, y esto pocas veces resulta sencillo

El primer parámetro para calcular la relevancia de una revista es su índice de impacto. Cuanto mayor es el impacto de una revista mayor es la dificultad para

publicar en ella y mayor es la calidad y relevancia que se exige a los resultados publicados.

Existen varias formas de calcular el **índice de impacto de una revista**, siendo el más conocido *el Journal Citation Report* o JCR.

El *Journal Citation Reports* (JCR) es una base de datos históricamente gestionada por Thomson Reuters (y que ahora gestiona *Clarivate Analytics*), en la que se detalla el índice de impacto de las revistas más importantes.

Este índice de impacto en JCR es una medida de la frecuencia con la que un «artículo medio» de una revista ha sido citado en un año o período concreto.

Para calcular este índice de impacto se tiene en cuenta el número de citas recibidas de la revista en el año x en función del total de los artículos publicados en los años $(x-1)$ y $(x-2)$, y contextualizado respecto a la posición relativa que ocupa la revista dentro de su campo científico.

La mayoría de las revistas suelen mostrar su factor de impacto en su página web como medio para atraer a los autores más fructíferos del área.

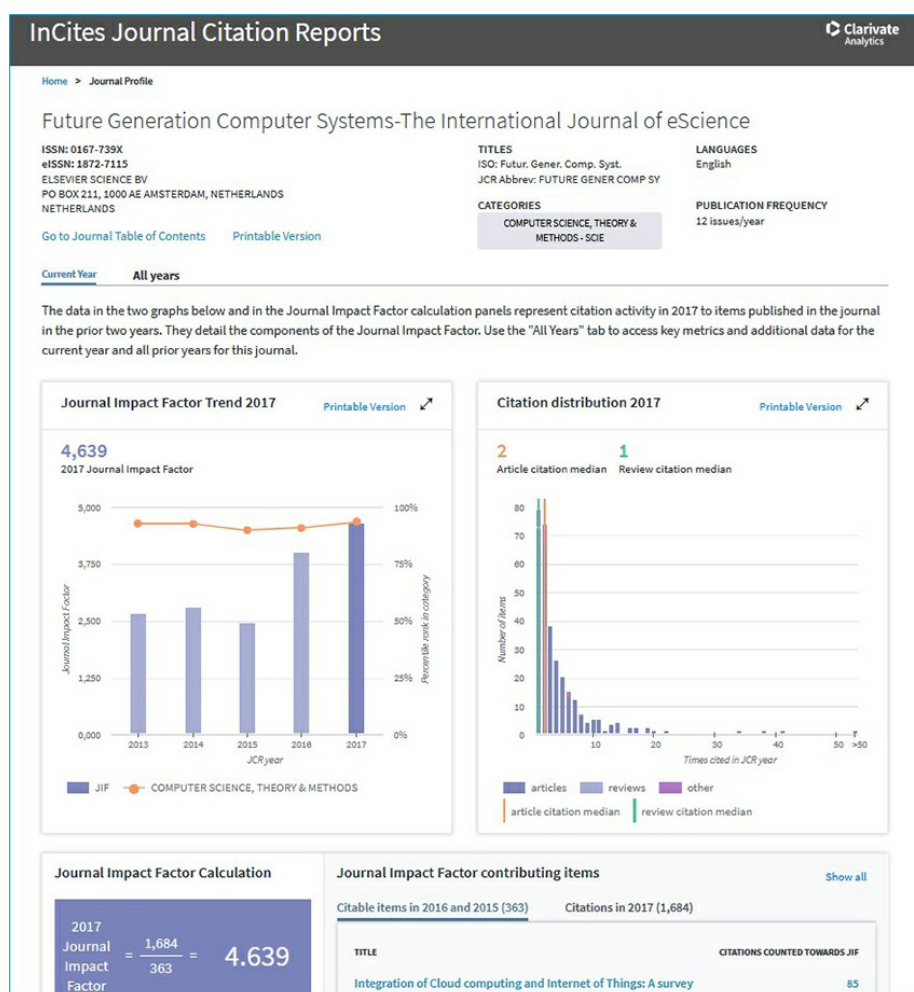


Figura 18. Información completa del índice o factor de impacto JCR de una prestigiosa revista. Fuente: obtenido de la Web de Clarivate Analytics.

Existen dos versiones del índice JCR:

- ▶ *JCR Science Edition*: para publicaciones del ámbito científico y tecnológico.
- ▶ *JCR Social Sciences Edition*: para publicaciones relacionadas con las ciencias sociales.

También existen otros estándares como:

- ▶ *SCImago Journal & Country Rank* (SJR): incluye indicadores científicos de países y datos del factor de impacto de revistas desarrollados por Elsevier.

- ▶ **LATINDEX:** recoge información sobre las revistas editadas en los países de América Latina, el Caribe, España y Portugal.
- ▶ **IN-RECS** (Índice de impacto de las Revistas Españolas de Ciencias Sociales).
- ▶ **IN-RECJ** (Índice de Impacto de las Revistas Españolas de Ciencia Jurídica): desarrollado, junto con IN-RECS, por la Universidad de Granada.

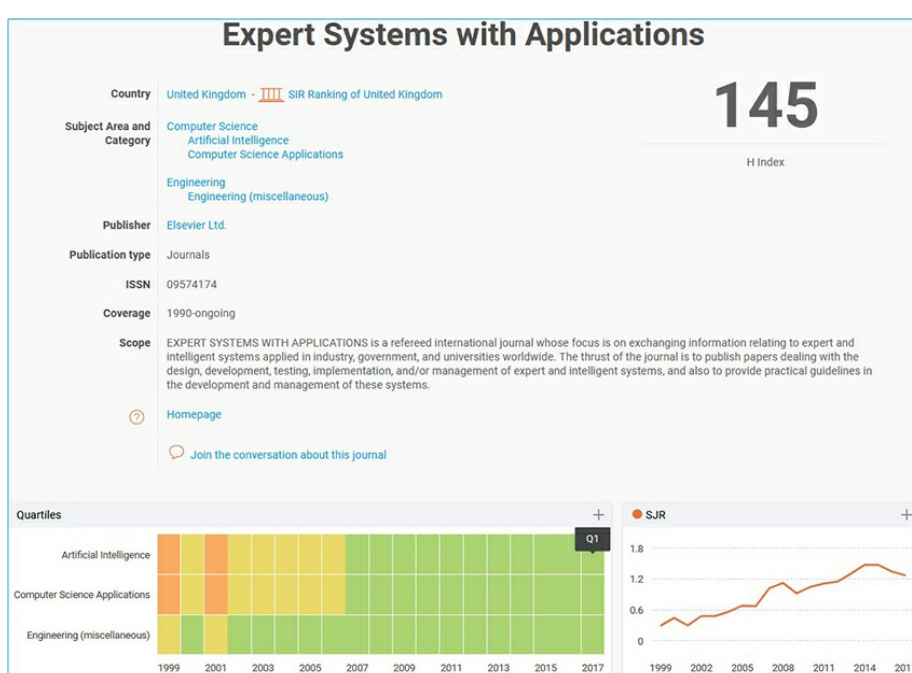


Figura 19. Un aspecto importante de una revista es su posición en el ranking en una materia. Por ejemplo, esta revista (ESWA) se sitúa en el Primer Cuartil de tres materias, como se ve en SCImago.

Otro criterio esencial a la hora de seleccionar una revista es la gratuidad o no del acceso. Son numerosas las revistas que exigen una suscripción para acceder a los contenidos. Algunos investigadores consideran que este hecho limita la compartición de conocimiento con la sociedad y por ello buscan otros mecanismos para difundir sus resultados. Por último, no debemos olvidarnos de consultar el tiempo de revisión de los artículos científicos enviados, ya que este proceso puede alargarse durante varios meses.

En cualquier caso, para publicar en una revista de calidad debe superarse un riguroso proceso de **revisión por pares** con el objetivo de garantizar la calidad del trabajo expuesto.

Este proceso también suele ser habitual en caso de libros editados por editoriales de prestigio. En caso de publicaciones en medios poco prestigiosos, poco conocidos o publicaciones en Internet, pueden existir menos garantías sobre la calidad de la publicación si no están claros los procesos de revisión a los que ha sido sometidos.

En caso de publicaciones que no han seguido un proceso de revisión por pares, es relevante el nombre del autor, ya que solemos confiar en publicaciones firmadas por científicos destacados, premios Nobel o responsables de investigación en empresas como Google, Apple o Microsoft (con los riesgos correspondientes puestos que todos los autores pueden cometer un error).

Publicación de los resultados

Las propias revistas científicas establecen los pasos a seguir a la hora de enviar un trabajo para su publicación. De forma resumida, el proceso de publicación científica puede resumirse en las siguientes etapas:

PASO 1

Comprobar que la revista seleccionada se ajusta a nuestros intereses verificando impacto y ámbito de influencia.

PASO 2

Analizar detenidamente las instrucciones para los autores que suelen estar disponible en la página web y que hacen referencia a las normas de estilo, colores permitidos, formato de imágenes, extensión, etc.

PASO 3

Elegir de forma cuidadosa el título del trabajo científico buscando la máxima claridad e impacto. El resumen y las conclusiones son también parte destacada del trabajo.

PASO 4

Enviar el manuscrito para someterlo a revisión.

PASO 5

El editor selecciona los revisores (habitualmente 3 o más), especialistas en la materia y les hace llegar el documento. Estos revisores son colaboradores de la revista, y normalmente no reciben ninguna retribución por su labor, que puede ser muy minuciosa.

PASO 6

El editor, una vez obtenidos los informes de todos los revisores (pueden pasar varios meses hasta que eso sucede), devuelve el manuscrito informando del rechazo, aceptación o solicitud de revisión de la publicación. Es habitual que, en caso de que la publicación no haya sido rechazada, los revisores soliciten cambios o explicaciones adicionales a los contenidos.

PASO 7

El autor revisa el trabajo tomando como base los comentarios de los revisores, reenviando al editor tanto el manuscrito reelaborado como un documento adicional, con una muy detallada respuesta a los comentarios de los revisores, señalando y justificando todos los cambios realizados.

PASO 8

Tras varias iteraciones sobre los pasos 6 y 7 el autor recibe la aceptación o rechazo definitivo. Este proceso puede alargarse hasta más de un año en ocasiones, en función de la revista.

PASO 9

El editor envía al autor la edición definitiva para su revisión antes de la publicación.

PASO 10

El trabajo es publicado, y ya puede ser leído y referenciado por terceros..

A la hora de firmar un artículo científico es muy importante especificar nuestro nombre de forma correcta y, sobre todo, consistente entre distintas publicaciones.

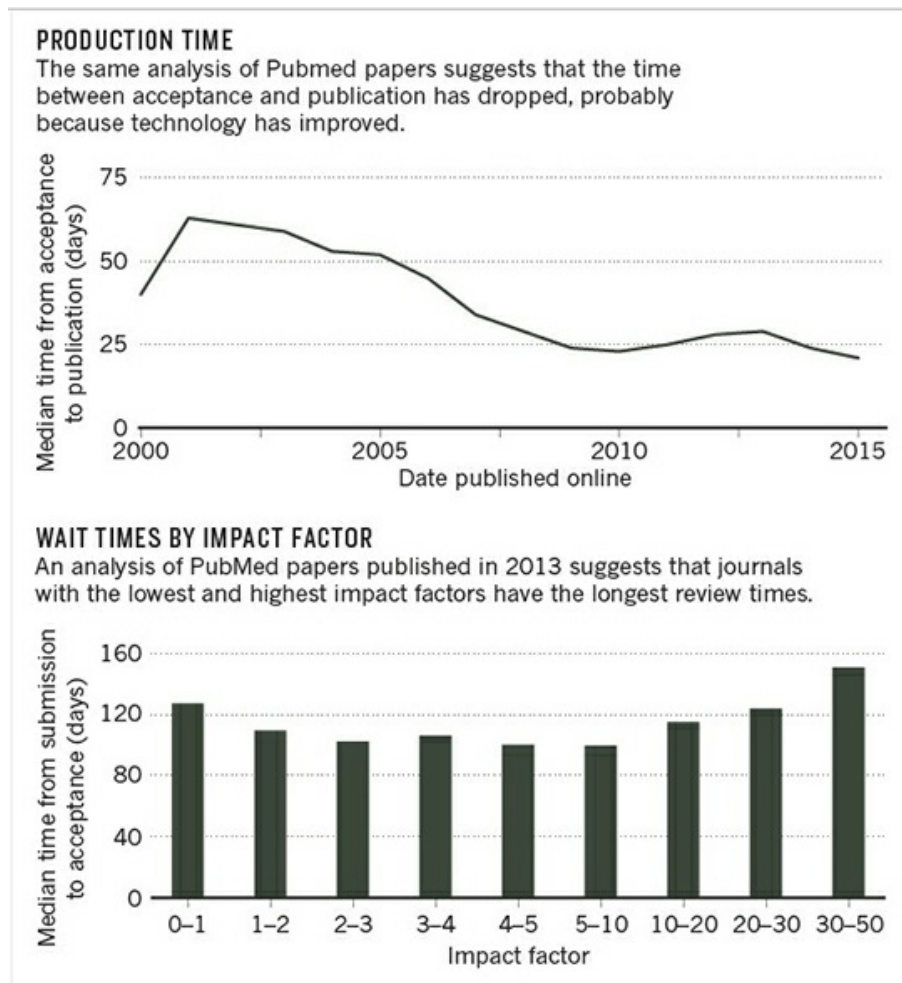


Figura 20. Tiempos medios desde el envío de un manuscrito hasta su aceptación, y desde la aceptación hasta la publicación, en las revistas de la base de datos PubMed. Fuente: Nature.

<https://www.nature.com/news/does-it-take-too-long-to-publish-research-1.19320>

Debemos tener en cuenta que el campo científico está dominado por el estilo anglosajón donde lo común es tener un único apellido. Por esta razón son numerosos los autores que se adaptan a esta circunstancia empleando en la firma solo uno de sus apellidos o concatenando los dos apellidos (por ejemplo, Juan Nadie-Pérez).

Para establecer una **firma personal homogénea** surge el proyecto ORCID (Open Research & Contributor ID). Este proyecto resuelve los problemas asociados a la

identificación, ambigüedad y duplicidad en los nombres de los investigadores mediante la creación de un registro único y definitivo.

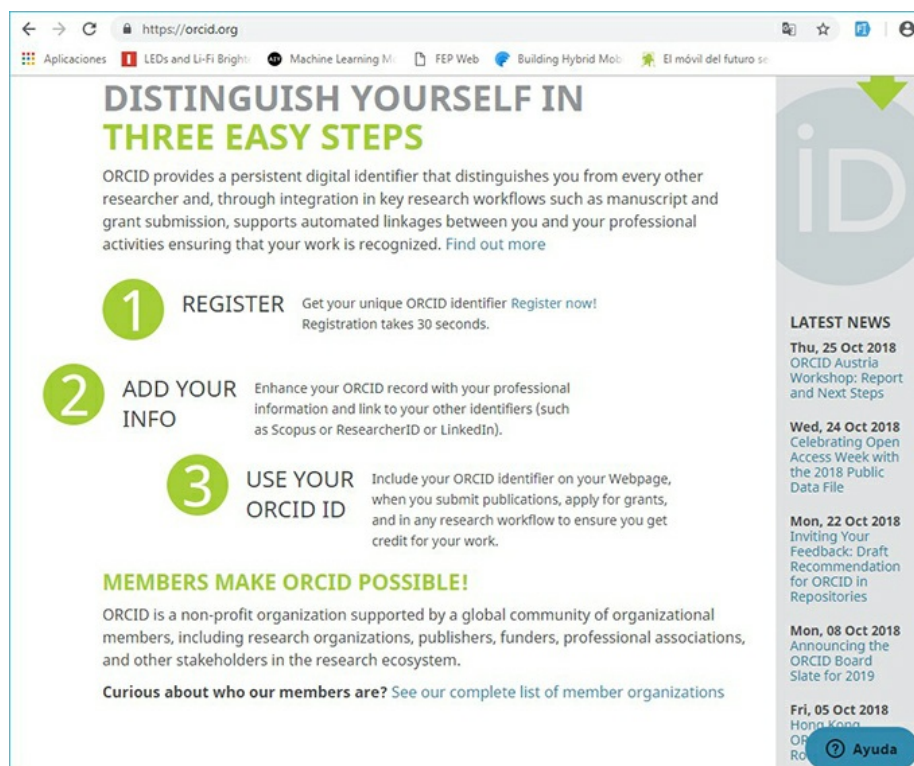


Figura 21. Web del proyecto ORCID, de amplia aceptación para la identificación unívoca de autores de papers científicos. Fuente: www.orcid.org

Ética y legalidad en el ámbito científico

Uno de los fraudes más frecuente en el ámbito científico es el **plagio**. El plagio puede producirse de forma intencionada o no intencionada. La no intencionalidad, relacionada en ocasiones con la inexperiencia del autor, no sirve de justificación al plagio realizado.

Según el Diccionario de la Real Academia **plagiar** es «copiar en lo sustancial obras ajenas, dándolas como propias». Por tanto, plagiar es usar las ideas o palabras ajenas sin un reconocimiento explícito de las fuentes.

Consecuentemente, debemos evitar copiar textos literales en nuestros trabajos (o traducidos) sin citar la fuente de procedencia. Aunque el texto sea reescrito con nuestras propias palabras debemos citar las fuentes de procedencia. Si citamos literalmente, la cita en cuestión debe aparecer entrecomillada y, por supuesto, incluir la correspondiente referencia.

En ocasiones, existe cierta confusión sobre la relación existente en la patente de la innovación conseguida y la publicación científica de los resultados. Es este un campo complejo cuyo ámbito de discusión excede las posibilidades de este tema. Además, existen diferencias muy significativas en las distintas legislaciones (especialmente entre Europa y Estados Unidos). Sin embargo, y de forma general, se podría considerar que la publicación en una revista científica de una innovación técnica limita las posibilidades de patentar los resultados, ya que al publicar estamos difundiendo libremente el resultado conseguido y compartiendo el conocimiento adquirido.

The screenshot shows a web browser interface. The main content area displays a document titled "Tecnologías Móviles-Tendencias". The document text discusses mobile technologies, mentioning NFC (Near Field Communication) and QR codes. A sidebar on the right contains various navigation icons. A "Resumen de coincidencias" (Summary of coincidences) panel is open on the right, showing a 95% match score. The panel lists two items:

Rank	Item	Score
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	94 %
2	www.slideserve.com Fuente de Internet	1 %

Figura 22. Turnitin es un programa antiplagio bastante utilizado en ámbitos académicos. No solo indica el porcentaje de «coincidencias» (en este caso un flagrante 95%) sino que refleja las fuentes de estas.

La manipulación de los resultados científicos consiguiendo engañar a los revisores (apoyándose muchas veces en procesos reproducibles en potencia, pero difícilmente reproducibles en la realidad debido a los costes económicos y los límites técnicos) constituye uno de los vía crucis actuales de la ciencia, siendo posible encontrar diversos ejemplos en los últimos años.

ALEMANIA | Karl-Theodor zu Guttenberg

Dimite el ministro de Defensa alemán tras plagiar su tesis doctoral



El ministro de Defensa alemán, Karl-Theodor zu Guttenberg. | Reuters

Rosalía Sánchez | Berlín

Comentarios 344

Actualizado miércoles 02/03/2011 10:03 horas



El ministro de Defensa alemán, [Karl Theodor zu Guttenberg](#), ha decidido **dimitir de todos sus cargos públicos** a causa de las **[acusaciones de plagio en su tesis doctoral](#)**.

Figura 23. El plagio, sobre todo en tesis doctorales, suele tener graves consecuencias cuando se detecta, sobre todo si afecta a servidores públicos. Fuente: Diario El Mundo

Computación cuántica y seguridad

En esta lección magistral explicaremos el profundo impacto que tendrá la computación cuántica en materia de seguridad de los Sistemas de Información y de las comunicaciones.

Tesis Doctorales: TESEO

Página web de TESEO: <https://www.educacion.gob.es/teseo>

A través de este enlace puedes consultar la Base de datos de Tesis Doctorales (TESEO).

Dialnet

Página web de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/>

Dialnet es un portal de difusión de la producción científica hispana que inició su funcionamiento en el año 2001 especializado en ciencias humanas y sociales.

Tesis doctorales en red

Página web de Tesis en Red: <http://www.tesisenred.net/?locale-attribute=es>

Es un repositorio cooperativo que contiene, en formato digital, tesis doctorales leídas en las universidades de Cataluña y de otras comunidades autónomas. Ofrece a los autores de las tesis una herramienta que incrementa el acceso y la visibilidad de su trabajo.

Tesis en soporte electrónico de universidades extranjeras

Página web de Open Access Theses and Dissertations: <https://oatd.org/>

Es un repositorio cooperativo que contiene, en formato digital, tesis doctorales leídas en las universidades extranjeras.

Google Scholar

Página web de Google Scholar: <https://scholar.google.es/>

Es un buscador de Google enfocado al mundo científico y académico.

Bibliografía y citas: UNE-ISO 690:2013

Bibliografía y citas (S. f.). Guías de la BUS.
<https://guiasbus.us.es/bibliografiaycitas/estilouneiso>

La International Organization for Standardization (ISO) desarrolló la Norma ISO 690:2010 Information and documentation - Guidelines for bibliographic references and citations to information resources siendo traducida al español, UNE-ISO 690 Información y documentación. Directrices para la redacción de referencias bibliográficas y de citas de recursos de información, en mayo de 2013 por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

RefWorks

Página web de RefWorks: <https://www.refworks.com/es>

RefWorks es un paquete de software de gestión de referencia comercial basado en la web. Es producido por RefWorks-COS, una unidad de negocios de ProQuest LLC.

Mendeley

Página web de Mendeley: <https://www.mendeley.com/>

Es una aplicación web y de escritorio, propietaria y gratuita. Permite gestionar y compartir referencias bibliográficas y documentos de investigación, encontrar nuevas referencias y documentos y colaborar en línea.

Artificial cognition for social human—robot interaction: An implementation

Lemaignan, S., Warnier, M., Sisbot, E. A., Clodic, A. y Alami, R. (2017). Artificial cognition for social human—robot interaction: An implementation. *Artificial Intelligence*, 247, 45-69. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2016.07.002>

La interacción entre humanos y robots desafía la inteligencia artificial en muchos aspectos. Accede al documento para profundizar en el tema.

Uso ético de la información y sus citas bibliográficas

Citas bibliográficas (23 de marzo de 2017). UNED.
http://www2.uned.es/biblioteca/tutorial_uso_etico/citas_bibliograficas.htm

En el siguiente enlace a la página de UNED se muestra una introducción al sistema de citas bibliográficas incluyendo ejemplos variados.

Scientific Papers

Doumont, J., (Ed.). (2010). *English Communication for Scientists*. Cambridge: NPG Education. <https://www.nature.com/scitable/topicpage/scientific-papers-13815490>

Este artículo nos explica de forma resumida y concisa el proceso de redacción de una publicación científica.

Escándalos en el ámbito de la ciencia española

Villarreal, A. (18 de septiembre de 2017). El mayor fraude de la ciencia española sigue creciendo: un nuevo estudio a la hoguera. *El confidencial*. https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2017-09-18/mucho-mayor-escandalo-ciencia-espanola_1445736/

En esta noticia tienes una muestra de lo que supone la manipulación de datos en una investigación, y de las consecuencias que tuvo en el caso de la científica española Susana González.

1. La ley de Moore:
 - A. Solo sigue vigente en ordenadores de Apple.
 - B. Hasta 2015 era bastante fiable.
 - C. Nos indica que siempre es preferible esperar como mínimo dos años a comprar un ordenador nuevo.
 - D. Ninguna de las anteriores es cierta.

2. Al reducir el tamaño de los transistores:
 - A. La densidad de transistores en un procesador es más alta.
 - B. Baja el consumo del chip.
 - C. Se pueden incrementar las frecuencias de trabajo.
 - D. Todas las anteriores son ciertas.

3. Un *qubit* es:
 - A. La unidad de información que maneja un ordenador cuántico.
 - B. Un bit cúbico, que permite trabajar con el triple de información que un bit normal.
 - C. Cada uno de los bloques de hielo que se usan para refrigerar un ordenador cuántico.
 - D. Un dispositivo electrónico que puede tener 17 estados y es la base de un ordenador cuántico.

4. Los dos principios más importantes usados en un computador cuántico son:
 - A. Superposición y entrelazamiento.
 - B. Suposición y adivinación.
 - C. Suposición y entrelazamiento.
 - D. Superposición y entretenimiento.

5. Entre las aplicaciones de la computación cuántica se encuentran:
 - A. Enfriamiento global.
 - B. Soporte a loterías, para calcular números no elegidos durante varias semanas y que generen botes sustanciosos.
 - C. Predicciones a medio y largo plazo de la distribución del parlamento en España.
 - D. Generación automatizada de nuevas recetas de cocina y deconstrucciones varias, para restaurantes.

6. A la hora de realizar un trabajo científico, siempre debemos comenzar buscando documentación previa sobre el tema que nos ocupa:
 - A. Falso, porque a veces se tratarán temas absolutamente inéditos.
 - B. Falso, porque la búsqueda de documentación es una opción, no una obligación.
 - C. Cierto, porque a ello obliga las normas de las revistas científicas.
 - D. Cierto, porque por innovador que sea nuestro enfoque siempre hay que tratar proporcionar información sobre los conocimientos aceptados en el área, materias relacionadas y utilizar los trabajos o ideas previas para aportar conocimiento adicional.

7. Solemos emplear gestores bibliográficos para:
 - A. Organizar correctamente nuestras referencias bibliográficas.
 - B. Buscar publicaciones científicas.
 - C. Obtener el formato adecuado de citas bibliográficas.
 - D. Todas las anteriores.

8. El capítulo inicial de un artículo científico:
- A. Suele incluir una introducción al tema que estamos tratando.
 - B. Suele explicar el enfoque que se pretende seguir en el trabajo.
 - C. Suele explicar al final del apartado la estructura que se seguirá en el artículo.
 - D. Todas las anteriores.
9. Para un científico, publicar es:
- A. Algo absolutamente opcional que se suele hacer por ego y visibilidad profesional.
 - B. Una forma de compartir el conocimiento con la comunidad científica en particular y con la sociedad en general.
 - C. Un paso previo antes de conseguir patentar los resultados y explotarlos comercialmente.
 - D. Algo simple y trivial que, dado que no lleva tiempo, se hace por costumbre.
10. Los índices de impacto de una revista:
- A. Son un elemento informativo sin ningún tipo de control y estandarización desarrollado por la comunidad científica para dar visión a su trabajo.
 - B. Se emplean para indicar la popularidad de un científico.
 - C. Son creados y utilizados por las universidades para promocionar a sus científicos.
 - D. Ninguna de las anteriores.