

José Enrique Campillo Álvarez

EL UNIVERSO EN UN BIT

arpa

SUMARIO

AGRADECIMIENTOS	9
1. La información es la sustancia del universo	11
2. La historia del bit	21
3. Información y orden	33
4. Información, energía y materia	43
5. ¿Cómo se manifiesta la información?	59
6. En el principio fue el bit	71
7. La vida es información	85
8. Las biomoléculas	101
9. Las cibercélulas	117
10. Biointernet	129
11. Un cerebro, dos computadoras	147
12. Cerebro cuántico	159
13. La revolución digital	175
14. Hibridación mente-máquina	193

15. La duración	209
16. Las dimensiones de la información	219
CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS	229
BIBLIOGRAFÍA	239

AGRADECIMIENTOS

La información que recibimos durante los primeros años determina, en gran parte, lo que seremos a lo largo de nuestra vida. Es información que entra en nuestra computadora cerebral mientras se está acabando de formar. Y gran parte del software que se desarrolle en nuestro cerebro dependerá de esa primera información recibida.

Durante mis primeros años de vida no existía la televisión, ni los ordenadores, ni los teléfonos móviles. La fuente fundamental de información, además de la que se recibía en la escuela y en el cine del domingo, eran las excursiones al campo, los libros que leíamos y los familiares con los que pudiéramos conversar.

Yo tuve mucha suerte. Tuve libros a mi alrededor, tuve naturaleza que explorar y familiares que supieron crear un entorno informativamente muy favorable para mi desarrollo. Quiero rendir un homenaje de agradecimiento a dos de estas personas que tan importantes fueron en mi vida: José María Álvarez, mi abuelo Pepe y José María Campillo, mi padre.

A ambos dedico este libro. Quizá reciban con benevolencia mis palabras, allí donde estén, si acaso fueran ciertas algunas de las hipótesis que se plantean en las páginas que siguen.

I

LA INFORMACIÓN ES LA SUSTANCIA DEL UNIVERSO

En los últimos cien años la física, en todas sus ramas ha logrado avances extraordinarios. Uno de estos avances, quizá de los más importantes, es que la ciencia considera a la información como una magnitud física y la sustancia fundamental del universo y de la vida.

¿A qué nos referimos cuando hablamos de sustancia? Desde la filosofía se considera sustancia aquello que existe por sí mismo, que no necesita de otra cosa como soporte para existir. Es la base primordial, invariable, de todo cuanto existe, conservada pese a todas las transformaciones, a diferencia de lo que sucede con los objetos y fenómenos concretos sujetos a cambio. La sustancia es, por tanto, la esencia más general y profunda cuya causa y fundamento no se hallan incluidos en alguna otra cosa, sino en ella misma.

A la luz de la física actual, muchas de las cosas que antes se consideraban sustancias, son en realidad propiedades, como sucede con la materia y la energía, como veremos a lo largo del libro. Les adelanto que la energía solo es la expresión de la aplicación de alguna de las fuerzas fundamentales; por ejemplo, la actuación de la fuerza de gravedad sobre el agua de un embalse produce la energía eléctrica. Y la

materia es solo una forma de energía, como muestra la famosa ecuación de Einstein y lo comprobaron los habitantes de Hiroshima y Nagasaki. Materia y energía solo son, como veremos, formas de expresión de la información.

Eso nos lleva a aceptar que la única sustancia fundamental del universo, desde el punto de vista actual de la física es esa magnitud que llamamos información.

Por lo tanto, la física considera la información como una magnitud física, que puede ser medida, cuantificada, transformada y almacenada, observada y usada. La unidad de información es el bit (*binary digit*), que expresa siempre la existencia de dos estados alternativos: uno y cero, encendido o apagado, cara o cruz, etc.

Como veremos con detalle, la información representa una relación, un estado físico o función (por ejemplo el menú de un restaurante o la regulación de la glucemia en nuestro organismo), codificado en un objeto físico (un QR o una molécula de insulina), que puede ser decodificado por otro sistema (el teléfono móvil, los receptores de las células musculares) que puede interpretar significativamente los datos e implementarlos en otro sistema físico (nuestro cerebro que pide la comanda, nuestro organismo que asimila la glucosa de un pastel).

La información, aunque sustancia fundamental, necesita un soporte material o energético para existir y expresarse. Ya veremos cómo ese soporte, ya sea en el universo, en un ser vivo o en el disco duro de un ordenador, lo proporcionan los átomos, partículas y ondas que constituyen el entramado íntimo de todo lo que existe.

¿Podría nuestro universo, en toda su riqueza y diversidad, ser realmente solo un montón de bits de información más o menos organizados? ¿Es la vida un sistema para el almacenamiento y procesamiento de la información?

En los últimos años del siglo pasado y los que llevamos del presente, esta magnitud física, la información, ha desenca-

denado un gran esfuerzo investigador en ciencias de la computación, astrofísica y física teórica. Hoy día es difícil concebir el universo y la vida sin recurrir a la información.

¿TODO ES INFORMACIÓN?

Este asunto de la información como sustancia fundamental del universo y de la vida es muy complejo y difícil de abordar. Los cálculos que se utilizan para adentrarse en este asunto son intrincados y al alcance de muy pocos.

Leonard Susskind, profesor de física teórica de la Universidad de Stanford y creador de la teoría de cuerdas, manifestaba en una entrevista que el cerebro humano fue construido mediante mecanismos darwinianos. A lo largo de millones de años de evolución el cerebro se fue adaptando para comprender el mundo en el cual transcurría nuestra vida diaria; un mundo ordinario, con parámetros ordinarios. La evolución desarrolló un cerebro capaz de fabricar armas para cazar, recolectar frutos, cultivar plantas o domesticar animales. Un cerebro para sobrevivir en el mundo macroscópico y accesible en el que vivimos. A lo largo del libro nos referiremos a este mundo en el que transcurre nuestra cotidianeidad como mundo newtoniano.

La evolución no diseñó un cerebro para comprender las fuerzas que gobiernan la estructura y función de lo extremadamente pequeño como los átomos, las partículas, las ondas (ese es el mundo cuántico), ni para adentrarse en las grandes dimensiones espaciales donde impera la relatividad (el mundo cósmico).

Los seres humanos tuvieron que inventar un artificio que les permitiera comprender esos otros mundos inaccesibles en el transcurrir de una vida normal, tarea para la que nuestro cerebro no fue construido. Así surgieron las matemáticas

abstractas, que en muchas ocasiones llegan a ser tan antiintuitivas que solo están al alcance de unos pocos. Sobre esas potentes ecuaciones, algunos científicos, especialmente los físicos matemáticos, reiteran que la sustancia fundamental del universo es la información.

Uno de los grandes físicos que promovió el considerar a la información como el fundamento de toda la física y de todo el universo fue el estadounidense John Archibald Wheeler. En el tercer simposio internacional sobre «Fundamentos de la mecánica cuántica», celebrado en Tokio en 1989, enunció su célebre eslogan «It from bit» (todo procede del bit). Su intervención dio lugar a una extensa publicación, citada en la bibliografía y de libre acceso en internet. Para Wheeler, «It» es cada partícula, cada campo o fuerza incluso el continuo espacio-tiempo. Todas esas magnitudes derivan su función, su significado, su existencia de (from) las respuestas obtenidas por el sistema a preguntas de elecciones binarias, los bits.

¿Es posible que todo lo que nos rodea no sea más que las manifestaciones de un infinito compendio de ceros y unos? ¿Es posible reconstruir las leyes de la física, el espacio, el tiempo, la materia, en términos puramente informáticos?

En el último siglo la física nos ha mostrado que el universo y la vida que alberga son muy diferentes a como pensábamos. Todo lo que existe, todo el universo, los astros, los agujeros negros, el planeta Tierra, todos los seres vivos, nuestros pensamientos y sentimientos, todo es consecuencia de un intrincado juego de átomos, partículas subatómicas, campos cuánticos y, sobre todo, de información.

A veces nos cuesta asumir y comprender muchos de los secretos del universo que ha desvelado la nueva física. Pero nos pone los pies en el suelo de la realidad el constatar que casi todos los desarrollos tecnológicos, desde la energía nuclear, bombas atómicas, toda la informática, los satélites

artificiales, los modernos métodos diagnósticos y terapéuticos de la medicina, el GPS para no perdernos con el coche, hasta el mecanismo que abre las puertas de los establecimientos comerciales con nuestra sola presencia, o enciende el gas con un clic, todo ello es consecuencia de esos alocados e increíbles descubrimientos físicos. En todos los casos, la información desempeña un papel esencial. ¿Por qué hemos de creer en esos logros tecnológicos que nos facilitan la vida (o nos la quitan) con tanta eficacia y no en el concepto de la información como sustancia fundamental del universo, cuando ambos surgen de las mismas ecuaciones y experimentos?

¿Qué tienen en común los códigos que utilizamos en todas las comunicaciones y el código genético de una molécula de ADN? ¿Cómo se relacionan las leyes de la probabilidad y de la termodinámica con la comunicación en todas sus formas? ¿Por qué es tan importante la entropía de una partitura, un texto o una conversación telefónica? La respuesta a todas estas preguntas está en la información, una magnitud física que es capaz de relacionar entre sí todo lo que existe en el universo.

Partículas subatómicas, átomos, moléculas, células, órganos, seres vivos completos, grupos de organismos, corporaciones, naciones, organizaciones supranacionales, planetas, constelaciones, universo, todos procesan materia, energía e información. Y todo está relacionado entre sí.

A lo largo de este libro voy a intentar presentarles todas las evidencias a nuestro alcance que muestran a la información como el origen y el manual de instrucciones para el correcto funcionamiento integrado de todos los elementos que conforman el universo y la vida.

ORIGEN Y DESTINO DE LA INFORMACIÓN

Según los físicos, en el principio fue la información. Es curioso que en este punto coinciden los más modernos conceptos de física cuántica y la más antigua tradición religiosa. San Juan de Patmos comienza su evangelio con el versículo «En el principio era el Verbo». El verbo significa la palabra y la palabra es información. En cierto sentido podríamos decir que la traducción de «En el principio era el Verbo» de Juan el evangelista es el *It from bit* de Juan (John) el físico.

¿Cómo surgió el universo y, por tanto, la información? La corriente actual de conocimiento permite suponer que el azar o un ser omnipotente desencadenó hace trece mil millones de años la serie de acontecimientos secuenciales que permitieron la transformación de una minúscula mota de información, situada en medio de la nada absoluta, en el universo y en la vida que lo habita. Los astrofísicos suponen que, en el primer instante de existencia del universo, en la primera trimillonésima de trimillonésima de segundo, por debajo de lo que se llama el tiempo de Planck, la información comenzó a transformarse en energía, en materia, en tiempo y en espacio. El entramado cuántico de campos y partículas dio origen a los átomos, moléculas y todos los astros y demás formaciones siderales que nos muestran los potentes instrumentos astronómicos.

Desde el principio de todo, la información ha buscado la manera de evolucionar hacia formas más complejas y eficientes de almacenamiento y procesamiento y a aumentar el acervo total de información del universo. Es como si la información, el principio, el origen de todo, se resistiera a desaparecer en la vorágine del obligado caos termodinámico.

La hipótesis que sustenta este libro, basada en el trabajo de numerosos científicos de enorme relieve, es que el universo ha creado anomalías localizadas donde, en violación

aparente de las leyes de la física, se producen incrementos efímeros en la acumulación y procesamiento de información. Es como esos remolinos que se forman en los ríos y que lanzan, contracorriente, una ramita que flota en el agua, a pesar de que todo el río continúa su inexorable viaje hacia el mar.

Se deben haber realizado numerosos intentos por todo el universo con este propósito. Este esfuerzo, en las condiciones que concurrieron en el planeta Tierra dio origen a la vida y al ser humano. Los seres vivos somos entidades creadoras de información. Es seguro que en otros lugares de este o de otros universos hayan florecido otros proyectos evolutivos de acumulaciones locales de información con características muy diferentes a las nuestras. Pero hasta ahora solo se han detectado dos de estas anomalías (efímeros remolinos) locales de incremento de la información: los agujeros negros y la vida. Los agujeros negros están distribuidos por todo el universo. Y desde el punto de vista de la información es muy probable que también existan otras formas de vida, procesadoras de información, en otros planetas de otros sistemas solares.

¿PARA QUÉ VIVIMOS?

Hay quien propone que el universo favoreció el desarrollo de la vida en general y de la humanidad en particular como quien siembra y alienta un semillero inagotable de unidades de información (desde un virus a una persona, pasando por millones de alternativas intermedias). Imaginen la cantidad de seres vivos (unidades creadoras y procesadoras de información) que han vivido desde hace tres mil millones de años que existe la vida sobre el planeta. Y los muchos miles de millones de seres humanos que viven o han vivido. La vida, sobre otras consideraciones, es un proceso continuo de

creación, procesamiento y almacenamiento de información que comienza cuando se fecunda el óvulo y culmina con la muerte, cuando el ser vivo riega con la información contenida en sus propias moléculas todo el entorno.

Estos miles de millones de seres que viven o han vivido representarían una enorme masa de información. ¿Es posible que, como algunos sugieren, una de las misiones de los seres vivos sea la de contribuir al acervo general de información del universo?

Voy a usar un símil. Quizá lo consideren inadecuado, pero es didáctico. Nuestro aparato digestivo está poblado por miles de millones de bacterias. Cada bacteria del colon no sabe qué hace allí, no sabe qué sentido tiene que viva en aquel lugar oscuro y lleno de residuos y excrementos a medio procesar. Pero, independientemente de la opinión de esa bacteria, su papel es muy importante para mantener la salud y la felicidad del cuerpo en el que habita durante un breve lapso. Quizá nosotros seamos como la microbiota del universo: vivimos una vida breve en un lugar lleno de problemas, suciedades de todo tipo y de dolor. No sabemos cuál es nuestra función, cuál es el sentido de nuestra existencia en este mundo contaminado y hostil. Pero es posible que nuestro papel sea el de contribuir al equilibrio informativo y a aumentar el nivel global de información del organismo que nos alberga, es decir, de todo el universo.

El universo tendrá una muerte térmica inevitable, pero puede tener una supervivencia informativa. Y a ello podremos contribuir los seres vivos en general y los seres humanos, con nuestra consciencia y nuestras habilidades tecnológicas, en particular. Esa podría ser una misión fundamental de nuestra vida. La vida sería una de las alternativas del universo para evitar la pérdida de información.

A lo largo de las páginas que siguen se van a presentar los conceptos que sostienen la importancia de la información

como sustancia fundamental del universo y de la vida. No podemos comprender qué hacemos aquí y cuál podría ser la razón de nuestra existencia si no consideramos todos los elementos del problema: el escenario y la trama que constituyen la representación de nuestra vida, el universo, y los componentes fundamentales que mantienen y hacen funcionar todo: energía, materia, espacio, tiempo y, sobre todo, información.

Como suelo hacer con cada libro que escribo, yo solo les voy a exponer de la mejor manera que sepa, la situación actual de todo lo referente a la información, al universo y a la vida. En ningún caso voy a tomar partido por una determinada opinión o hipótesis. No se trata de escurrir el bulto o evitar que me fríen a mensajes de protesta desde esa implacable autoridad crítica que es internet. Solo pretendo que cada cual realice sus propias valoraciones y extraiga sus conclusiones personales.