The background of the cover is a painting of a harbor scene. In the foreground, a steamship with a dark hull and a tall, dark smokestack is moving towards the right, emitting a plume of white smoke. To its left, a large, multi-masted sailing ship is visible, its sails partially furled. In the background, another sailing ship is visible on the right side. The water is dark and reflects the ships. The sky is a mix of blue and brown tones, suggesting a hazy or overcast day. The overall style is that of a classical or impressionistic painting.

# EJE CRONOLÓGICO DE LA EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

(UNA CÁPSULA DEL TIEMPO)

**FRANCISCO JOSÉ SERÓN ARBELOA**

PRENSAS DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

**EJE  
CRONOLÓGICO  
DE LA EVOLUCIÓN  
DEL PROCESAMIENTO  
DE LA INFORMACIÓN**

**(UNA CÁPSULA DEL TIEMPO)**

**EJE  
CRONOLÓGICO  
DE LA EVOLUCIÓN  
DEL PROCESAMIENTO  
DE LA INFORMACIÓN**

**(UNA CÁPSULA DEL TIEMPO)**

**FRANCISCO JOSÉ SERÓN ARBELOA**


**PRENSAS DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

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](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

- © Francisco José Serón Arbeloa
- © De la presente edición, Prensas de la Universidad de Zaragoza (Vicerrectorado de Cultura y Proyección Social)  
1.ª edición, 2023

Ilustración de cubierta: *The Fighting Temeraire, tugged to her last berth to be broken up*, Joseph Mallord William Turner

Prensas de la Universidad de Zaragoza. Edificio de Ciencias Geológicas, c/ Pedro Cerbuna, 12  
50009 Zaragoza, España. Tel.: 976 761 330  
[puz@unizar.es](mailto:puz@unizar.es) <http://puz.unizar.es>

 Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional.

ISBN: 978-84-1340-697-8  
Impreso en España  
Imprime: Tipolínea  
D.L.: Z 1308-2023

# ¿POR QUÉ?

Dicen que en la actualidad vivimos en un mundo plagado de información de todos los tipos pensables e incluso imaginables. De hecho, nos quieren convencer de que ya estamos viviendo la transformación digital de nuestra sociedad a todos los niveles tanto humanos como institucionales y que esa oportunidad no podemos dejarla escapar si se quiere contar con un futuro razonablemente halagüeño. Sin querer entrar en lo acertado o marquetiniano marmágnum tecnológico que al parecer nos arrastra o nos va a arrastrar, lo que sí es sorprendente es que si uno preguntara qué saben la mayoría de las personas sobre la evolución que la humanidad ha seguido en relación con el procesamiento de la información aquí en la Tierra, desde que el ser humano aprendió a hablar, nos quedaríamos con la boca abierta del gran nivel de desconocimiento existente, en todos los ámbitos de la sociedad actual.

No se trata de buscar culpables, ni responsables causantes de esa falta de conocimiento, el hecho puesto de manifiesto es tan solo el resultado de nuestra forma personal de vivir la historia, que evidentemente es única para cada persona, en función de su formación, educación, curiosidad e intereses personales.

A todo ello hay que añadir la natural ausencia física de personajes vivos que han intervenido y la han ido desarrollando a lo largo de los siglos, así como la desaparición de nuestra vista, por obsolescencia, de la mayoría de los dispositivos que se construyeron durante la evolución del proceso informacional al que me refiero. Ambos aspectos intervienen de una manera definitiva en la disolución memorística de lo que ha ido siendo la realidad pasada. Por ejemplo, haciendo referencia a los últimos años transcurridos, piensen que más del 40 % de la población mundial que es menor de 25 años carece de referencias firmes, y que para casi el otro 40 % que se encuentra entre los 25 y los 50 años las referencias ya están muy diluidas. Puede afirmarse que, salvo

en contadas experiencias formativas personales, casi con toda seguridad solo hemos recibido del pasado siglo una confusa maraña de información parcial y, por lo tanto, sesgada de lo que ocurrió. Por lo que el 80 % de la población de la Tierra carece de memoria personal acerca de qué sucedió hace menos de cien años, acontecimientos que en la actualidad están resultando fundamentales para entender y abordar con conocimiento de causa algunas de las cuestiones que en la actualidad nos afectan.

Por otro lado, el concepto de *memoria* referido a la reconstrucción del pasado nace a comienzos del siglo **xx**, en el contexto de la **Primera Guerra Mundial** y desde entonces hemos venido plagando nuestras fechas de continuas alusiones a aniversarios, conmemoraciones, días dedicados a diversas causas, etc., intentando recordar mucho. Pero el problema es hacerlo sin orden, sin relato y sin elaboración. Porque sin todo ello los datos se transforman en ruido.

Este trabajo, que no es más que la recopilación de un conjunto de apuntes que he ido realizando a lo largo de mi vida docente, tan solo intenta combatir la paradoja amnesia provocada por nuestra forma de vivir y de recordar, en unos campos muy concretos del conocimiento humano relacionados con la información. Que por supuesto, no los considero ni más ni menos importantes que otros muchos de los acontecimientos que han hecho del *homo sapiens* lo que hoy es.

# DEDICATORIA

Para todas aquellas personas que sientan curiosidad y quieran recorrer a través de estas páginas el posible camino que ha seguido el ser humano en su relación con la información y su procesamiento.





# QUÉ ES ESTO

Este eje cronológico o línea del tiempo es un documento textual que recoge un conjunto de etapas, hitos y acontecimientos, enmarcados mediante la variable tiempo, presentando, por lo tanto, un proceso temporal que es fácil de escribir, de seguir y de leer, pero que encierra una posible interpretación errónea.

Cognitivamente, las líneas del tiempo inducen a pensar que se van produciendo cambios graduales (lo que puede ser verdad en algunos casos), pero sobre todo linealidad deducida de la manifestación secuencial de la información. Pero la realidad nos demuestra una y otra vez que la única imagen que deberíamos tener en la cabeza es un diagrama de árbol, cuya ramificación es una metáfora de la forma en que se originan los avances a lo largo del tiempo. Por lo tanto, la ausencia de una escala de tiempo absoluta en esa imagen mental es un reconocimiento de que el cambio gradual ocurre en escalas de tiempo que varían de un hito a otro en función de los acontecimientos que lo rodean y lo condicionan, produciéndose una y otra vez transiciones, diversificación, divergencias, nuevas creaciones y a su vez desapariciones, que van siendo más abundantes con el paso del tiempo debido al crecimiento continuo del conocimiento humano en todas sus ramas.

En este momento, es lícito preguntarse, ¿qué tiene de bueno una línea temporal? La respuesta es doble: en primer lugar, facilita la comprensión de la aparición de los diferentes acontecimientos en el tiempo de una manera sencilla lo que permite sintetizar y estructurar el conocimiento pasado, proporcionando una visión, tipo «a vista de pájaro», que favorece comprender lo que ha acontecido con el decurso del tiempo. En segundo lugar, favorece ver qué acontecimientos coincidieron en el tiempo, sin que ello obligatoriamente deba interpretarse como que uno es la causa del siguiente. De hecho, puede ser que sí o sencillamente que fue una coincidencia.

Para elaborarlo, inicialmente se han agrupado los temas por etapas temáticas que recogen eventos similares. Posteriormente, se han identificado los eventos y las fechas en los que se enmarcará el proceso del que se habla, y, finalmente, se han ido ubicando los eventos en orden cronológico.

El tema principal es el de mostrar la evolución ramificada e histórica que ha seguido el ser humano en relación con el procesamiento de la información. Y siempre que se ha podido se ha intentado contextualizar esa información de una manera muy simple en el entorno político de la época.

El objetivo fundamental que se pretende conseguir es ofrecer información que permita cubrir un vergonzante déficit en la formación de la mayor parte de las personas que viven para y del procesamiento de la información. La realidad, contrastada muchísimas veces durante mi amplia relación tanto con estudiantes como con profesionales, es que no conocen prácticamente nada de cómo ha llegado a ser el mundo que tienen entre sus manos. Para muchos de ellos, ese mundo es así y punto. Por ello, se intenta despertar el interés por la dimensión histórica del procesamiento de la información, recordando un principio general que afirma que el presente no puede entenderse sin una perspectiva histórica que ha seguido un proceso temporal.

De lo dicho previamente, el conjunto de personas hacia quienes van dirigidas estas líneas son todas aquellas relacionadas directa o indirectamente con el mundo de las tecnologías de la información, y también con la misma intensidad van dirigidas hacia cualquier estudiante o profesor, de cualquier macro área de conocimiento, así como a cualquier persona con el interés suficiente para buscar respuestas, de manera que a todos les permita entender algunos de los aspectos razonablemente importantes de por qué es así el siglo **XXI**.

Como no podía ser de otra manera, los acontecimientos seleccionados no implican que sean los más importantes, sino más bien ejemplos de los que he tenido referencia y que yo he decidido por mi formación y evolución profesional que los he considerado interesantes, nada más. Además, toda disciplina tiene sus responsables, aquí se mencionan a algunos de ellos que pueblan el imaginario de los que se dedican a estos menesteres. Es evidente que no están todos los que son, pero son todos los que están. Ellos vivieron e impulsaron, o viven e impulsan, esta aventura de la humanidad. Sus visiones, sus ideas, sus logros han hecho y hacen posible, en parte, que el mundo sea hoy como es. Sirvan estas líneas como un recordatorio a modo de reconocimiento y agradecimiento a todos ellos.

Este conjunto de hitos secuenciados está hecho de momentos, seleccionados a veces por un simple hecho, que en algún momento de mi historia personal impactaron en mi subconsciente singular o en el colectivo, para pasar a convertirse en una parte de mi experiencia y relación particular con la cada vez más hipertrofiada industria de la información.

La lista ha sido elaborada durante mucho tiempo a partir de una gran variedad de fuentes que se indican en el texto y en la bibliografía. Por razones de espacio, esta lista se limita a contribuciones intelectuales, científicas, políticas y económicas seleccionadas por el autor.



# QUÉ NO ES ESTO

Este documento no se debe considerar una historia tal y como la haría un especialista en la materia cuyo difícil trabajo es justificar que lo analizado acaba con un «muy verosímelmente fue por eso y así es como sucedió»; la metodología que he seguido es sencillamente colocar en el tiempo los hitos de los que tengo referencia y que he considerado interesantes. Siempre que se ha podido de manera comentada, pero sin entrar en la maraña de relaciones y acontecimientos que caracterizan a cualquier hecho histórico de la vida real. Para eso hay muy buenos libros.

Además, la historia de la humanidad en cualquier ámbito es muy amplia y compleja, y como no podía ser de otra manera, el tiempo del lector, el mío y mis conocimientos están acotados en el tiempo y en la paciencia.

A pesar de ello, la contextualización obtenida mediante el simple paso del tiempo y realizando comentarios en los que se pueden establecer relaciones más o menos intensas entre hitos, ha resultado ser, al menos para mí, una búsqueda apasionante, he aprendido mucho, y deseo que una lectura razonablemente reposada la convierta en algo interesante para usted.

En esta obra, el lector tiene la posibilidad de explorar, durante el proceso evolutivo causado por el paso del tiempo, algunos de los hitos más importantes que permiten encajar las piezas del relato de la hazaña del ser humano en su relación con la información, que es el hilo fundamental de todo el texto, así como las diferentes formas de procesado que el ser humano ha sido capaz de realizar con ella.

Lo que surge es como un mapa discreto del espacio y del tiempo. Es evidente que conforme se avanza en ellos, el número de hitos que deberían mostrarse va creciendo como las ramas de un árbol que con el paso del tiempo crece y ocupa un mayor espacio. Pero como ya se ha dicho, el tiempo y el espacio

son finitos. Por otra parte, todo lo que se cuenta está elegido por elementos que se han relacionado en algún momento con mi experiencia personal, aunque lógicamente enmarcado de manera adecuada para ofrecer una especie de imagen global.

Además, hay que tener en cuenta que cualquier proceso evolutivo se caracteriza por ser un proceso:

- Ciego. El azar interviene con frecuencia. De hecho, es el elemento creativo por excelencia, y el generador de orden en la complejidad. Requiere períodos largos de actuación y contar con un número muy elevado de pruebas.
- Que actúa de forma no teleológica, es decir, no pretende nada, pero lentamente ha sido capaz de dar origen a todo lo que nos rodea y que al mirar el proceso seguido de manera retrospectiva nos permite ser conscientes de alguna manera aproximada de lo que ha pasado.
- Y es contingente. Lo que ha ocurrido, podría haber ocurrido de otra manera y haber llegado a resultados diferentes.

Sin perder de vista que cualquier proceso evolutivo genera complejidad a partir de la simplicidad de un conjunto pequeño de acciones y de unos cuantos ingredientes más: el azar, la incertidumbre, la redundancia, la complejidad, la emergencia, la contingencia, las perturbaciones, etc., lo que se refleja en el contexto histórico y económico en el que se desenvuelven las acciones que queremos resaltar. Como dicho contexto es fundamental, aunque cada hito tiene su propia historia, he decidido indicar aquellos que, aunque no parezcan estar directamente relacionados, conviven en el mismo período temporal. Otro aspecto que destacar es que ningún proceso evolutivo sigue un camino trazado y rectilíneo, las perturbaciones son continuas y están motivadas por diferentes causas.

Por todo lo dicho, no vea este texto como «aquello que ha hecho el hombre de manera consciente e inexorable que le ha llevado a descubrir la información, la informática y el procesado de la información». La interpretación es un poco más sutil, debería intentar entenderlo como el «hombre manejando la información, al principio de manera inconsciente y posteriormente de manera más consciente, ha ido descubriendo la información, la informática y el procesado de la información». Sin olvidar que lo que tenemos no puede interpretarse como la solución única.

# DISCULPA

Utilizo las palabras leídas al escritor Arturo Pérez Reverte que expresa con su particular estilo lo que a mí me gustaría expresar en estos momentos:

*Si ustedes escriben, les habrá pasado alguna vez. A mí me pasa. Trabajas un montón un texto, lo corriges, lo maquetas, y cuando te lo echas a la cara, en la primera página que abres salta el gazapo, es decir, una metida de gamba: planchazos que a veces te hacen decir, tierra trágame. Además, siempre hay lectores que saben más, y nunca falta el espabilado que te dice: en esta lo he pillado amigo. Y tú te lo zampas estoico, das las gracias y lo corriges en la siguiente edición. En lo que a mí respecta, será bienvenida cualquier corrección, sugerencia o mejora.*

A todo ello, yo le añado el comentario siguiente: Todas las fechas son aproximaciones inevitables, y diferentes fuentes pueden proporcionar cronologías diferentes. Existen discrepancias en todos los ámbitos, ya que las fechas pueden referirse a la idea original, a la patente, a la primera aplicación práctica o a la comercialización con éxito. La datación de los inventos siempre ha ido acompañada de una nebulosa temporal.

Con respecto a las referencias, he intentado citar todas aquellas que han ido sobreviviendo a lo largo de los años y no he perdido. Si alguien echa en falta alguna, por favor que me la envíe.





# ¿CÓMO HE LLEGADO HASTA AQUÍ?

Mi historia personal está mezclada con la expansión de los sistemas de procesado de la información que surgieron en el mundo después de la posguerra. Yo nací diez años después de la Segunda Guerra Mundial en 1955, pertenezco a la generación de «los *baby boomers*» que es la cohorte demográfica que sigue a la generación silenciosa y precede a la generación X. La generación se define generalmente como las personas nacidas entre **1946** y **1964** que son hijos del *boom* económico que siguió a esa guerra. La primera vez que se utilizó el término *baby boomer* fue en un artículo del *Daily Press* de enero de **1963** en el que se describía el repunte masivo de matriculaciones universitarias por parte de «los *boomers*» que se acercaban a la mayoría de edad, ya que en Europa y América del Norte, muchos *boomers* llegamos a la mayoría de edad en una época de creciente prosperidad y de subsidios gubernamentales generalizados en la vivienda y la educación de la posguerra, y crecimos realmente esperando que el mundo mejorara con el tiempo.

Fuimos la primera generación que creció con la televisión, los transistores, fuimos estudiados, analizados y abordados por los modernos comerciantes, quienes reforzaron el sentido de distinción generacional. Los acontecimientos memorables de los nacidos de 1946 a 1955 (ambos inclusive) fueron la Guerra Fría (y el temor rojo asociado), la crisis de los misiles en Cuba, los asesinatos de John Fitzgerald Kennedy, Robert Kennedy y Martin Luther King, Jr., los disturbios políticos, el Programa Apolo, los ensayos sociales, la libertad sexual, la experimentación con drogas, el movimiento por los derechos civiles, el movimiento ecologista, el movimiento de mujeres, las protestas y los disturbios, etc.

Yo estudié en la Universidad la carrera en el período 1972-1977, época en la que tuve la suerte de descubrir un IBM 1620 y un UNIVAC 1101 a los que tenía acceso gracias a la Universidad de Zaragoza. En el año 1980 entré como

profesor ayudante y la nueva década abarcó los años dorados de la Universidad; un hecho que yo era demasiado joven para apreciar como profesor y que ignoraba como estudiante. Pero lo hizo. Mi única suerte fue tener la edad suficiente para conocer el sistema tal como existía cuando era estudiante y experimentar su evolución mientras era profesor.

Dada mi evolución en la I+D+i y en la docencia que he seguido, fui siendo consciente de que casi he podido conocer y tocar a los tatarabuelos de los sistemas tecnológicos informáticos que tenemos hoy en día, los cuales he tenido que asimilar uno detrás de otro, como si fuera un junco mecido por el viento de los grandes cambios que se han ido produciendo en el mundo de la informática.

La otra aclaración que pretendo realizar es cómo he llegado yo a realizar este documento. La respuesta rápida es que según los registros de mi currículum vitae, los hitos temporales que han impulsado este trabajo a lo largo del tiempo y en el orden en los que yo los he leído han sido los siguientes documentos:

- *Revista Novatica de la Asociación de Técnicos de Informática (ATI)*, número 34, correspondiente a los meses de julio/agosto de 1980. Allí me encontré los siguientes dos artículos, escritos por el profesor **Ton Sales** de la Universidad Politécnica de Cataluña.
  - «La prehistoria de la informática: antecedentes históricos del ENIAC (1946)».
  - «La primera generación en USA: del ENIAC al transistor (1946-1958)».

Esos artículos, al parecer, eran el resultado de un par de charlas que dio el autor en la escuela de verano de ATI de 1979. Por lo que decía y cómo lo decía, sus contenidos me llamaron poderosamente la atención. No he tenido la ocasión de conocerlo personalmente, pero le estoy muy agradecido por su trabajo.

El siguiente hito se debió al autor estadounidense de cómic, **Larry Gonick** (1946-...), que estudió Matemáticas en la Universidad de Harvard, y entre otras muchas cosas escribió el libro: *The Cartoon Guide to Computer Science* (1983, Barnes & Noble; 1991 reprinted as *The Cartoon Guide to the Computer*, Collins, ISBN 0-06-273097-5).

Yo tuve acceso a la primera edición en inglés del año 1983, y posteriormente a la versión en castellano titulada *Aprenda divirtiéndose computación: guía humorística de la ciencia del procesamiento electrónico de información*, por Larry Gonick, México, D. F., Harla, 1985.

Sirva como anécdota que me ofrecí a la editorial para traducir al castellano el libro en inglés, pero me contestaron amablemente que ya estaban en ello.

Brevemente en el libro se describe el desarrollo y la evolución de los computadores a la vez que introduce los conceptos por los cuales el *software* y el *hardware* de un computador funcionan. Me sorprendió lo que contaba y cómo lo contaba, pero esta vez a través de dibujos de cómic. Una verdadera delicia.

Un libro que puede que menos famoso, pero que recoge una gran cantidad de datos, algunos de los cuales habían pasado completamente desapercibidos por mis lecturas previas, se titula *Historia de los computadores* de **Pablo Taniguchi Dietrich**, catedrático de Instituto de Bachillerato, de la editorial EUNIBAR (Editorial Universitaria de Barcelona) del año 1985.

Otro hito importante es el «Timeline of Computing History» visual publicado por la asociación IEEE en la revista *Computer*, 29 (1996), pp. TL1-TL34 <DOI Bookmark: 10.1109/MC.1996.10107>

realizado «To commemorate the 50<sup>th</sup> year of modern computing and the Computer Society», publicado en la IEEE Computer Society. Los autores fueron:

- Del proceso de investigación: **Bob Carlson, Angela Burgess y Christine Miller**.
- Del diseño y de la producción: **Larry Bauer**.
- Con posterioridad fue aumentando su intervalo temporal por el Comité de Historia de la Sociedad, a cargo de **Janice Hall**.

Otra experiencia importante fue la lectura del libro de **George Dyson** titulado *La catedral de Turing* publicado por la Editorial Debate. Por pura curiosidad, navegando por la red me enteré de su existencia al principio del año 2022 y lo terminé de leer hacia finales de marzo. Les diré que lo tuve que leer dos veces, ya que empecé su lectura pensando que estaba dedicado a toda la historia del computador, y en realidad está dedicado fundamentalmente a un período muy concreto que va de 1945 a 1958 y a todas las personas que estuvieron alrededor de **John von Neuman** y sus relaciones con los computadores. El libro detalla de manera pormenorizada sus vidas, sus logros y sus problemas, así como lo que los científicos piensan y trabajan. Son dieciocho capítulos que merecen la pena leerlos con tranquilidad. Como dice en la contraportada con la firma de *The Globe and Mail*, «No es solo un libro extraordinario sobre ciencia. Es un libro extraordinario, punto».

Otro libro docente interesante es el de **Miquel Barceló**, titulado *Una historia de la informática*, él es profesor de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Cataluña. Una vez leído, me gustó su planteamiento y puedo decir que consigue introducir con maestría un montón de detalles en muy poco espacio. Aconsejo su lectura, ya que proporciona una rápida introducción a la historia de una tecnología, que está al alcance de todo el mundo, ya que está escrito con voluntad de divulgación.

Un artículo esclarecedor es el titulado «Los orígenes de la informática personal» de **M. Mitchel Waldrop** publicado en la revista *Investigación y Ciencia*, marzo, 2002, pp. 62-69.

**M. Mitchel Waldrop** es autor del libro sobre historia de la informática titulado *The Dream Machine*, texto que le ha servido como base para el artículo citado. El libro fue publicado en agosto de 2002 por Penguin Books.

Uno de los mejores libros históricos que últimamente he tenido el placer de leer, y que contextualiza perfectamente los antecedentes del trabajo de **Babbage** y su posterior desarrollo es *La quimera del autómatas matemático* de **Víctor Guijarro Mora y Leonor González de la Lastra**, de la Editorial Cátedra. Si están interesados en esa parte de la historia, no lo duden, cómprenlo y léanlo. Ese libro es un pozo de conocimiento y erudición.

Mis primeros escauceos de transmisión de lo que iba aprendiendo fueron un pequeño texto divulgativo en 1982, una conferencia en 1999, y en el intervalo que va entre los cursos 2008-2009 y 2013-2014, la impartición de cursos anuales divulgativos de 16 horas de duración en la Universidad de Zaragoza. Cuando consideré que la información que manejaba ya estaba madura para ofrecer lo que podría ser una asignatura optativa de 3 créditos de formación, la propuse a mi Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza, y cuál no sería mi sorpresa, que fue rechazada, con la justificación de que había cosas más importantes que contar. ¡Sin palabras!

Eso no me desanimó y seguí con mi afición a recoger hitos: del conjunto de libros que iba leyendo y que aparecen en la bibliografía referenciada, del acceso habitual a Internet y a la Wikipedia. Todo ello es lo que me ha servido para con mayor o menor acierto plasmarlos en este texto.

Además, a lo largo de mi ya dilatada vida universitaria relacionada con las actividades de I+D+i, más la docente, más la de gestión, me he visto involucrado con el **Cálculo Numérico**, la **Simulación de procesos naturales**, la **Informática Gráfica** y la **Inteligencia Artificial**. Todo ello unido con la actividad docente que se me ha ido encargando y que ha tenido que ver a grandes rasgos con **Cálculo Numérico; Programación, lenguajes, paradigmas; Modelado geométrico, modelado visual, animación, realidad virtual y aumentada; programación paralela...** Puedo afirmar que, por mi talante polifacético, ya que hoy no se puede llegar a ser polímata, siempre he intentado conocer y, cuando he podido, comentar aspectos históricos para contextualizar las ideas que intentaba transmitir. También debo manifestar que ese tipo de información, cuando ha ido dirigida a estudiantes, esta a veces ha sido recibida por su parte de manera receptiva y otras veces con un cierto rechazo por la idea cada vez más preconcebida de la utilidad subjetiva que un estudiante asocia a lo que el profesor le está contando.

A grandes rasgos mi vida profesional ha sido la siguiente: grado, máster y doctorado en Ciencias Físicas. He sido profesor titular de Universidad del Área de Matemática Aplicada, y posteriormente profesor titular y luego catedrático del Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Mis trabajos de simulación, realizados a lo largo de las distintas épocas de mi vida, han requerido técnicas matemáticas que han estado fundamentalmente relacionadas con la *Transformada rápida de Fourier*, con el *Método de los elementos finitos* y con las técnicas de *Montecarlo*. Los temas de estudio han sido la propagación de las ondas de sonido o de las ondas luminosas cuando se aplican a distintos problemas reales científico-técnicos. Todo ello ha ido acompañado de la necesidad inexcusable de usar computadores, agradecerles su existencia, programarlos y sufrirlos. Y en mi tormentosa relación con ellos, siempre, siempre, siempre, buscando el empleo de la menor cantidad de memoria y de tiempo de ejecución, por lo que he tenido que usar, en función de la accesibilidad en cada momento, multitud de diferentes computadores (super, *mainframes*, estaciones de trabajo, microcomputadores, GPU..., dotados en cada caso con uni- o multiprocesadores).

Por todo ello ustedes encontrarán en estas notas un cierto tipo de información y echarán en falta otro tipo. Pero cuando me he acercado a las 700 páginas, mi sentido común me ha impedido seguir avanzando en otros tipos de conocimientos no por ello menos importantes.



# LOS SERES VIVOS

Recordemos el concepto de *metáfora*. Una metáfora es una figura retórica de pensamiento por medio de la cual una realidad o un concepto se expresan por medio de una realidad o un concepto diferentes con los que lo representado guarda cierta relación de semejanza.

Teniendo esto en cuenta, se puede decir que un ser vivo, como el humano, es un sistema que está inmerso en un mundo externo a él con el que interactúa, y para conseguir esa interacción, dispone de:

- Un conjunto de sensores externos a través de los que recibe información del mundo. En este contexto, dichos sensores se denominan *sentidos* que son receptores a través de los cuales recibimos las señales externas, que son caracterizables por diferentes tipos de energía, y las transforman en señales eléctricas internas que se propagan por el sistema nervioso.
- La capacidad de procesar las señales eléctricas internas mediante el sistema nervioso central. De dicho proceso se obtiene de manera secuenciada:
  - Lo que se denominan *percepciones sensoriales o sensaciones*.
  - La capacidad de análisis de dicha información.
  - La capacidad de toma de decisiones conscientes o no, a partir del análisis previo.
- Un conjunto de actuadores externos con los que se puede intentar modificar el mundo exterior pretendiendo llevar a cabo dichas decisiones. Para ello el sistema nervioso genera a su vez nuevas señales eléctricas que permiten que reaccionen los actuadores.

Los seres vivos cubren un amplio espectro de complejidades que van desde una ameba a un ser humano. Todos aquellos que tienen un sistema nervioso

central tienen las capacidades que se han indicado, y los que tienen un sistema nervioso distribuido se comportan de manera reactiva ante el entorno en el que están inmersos. Por ello no todos los seres vivos tienen las mismas características sensoriales, ni el mismo sistema nervioso, ni procesan a la misma velocidad, ni extraen la misma información, ni tienen la misma capacidad cognitiva, ni actúan sobre el mundo de la misma manera. Pero, según la metáfora planteada, se puede decir que todos los **seres vivos** son **procesadores biológicos de información**, más o menos complejos.

Además, cuando los seres vivos actúan sobre el mundo externo, en algunas ocasiones, la mayoría suele utilizar algún tipo de lenguaje de comunicación con el resto de los seres vivos incluidos los de la misma especie. Ese tipo de lenguajes van desde los empleados por las células, pasando por los de las plantas y llegando a los de los animales.

Ahora bien, puede decirse que la capacidad simbólica es una característica que diferencia al ser humano del resto de los seres vivos. El ser humano es el único capaz de construir símbolos, formas que dan sentido y significado a la experiencia humana y determinan su comprensión de la realidad.



# LA ERA DE LA INFORMACIÓN

La era agrícola se apoyó en el arado y en los animales de tiro; la era industrial, en motores, máquinas y en los combustibles que los alimentaban. La era de la información que ahora estamos disfrutando se funda en los computadores y en las redes de transmisión de datos.

Vivimos en la era de la información excesiva. Gracias a los avances tecnológicos del ser humano, gozamos de acceso casi instantáneo a más información que la de cualquiera de nosotros podría captar. Es evidente que para gestionar todo ello es necesario un dispositivo dedicado exclusivamente a almacenar, clasificar, seleccionar, comparar, combinar, presentar, transmitir y comprimir información. Tal dispositivo se conoce como *computadora*, *computador* u *ordenador*. Ello explica por qué los computadores aparecen dondequiera que se maneje información, es decir, en todas partes.

Pero qué es la información. En el sentido que se emplea cotidianamente, información significa datos y hechos, es decir, todo aquello que aparece en los libros, periódicos, revistas, folletos, radio, televisión, etc. Sin embargo, en el mundo de la informática, este término tiene un significado mucho más amplio. La definición moderna proviene de **Claude Elwood Shannon** (1916-2001), matemático, ingeniero eléctrico y criptógrafo estadounidense. En **1948** publicó «A Mathematical Theory of Communication» en el *Bell System Technical Journal*, teoría en la que trabajó durante ocho años mientras era empleado de los **Laboratorios Bell**. Por el impacto de su trabajo, se le reconoce como el padre de la teoría de la información. En ella demostró que todas las fuentes de información pueden medirse, y que los canales de comunicación tienen una unidad de medida similar, determinando de este modo la velocidad máxima de transferencia o capacidad de canal. Demostró también que la información se puede transmitir sobre un canal si y solo si la magnitud de la fuente no excede la capacidad de transmisión del canal que la conduce, y sentó las bases

para la corrección de errores, supresión de ruidos y redundancia. En **1949 Warren Weaver** (1894-1978), biólogo y científico de la información estadounidense, fue el encargado de escribir una extensa y aclaradora introducción para el público no especializado del libro de Shannon *Mathematical Theory of Communication*.

Al almacenamiento, la clasificación, la selección, la comparación, la combinación, la presentación, la transmisión y la compresión de la información se conoce en la actualidad como **procesamiento de la información**, y a la **informática** como la ciencia/técnica del tratamiento automático de la información.

Dicho todo lo anterior, y parafraseando a **Mark Weiser** del **Palo Alto Research Center**, de **Xerox**, recordemos que «las tecnologías que calan más hondo son las que se pierden de vista; su imbricación en la vida diaria es tan íntima que terminan por pasar inadvertidas». Pensemos en la escritura, una de las primeras técnicas de la información. Hoy en día se la encuentra por doquier en los países industrializados. La constante presencia de la tecnología literaria está en todos los sitios y su asimilación no requiere ningún esfuerzo de atención, puede usarse de un solo vistazo. Es difícil imaginar la vida actual de otro modo.

Las tecnologías de la información basadas en el silicio, que van desde los computadores normales y corrientes de nuestras casas hasta llegar a los móviles, y a pesar de la omnipresencia de los teléfonos inteligentes, no ha alcanzado ese mismo nivel de ubicuidad. El hecho de que se hayan vendido miles de millones no ha sido suficiente para sacarlos de su propio mundo, al que solo se accede utilizando una jerga complicada y carente de relación con las tareas para las que se los utiliza. Algo así como si, para escribir, nuestros antepasados hubieran tenido que saber, además, fabricar tinta o cocer barro.

El aura de misterio que envuelve a los ordenadores personales no es solo un problema de relación, o *interfaz* con el usuario. La propia idea de que el ordenador sea «personal» es ya errónea. Las mismas ensoñaciones sobre ordenadores portátiles, agendas y otros accesorios habituales constituyen una etapa transitoria hacia la consecución del verdadero potencial de las tecnologías informáticas. Ninguna de estas máquinas que utilizamos puede convertir la computación basada en el uso de «algoritmos propios» en parte integral e imperceptible de la vida de cada persona. Adquirimos los algoritmos enlatados por alguien y los utilizamos con más o menos gracia en función de la calidad de su *interfaz* y las prestaciones del *hardware* asociado. Por lo tanto, lo que todavía estamos intentando es concebir un nuevo modo de pensar sobre los computadores, que tenga en cuenta el mundo humano y permita que las máquinas y los algoritmos se difuminen en su trasfondo, programados y controlados en cada caso por el usuario.

Es la psicología humana, y no la tecnología, la que convierte en crucial tal desaparición. Cuando aprendemos algo hasta dominarlo, dejamos de pres-

tarle atención y podemos usarlos sin pensar en ellos y concentrarnos en otras metas. Para aclararlo más, para que exista la ubicuidad, no basta con que sea portátil, pequeño y pese poco. El problema es que no podemos despegarnos de él para procesar información. Las promesas de la realidad aumentada potencian la posibilidad del procesamiento de la información «en el mundo al que estamos habituados». Sus ideas van por buen camino, siempre que no exijan «vestir» algún(os) periféricos.

Tal vez lo más importante sea que esa nueva forma de computación ayudará a superar el problema de la sobrecarga de información. Un paseo por el bosque nos ofrece más información que cualquier sistema informático, a pesar de lo cual la caminata nos parece a todos relajante y los algoritmos y los computadores para muchos son frustrantes. Las máquinas que consigan ajustarse al entorno humano en lugar de obligar a las personas a entrar en el mundo de la computación harán que su uso resulte tan agradable como un paseo por los pinos.

Los textos que vienen a continuación tan solo representan, algunos datos sobre la historia del ser humano enfrentado al problema de la capacidad de procesar información, por ello este texto se ha titulado ***El eje cronológico de la evolución del procesamiento de la información.***

Comentario 1:

Es curioso que desde que el ***homo habilis*** empezó a comunicarse, hace unos 3 000 000 de años, hasta el año **1948** de nuestra época, el ser humano ha estado manejando información de una manera cada vez más eficaz y eficiente, pero sin darse cuenta de que estaba manejando algo que se puede medir, actuar sobre ello y transformarlo y que, por lo tanto, existe.

Comentario 2:

Este texto es un ensayo divulgativo empaquetado en bloques de calculada duración que avanzan, de forma más o menos lineal y ordenadamente, por una historia trufada de datos curiosos.

En la parte de bibliografía comentada con la que finaliza este trabajo, podrá encontrar textos exhaustivos y apasionantes sobre la historia del procesamiento de la información, y de paso del computador.

Comentario 3:

Como podrán comprobar, utilizo de manera exclusiva la palabra ***computador*** en vez de computadora o de ordenador, la razón es que, en mi relación con este ingenio, se lleva la palma la acción de calcular, por ello he decidido utilizar esa palabra, ya que considero que describe mejor lo que hemos estado haciendo juntos estos últimos cuarenta años.

## SOBRE EL AUTOR

El profesor Dr. Francisco José Serón Arbeloa, es Dr. en Ciencias Físicas, ha sido profesor titular de Universidad del Área de Matemática Aplicada, posteriormente profesor titular de Universidad del Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos y actualmente es catedrático de Universidad del Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos, perteneciente al Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas, en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza.

Sus áreas de actividad, en las que ha desarrollado actividades de I+D+i, han sido las de Modelado de Agentes Inteligentes y Cognitivos, Realidades Mixtas, Informática Gráfica, Modelado 3D de estructuras terrestres, Simulación de fenómenos naturales y Modelado Sísmico, Programación paralela, cálculo numérico y Elementos finitos. En la actualidad realiza actividades relacionadas con la holografía de cara a conseguir ver mundos virtuales con la misma calidad que el mundo real.

Siempre ha estado preocupado por el fortalecimiento de los vínculos entre el sector de la investigación y la industria, tanto a nivel local, nacional e internacional, entre las que destacan: Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (CAF), General Motors España (GM), Construcciones Aeronáuticas (CASA), TORRECID, IASOFT, INDRA Software, INDALUX, Lledó, RIUSA, DATINZA, SEVASA, Instituto de Robótica (Valencia), Instituto Tecnológico de Aragón (ITA), Sociedad Aragonesa de Tecnologías Aplicadas (SATA), ACESA, MONDO IBERICA, CARITAS, Técnicas Radiofísicas, AUDIOMARKET Multimedia, Grupo de Informática Médica, FOR+Video Comunicación, Industrias Hidráulicas Pardo, Centro de Tecnología del Láser (Valladolid), Grupo Luz y Diseño, Eurosystems Consulting, LSLuz, INCAELEC...

En paralelo ha desempeñado actividades de formación oficial universitaria y de divulgación científica y tecnológica.

La actividad de investigación realizada se refleja en las 24 tesis doctorales que ha dirigido / codirigido en los campos de Ingeniería Informática, Ingeniería Industrial, Ciencias Físicas, Ciencias Matemáticas, Ciencias Químicas y Filosofía y Ciencias de la Educación. Tiene 94 publicaciones en revistas internacionales, 121 en congresos internacionales, y 144 publicaciones nacionales. Ha participado en 19 proyectos como investigador principal y 31 como investigador.

Hasta el momento ha dirigido / codirigido, 128 Proyectos fin de carrera, 34 proyectos industriales de innovación, 21 producciones audiovisuales y 11 proyectos de imágenes estáticas. Ha participado como responsable principal en 60 proyectos de desarrollo con empresas e instituciones. Ha realizado 12 informes, 5 periciales y dispone de 4 patentes en explotación.

Creó y dirigió el Grupo de Informática Gráfica Avanzada (GIGA) durante sus veinticinco **años de existencia, del que han salido: el Laboratorio de Simulación de la Luz, El GIGA Affective Lab, El Graphics and Imaging Lab, y el Interactive Systems, Adaptivity, Autonomy and Cognition (ISAAC Lab).**

Entre las actividades de gestión ha sido Subdirector de Asuntos Generales de la E. T. S. I. I. de la U. Z., en el período 9/2/1987 al 21/4/1993, vicerrector adjunto al rector para las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la U. Z. en el período 21/12/2000 al 30/4/2004, vicerrector de Prospectiva, Sostenibilidad e Infraestructuras de la U. Z. en el período 14/4/2016 al 17/1/2021, y actualmente es delegado del rector para el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (28/1/2021-...).

C. V. completo:        <<http://webdiis.unizar.es/~seron/>>  
                             <<http://cgit.unizar.es/>>

# ÍNDICE

¿Por qué? . . . . .	7
Dedicatoria . . . . .	9
Qué es esto . . . . .	11
Qué no es esto . . . . .	15
Disculpa . . . . .	17
¿Cómo he llegado hasta aquí? . . . . .	19
Los seres vivos . . . . .	25
La era de la Información . . . . .	27
Introducción. . . . .	31
Parte 0. La política humana . . . . .	35
Parte 1. El progreso humano. . . . .	51
Reflexión histórica sobre los artefactos. . . . .	51
Reflexión sobre el avance tecnológico . . . . .	54
Reflexión histórica sobre las revoluciones tecnológicas . . . . .	57
Reflexión histórica sobre la tecnología digital . . . . .	57
Lo esperable . . . . .	60
Resumen . . . . .	61
Parte 2. Procesos de comunicación en los humanos. . . . .	63
El sonido y las palabras . . . . .	64
Las pinturas . . . . .	64
El lenguaje visual, la escritura . . . . .	65
Evolución de la escritura occidental . . . . .	66

Soportes, profesiones y avances tecnológicos . . . . .	69
Historia de la tinta . . . . .	70
El orden alfabético . . . . .	72
Gramática . . . . .	74
Lógica . . . . .	75
Los números . . . . .	77
El número escrito . . . . .	78
El cero . . . . .	84
El papel . . . . .	87
Números famosos . . . . .	90
El libro . . . . .	92
La cámara oscura y la linterna mágica . . . . .	100
Resumen . . . . .	103
Parte 3. Procesamiento de la Información. . . . .	105
Precursores . . . . .	107
El calendario . . . . .	113
Los cálculos astrológicos . . . . .	115
Los cálculos mercantiles . . . . .	115
Industria 1.0. La era de la mecánica. . . . .	116
Contexto histórico de la Edad Moderna. Siglos XVI, XVII y XVIII. . . . .	116
Siglo XVI . . . . .	117
Siglo XVII . . . . .	119
Siglo XVIII . . . . .	126
Hitos de la Primera Revolución Industrial (1750-1870). Siglo XVIII . . . . .	133
Resumen . . . . .	140
Precursores de los computadores. Siglo XIX . . . . .	143
El problema de calcular . . . . .	143
Más hitos de la Primera Revolución Industrial (1750-1870). Siglo XIX (a) . . . . .	145
La solución teórica. . . . .	154
Las calculadoras . . . . .	173
Resumen . . . . .	177

Industria 2.0. La era de la electricidad. . . . .	178
Contexto histórico. . . . .	178
Avances relacionados con la electricidad . . . . .	178
Las olas de la comunicación eléctrica . . . . .	180
La telegrafía. . . . .	180
La telefonía . . . . .	182
La radio . . . . .	183
Más hitos de la Primera Revolución Industrial (1750-1870). Siglo XIX (b). . . . .	184
Precusores de los computadores. Siglo XIX . . . . .	190
El problema de procesar . . . . .	190
La solución . . . . .	191
Resumen . . . . .	196
La Segunda Revolución Industrial (1870-1914). Siglos XIX-XX . . . . .	196
Industria 3.0. La era de la electrónica y de la microelectrónica. . . . .	216
Contexto histórico. . . . .	216
Aparición de los computadores. Siglo XX . . . . .	235
Analizadores diferenciales . . . . .	235
El interruptor . . . . .	238
La solución tipo 1. . . . .	239
Contexto histórico. . . . .	239
Calcular con relés. . . . .	247
La solución tipo 2. . . . .	267
Contexto histórico (I). . . . .	267
Calcular con tubos electrónicos de vacío (I) . . . . .	267
Contexto histórico (II) . . . . .	284
Calcular con tubos electrónicos de vacío (II) . . . . .	290
La solución tipo 3. . . . .	300
Información alfanumérica. . . . .	300
Afianzamiento de los computadores. Siglo XX . . . . .	306
Contexto histórico (I) . . . . .	306
El transistor y su historia . . . . .	340
Contexto histórico (II) . . . . .	347
Los microchips y su historia . . . . .	387



Contexto histórico (III) . . . . .	389
El microprocesador y su historia . . . . .	401
La era de la red Internet. . . . .	405
Contexto histórico . . . . .	405
El problema . . . . .	407
La solución . . . . .	408
La historia . . . . .	413
La explosión de la Informática. Siglos XX y XXI . . . . .	430
El computador personal, los supercomputadores y otras cosas . . . . .	433
La década de los setenta. . . . .	437
La década de los ochenta . . . . .	496
La década de los noventa . . . . .	544
La década de los 2000 . . . . .	596
La década de los 2010 . . . . .	639
La década de los 2020 . . . . .	663
Industria 4.0. Cuarta Revolución Industrial . . . . .	667
A propósito del eje cronológico, una visión mediante ilustraciones . . . . .	669
Epílogo . . . . .	687
Referencias bibliográficas recomendadas para saber mucho más . . . . .	689
Referencias de Internet . . . . .	693
Sobre el autor . . . . .	695



Este libro está pensado para todas aquellas personas que sientan curiosidad y quieran recorrer a través de sus páginas el posible camino que ha seguido el ser humano en su relación con la información y su procesamiento. Se presenta a modo de línea temporal que recoge un conjunto de etapas y acontecimientos, de tal manera que permite sintetizar y estructurar el conocimiento pasado, proporcionando una visión, tipo «a vista de pájaro», que favorece comprender lo que ha acontecido con el decurso del tiempo. Sin olvidar que la única imagen que deberíamos tener en la cabeza es un diagrama de árbol, cuya ramificación es una metáfora de la forma en que se originan los avances a lo largo del tiempo.

