

JAVIER DE LORENZO

UN MUNDO      Editorial Trotta  
DE ARTEFACTOS

BREVE HISTORIA DE LA CIENCIA Y DE LA TÉCNICA

Un mundo de artefactos  
Breve historia de la ciencia y de la técnica

Javier de Lorenzo

E D I T O R I A L   T R O T T A

**COLECCIÓN ESTRUCTURAS Y PROCESOS**  
**Serie Filosofía**

© Editorial Trotta, S.A., 2020  
Ferraz, 55. 28008 Madrid  
Teléfono: 91 543 03 61  
E-mail: [editorial@trotta.es](mailto:editorial@trotta.es)  
<http://www.trotta.es>

© Javier de Lorenzo Martínez, 2020

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.

eISBN: 978-84-9879-963-7

# CONTENIDO

## *Prólogo*

1. Dónde estamos y cómo hemos llegado hasta aquí
2. Memoria de especie
3. La creación del ámbito conceptual: Grecia
4. Edad Media y Renacimiento
5. Todo es materia en movimiento
6. Ilustración, inventores, revoluciones
7. La lucha por la vida
8. La explosión tecnocientífica
9. Dónde estamos y adónde vamos
10. Coda final

## *Índice onomástico*

## *Índice general*

# ÍNDICE GENERAL

## *Contenido*

### *Prólogo*

#### 1. DÓNDE ESTAMOS Y CÓMO HEMOS LLEGADO HASTA AQUÍ

Dónde estamos

¿Cómo hemos llegado hasta aquí?

#### 2. MEMORIA DE ESPECIE

La Revolución agrícola...

... y sus elementos base...

... iniciando lo conceptual, lo simbólico

Las primeras grandes civilizaciones

#### 3. LA CREACIÓN DEL ÁMBITO CONCEPTUAL: GRECIA

Primera etapa: el esplendor ateniense

Razonemos como razonan los geómetras

Segunda etapa: la escuela de Alejandría

Visión del cosmos. Los cuatro elementos

#### 4. EDAD MEDIA Y RENACIMIENTO

De la fuerza bruta a las máquinas

De gremios y universidades

Las traducciones  
Los sistemas de numeración  
La imprenta  
Del cosmos al cuerpo humano

5. TODO ES MATERIA EN MOVIMIENTO

La naturaleza está escrita en lenguaje matemático  
La cosmovisión mecanicista  
El aire, un fluido que pesa; del vacío y otras cosas  
Las academias

6. ILUSTRACIÓN, INVENTORES, REVOLUCIONES

Conocer, enseñar, clasificar  
1789: la Revolución francesa  
Lavoisier y la Revolución química  
La primera Revolución industrial

7. LA LUCHA POR LA VIDA

La lucha por la vida: las especies y su evolución  
De las especies a los microorganismos  
... y al cerebro humano  
Termodinámica: calor y temperatura. La flecha del tiempo  
Electricidad y magnetismo. De ondas y partículas

8. LA EXPLOSIÓN TECNOCIENTÍFICA

Los *quanta* y la discretización de la energía. Masa = energía  
Radioactividad natural

Radioactividad artificial y energía nuclear  
El universo, un sistema dinámico  
La Tierra, otro sistema dinámico: la tectónica de  
placas  
Biología molecular

9. DÓNDE ESTAMOS Y ADÓNDE VAMOS

Dónde estamos

Adónde vamos

Biología genética o biotecnología

Inteligencia artificial y robótica

10. CODA FINAL

*Índice onomástico*

*Índice general*

El hombre occidental, desde que nace hasta que muere, vive en un espacio de artefactos contruidos según la geometría métrica euclídea.

El hombre, desde que nace hasta que muere, vive en un mundo aritmético, y de pesos y medidas.

El hombre, desde que nace hasta que muere, vive en un espacio topológico, de abiertos y cerrados, de adentros y afueras, de fronteras.

El hombre, desde que nace hasta que muere, vive como un punto más de los numerosos *big data* que se construyen en el momento actual.

El hombre, desde que nace hasta que muere...

.....

El hombre, desde que nace hasta que muere, vive en un mundo de artefactos, en un mundo matemático.

## PRÓLOGO

1. La especie humana, tal como la vivimos hoy, surgió hace unos doce mil años a consecuencia de la Gran Revolución: la Revolución agrícola. Hasta ese momento, y durante millones de años, hordas de homínidos procedentes de África, y en sucesivas oleadas, han ido recorriendo la superficie terrestre. La domesticación de animales y plantas fijó alguna de esas hordas al terreno para dar paso a sociedades de las que somos descendientes. Sociedades que han ido sufriendo cambios, cada vez más acelerados, hasta llegar al día de hoy en un lapso de tiempo que es, medido en tiempo geológico, un mero instante.

Los miembros de estas colectividades, en principio agrícolas, se han ido acomodando, adaptando a esos cambios y transformaciones que han afectado, por un lado, a la biosfera como naturaleza y, por otro, a lo que se califica de humano.

Lo que era naturaleza con su proceso evolutivo propio se ha ido convirtiendo en parte de la especie humana, porque lo que era natural se ha ido transformando no solo por su proceso evolutivo específico, sino por la acción de esa especie con la que se ha ligado de modo absoluto. Muy pocos lugares se pueden estimar hoy día como «naturaleza virgen» en los diferentes continentes. Hoy la naturaleza aparece convertida en paisaje por la mano del hombre con algunos rincones que se acotan y bautizan con términos como «parques naturales» para que, bajo ese cartel, sean

«protegidos» y cuidados hasta de su propio proceso evolutivo específico, con la idea de una cierta «conservación» de los mismos, aunque se conviertan, simultáneamente, en reclamo y negocio turístico.

En la especie humana también el término «natural» ha ido cambiando y lo que se consideraba como tal en unos momentos históricos pasa a ser algo censurable en otros. Así, desde la Antigüedad clásica, y pongo por ejemplo Grecia, la esencia o naturaleza del ser humano consistía en una escisión de esclavos y dueños según el nacimiento. Era propio del esclavo, era su auténtica esencia o naturaleza, ser esclavo, como afirmó Aristóteles en nombre del pensamiento griego o un marino británico como Matthews, ya en el siglo XVIII, en nombre ahora del pensamiento propio de su época. Afirmaciones en nombre del pensamiento occidental, donde esa posición era la admitida como sociopolíticamente correcta. Lo que estaba de acuerdo, por otra parte, con el fenómeno de la esclavitud, que ha existido desde los principios de la especie humana hasta hace muy pocos años.

En ese ambiente, se acaba calificando de humanista, desde el siglo XIV, a una parte de esos dueños o ciudadanos: los que no trabajaban y dedicaban su tiempo a cultivarse en los campos de las letras, identificadas con las humanidades. Una acepción que, en cierta manera, sigue perviviendo en la actualidad, con todos los matices que se quieran agregar.

Es un tema permanente caracterizar lo humano, la naturaleza humana, la esencia del ser humano. Hoy se hace atendiendo precisamente a los cambios y transformaciones científico-tecnológicos que esos seres han ido produciendo. Unos cambios que, en proceso acelerado, han conducido desde el siglo XIX en particular a movimientos de carácter sociopolítico y económico de tipo más igualitario en las

sociedades occidentales. Procesos que han llevado, y con dudas, a considerar la esclavitud como una aberración no natural cuando hasta ese siglo había sido lo políticamente correcto, lo que se consideraba esencia de la naturaleza humana, al menos de una parte de ella.

En nombre de lo científico-tecnológico, apoyándose en la inteligencia artificial y la robótica, se pasa a discutir acerca del poshumanismo, que se ve como sociedades pobladas de robots, después de dar vueltas al transhumanismo. Se discute el papel de los robots en una sociedad futura y, a través de medios como el cine, se vuelve a imponer una imagen donde la esclavitud se hace parte del escenario, pero ahora con revueltas y revoluciones donde los humanos terminan convirtiéndose en esclavos de los robots, de sus criaturas. Esclavitud ligada siempre al trabajo como acepción que sigue muy presente en el subconsciente colectivo, como una herencia más de la memoria de especie que sigue perviviendo en la actualidad.

2. Los procesos de cambios y transformaciones se deben, en última instancia, a la ciencia y a la técnica, que hoy se han convertido, al unirse, en tecnociencia. Son consecuencia de los artefactos conceptuales y tecnológicos que va construyendo la especie humana a partir de la Gran Revolución agrícola y que han permitido, precisamente, su realización como especie humana, como la especie a la que hoy pertenecemos, con sus claros y oscuros.

Intentar la captación de cómo esta especie ha llegado hasta aquí desde hace tan solo doce mil años exige adentrarse en la historia de esos artefactos conceptuales y tecnológicos que, en el fondo, son los que han propiciado la aparición de ideologías, creencias, dogmas... En cualquier caso, la Ciencia y la Técnica son los últimos responsables

del tipo de sociedad en el que nos encontramos, un tipo de sociedad cuyos miembros se han ido convirtiendo, en el llamado mundo occidental, en artefactos entre artefactos. La captación de la historia de estos artefactos, de los procesos que conllevan y que denominamos ciencia y técnica, su papel en el desarrollo de una especie que se ha convertido en humana gracias a esa construcción y su desarrollo, no es fácil en los momentos actuales. Y ello por una consecuencia más de los avances científico-tecnológicos de los últimos tiempos: la información que le llega a todo ciudadano occidental, que se ha convertido en abrumadora. Radio, teléfono, redes sociales, televisiones... y de tal manera que el periódico, la revista o el libro impresos se van quedando como artefactos obsoletos porque las noticias que publican aparecen, ya, anticuadas, sustituidas por otro aluvión de noticias que llegan por los medios anteriores... Información abrumadora, y siempre de urgencia, sin pausas para una meditación, un comentario sosegado... A eso se agrega Internet y la gran Enciclopedia Universal, Wikipedia, abierta a todos los públicos, culmen de una de las grandes ambiciones de los ilustrados del siglo XVIII: conseguir una enciclopedia con todo el saber que pueda ser consultada por los ciudadanos de todos los países de manera absolutamente gratuita y libre.

Todo ello ha creado un grave problema: con tanta información, y siempre de urgencia, se plantea como cuestión qué puede hacer el ciudadano para filtrar esa información y quedarse con el auténtico saber, con el que importe. Lo que se plantea no es ya el volumen informativo, sino la selección de esa información. Lo que se pide y exige hoy día a un ciudadano para ser considerado auténtico ciudadano es que esté informado para tomar decisiones correctas; y aquí surge el problema: ¿hasta dónde esa información y cuánta?

Se está dando el caso paradójico de que con tanta información el auténtico saber va quedando ausente. No hay tiempo para digerirla, por utilizar estos términos, y como todo está en Internet, la memoria queda en suspenso, no hace falta ejercitarla. Si se requiere de un dato, de una biografía, de un recuerdo incluso, basta apretar unos botones y esos datos y muchos otros más o menos enlazados a ellos están ya a disposición, inmediata, del que los requiera.

Pero ha surgido, con todo ello, un nuevo problema: no se sabe, ni hay suficientes medios, para averiguar si esa información es realmente veraz o es mera tergiversación de lo ocurrido realmente. Porque las redes sociales permiten que el ciudadano opine de todo y sobre todo, en muchas ocasiones sin criterio alguno y, lo que es peor, que se hagan circular informaciones interesadas que provoquen reacciones viscerales, incontroladas en aquellos que las reciben. Se ha llegado a afirmar sin pudor que más del 25 % de lo que circula por las redes es falso y la mitad del resto, muy dudoso. Pongamos un ejemplo, de los más suaves: publicada una obra literaria, la editorial pide unos comentarios, opiniones en las redes sociales. De modo inmediato, se publican una serie de opiniones; y se encuentra que entre esas opiniones hay algunas, incluso muy largas y aparentemente bien documentadas, que llevan un remate final: quien opina termina confesando que, cuando tenga tiempo, leerá la obra de la cual ha hecho ese largo comentario, incluso critica... Se opina y valora hasta de lo que se desconoce.

Las redes sociales han hecho que surjan, junto a las informaciones interesadas de grupos específicos, lo que se denomina *troll* o autor anónimo: aquel que opina de todo, sea política, educación, sociedad...; a la vez que está pendiente de cualquier opinión o noticia para corregir al

autor de la misma, a cualquiera que opine de otra manera a la suya. Uno de los objetivos de este tipo de autor es, ciertamente, llamar la atención, pero desde el anonimato. Es un papel que ha permitido que muchos ciudadanos muestren una radical desinhibición porque el anonimato les da una cierta protección y, con ella, la posibilidad de descargar sus odios, los rencores acumulados en su interior.

Esa masa de información más o menos adecuada, correcta o no, también ocurre en cuanto al hacer científico y tecnológico. Con ella se ha hecho dogma, para algunos, que si «la ciencia dice que», hay que aceptar lo que dice, aunque no se sepa qué dice, como palabra sagrada, y las noticias diarias parecen colmar esa palabra. Hay otros que, por el contrario, aunque sean minoría, rechazan cualquier progreso por considerarlo «artificial» frente a lo «natural», «ecológico», «no contaminado», «antitransgénico», etc. Tanta información diaria impide saber dónde estamos y cómo hemos llegado hasta aquí, cómo la especie a la que pertenecemos se ha ido transformando desde la Revolución agrícola hasta el día de hoy.

3. Lo que pretendo en las páginas que siguen es dar una información que responda a las dos últimas cuestiones planteadas. Una información dirigida y que no busca ser, precisamente y por ello, exhaustiva. Sí lo más clara posible y buscando aquellos momentos que considero básicos para responder adecuadamente a esas preguntas y que permitan, desde esas respuestas, analizar críticamente el entorno, cribar las informaciones que nos llegan. Y, sobre todo, que se hagan nuevas preguntas en un momento clave para la especie humana. Un momento realmente espectacular si nos convertimos en observadores de los

procesos que se han ido produciendo, cada vez más acelerados, y que estamos viviendo.

Un momento en el que se está considerando la existencia, nada menos, de dos tipos de personas: la humana y la cibernética. Cada una con sus derechos, y se supone que también con sus deberes. Un momento en el que la especie humana ha tomado en sus manos su propio destino sobre la superficie terrestre y puede hacer desaparecer esa especie sobre la biosfera gracias a sus arsenales atómicos, o puede alterar el genoma de cualquier especie y, en particular, de la suya propia.

El espíritu crítico del ciudadano no puede quedar anclado, escindido en las dos consideradas culturas, la científica y la humanística. El hombre que solo se considera de letras no hace otra cosa que ocultarse a lo evidente: el manejo que hace a diario, a todas horas, de una serie de artefactos que han sido diseñados y construidos gracias, precisamente, a lo que ignora y pretende seguir ignorando. Pretensión que a veces intenta ocultar alegando que se centra en las humanidades, con lo cual parece afirmar que las construcciones científico-tecnológicas son obra de alienígenas. Trata de ignorar o de ocultar que la historia de la especie humana en estos doce mil años va ligada íntimamente a la ciencia y la técnica que la especie a la que pertenece, la especie humana, ha ido construyendo, elaborando. Y esto es algo que todo ciudadano debe conocer, integrar en lo que habría que considerar, auténticamente, de humanidades.

Desde esta convicción insisto en afirmar que el momento que se está viviendo obliga a plantearse muchas cuestiones de toda índole y no solo a nivel profesional o ético. Para ello, se debe saber, con algo de precisión, dónde estamos y, sobre todo, meditar en cómo hemos llegado hasta aquí. Desde estas dos coordenadas, tratar de

reflexionar sobre nuestra situación en la biosfera, sobre nuestro presente y futuro inmediato. Sabiendo que esta especie a la que pertenecemos, en el brevísimo tiempo que lleva sobre la superficie terrestre, se ha expandido por esa superficie colonizando casi todas las regiones. Con ello ha demostrado una capacidad agresiva y adaptativa excepcional; adaptación a las situaciones que va construyendo de un modo radicalmente agresivo a su entorno y que, en principio, no parece haber perdido esa capacidad, aunque la situación actual exija de una atención especial.

Hay que tener presente que cuando se habla del papel de la ciencia y la técnica, no se olvida, en modo alguno, que los artefactos que ha ido elaborando la especie humana para convertirse y continuar siendo especie humana, no son artefactos estrictamente materiales, sino también conceptuales y simbólicos. Con ellos ha provocado cambios en los modos de pensar, de actuar; ha dado origen a nuevas ideologías, nuevos dogmas, ha creado y manejado formas de energía como la electricidad o la termodinámica con las que ha modificado las estructuras sociales, ha hecho surgir el proletariado y la lucha de clases, los distintos socialismos, la forma de democracia que todavía hoy se mantiene.

4. Debo hacer, al menos, dos advertencias: la división que adopto por siglos es, como toda división cronológica, arbitraria. Se puede afirmar que, por ejemplo, el siglo xx comienza al iniciarse la Gran Guerra, la de 1914, en Europa con el incidente de Sarajevo, por las repercusiones que tuvo en todos los órdenes, por la reestructuración geopolítica mundial a la que dio origen. Y que ese siglo termina en 1989 con la demolición del muro de Berlín, con la guerra de los Balcanes y Sarajevo nuevamente de

protagonista. Y así con los demás siglos. Sin embargo, por razones de comodidad, he adoptado el tópico establecido pensando en el lector, para que no tome como extravagancia los nuevos límites que pudiera ir poniendo. Creo que ello le distraería de lo que ha de considerar más importante: el contenido del texto.

En un libro de estas características parece obligado expresar el agradecimiento a quienes, de una u otra manera, han colaborado o ayudado en su confección. Alargaría en exceso el texto y siempre habría algún olvido, inexcusable. Por ello me limito a expresar ese agradecimiento a Alejandro Sierra Benayas por la amable acogida de este libro en su editorial Trotta; a Alejandro del Río, porque gracias a su labor esta obra aparece como la tiene en sus manos el lector; en otro orden de cosas, a Teresa Martín Santos, auténtico punto de apoyo para mi mantenimiento vital; y a aquellos alumnos que recorrieron conmigo las etapas iniciales de esta breve historia de la ciencia y la técnica, de esta, en el fondo, breve historia de la humanidad.

## DÓNDE ESTAMOS Y CÓMO HEMOS LLEGADO HASTA AQUÍ

### DÓNDE ESTAMOS

1. Es una pregunta cuya respuesta parece clara: en el tiempo, y nos encontramos en el tercer milenio en uno de los calendarios, el gregoriano, en el cual medimos artificialmente el tiempo; en el espacio, nos encontramos en España, un país de Europa occidental del planeta Tierra que pertenece al sistema solar miembro de una de las miles de millones de galaxias existentes y a la que se nombra Vía Láctea; en lo político-social, en una sociedad enmarcada en un Estado que pretende ser de bienestar.

Realmente lo que menos importa son estas coordenadas; lo que importa es observar que se vive en una sociedad estructurada, colonizada por artefactos. Artefactos que, por serlo, han sido diseñados, producidos, distribuidos, consumidos por lo que calificamos de seres humanos y que, en el fondo, son seres convertidos en artefactos entre artefactos.

De hecho, se vive en un entorno espacio-temporal-social donde lo que podría ser considerado artefacto, porque no se da por sí en la *physis*, en la naturaleza —como se dan las amapolas, por ejemplo—, se considera todo lo contrario, se ha convertido en lo natural. Artefactos contruidos, fabricados a base de otros artefactos previos como los

vestidos que antes se fabricaban con productos que se consideraban «naturales», tales que lana o algodón y que ahora se hacen a partir de productos ya previamente manufacturados como los sintéticos y fabricados en serie con ayuda de otros artefactos.

Artefactos materiales son las casas o los edificios en los cuales se vive, las ciudades, las carreteras asfaltadas o no; la bombilla, el ordenador, el teléfono —móvil o fijo—, la mesa en la que se apoyan, la televisión, la silla en la que ahora están sentados, el coche, los utensilios de cocina, las ropas con las que se cubren o las monedas que emplean en sus intercambios de consumo. También se pueden considerar artefactos materiales, ahora vivos, los animales de granja —vacas, cerdos, gallinas...— que han dejado de ser «libres» para ser fabricados en serie para consumo humano. Igualmente son artefactos, aunque no materiales, los mitos, las creencias, las ideologías construidas por el hombre a lo largo de su historia, como lo son un teorema matemático, unas teorías como la física newtoniana o la mecánica cuántica, un poema, un cuarteto de cuerda, una novela, una película. Estos últimos, y resalto los términos, hacen soñar, desear, imitar, rechazar, pensar, en una palabra, hacen vivir con y gracias a los artefactos materiales anteriores. Unos y otros estructuran un cierto estar en el mundo, condicionan la conciencia, designe lo que designe este término, de los individuos.

2. El mundo en el que nos encontramos inmersos está constituido por esos tipos de artefactos que se pueden clasificar en tres grandes bloques: materiales, simbólicos, conceptuales. Artefactos entre los cuales y de los cuales vivimos como seres auténticamente escindidos. Han ampliado las experiencias vitales de todos, experiencias que no quedan tan solo en el ámbito tecnológico, que es el

más llamativo en estos momentos, porque son experiencias que se siguen dando y viviendo en ámbitos como el simbólico, el conceptual.

Esos ámbitos han dado paso a un hábitat, a un artefacto muy especial. La ciudad, la casa, el entorno espacial que nos rodea son constructos, artefactos materiales contruidos atendiendo hoy día a un diseño previo realizado utilizando unos instrumentos propios de lo conceptual: los proporcionados por la geometría métrica euclídea, ayudada por el cálculo diferencial e integral.

Las paredes de las habitaciones son perpendiculares a los suelos y techos, y paredes, techos y suelos conforman espacios delimitados por planos paralelos entre sí; las ventanas y las puertas se diseñan y fabrican atendiendo a una forma rectangular como los libros, las mesas, los folios, o, de tener otras formas, también se diseñan y fabrican atendiendo a los mismos artefactos conceptuales.

Y he dicho *son* porque, en general, esas formas no las percibimos como son en sí, como han sido diseñadas y contruidas: el paralelismo no se percibe. La geometría métrica euclídea es una de las geometrías más antiintuitivas de las contruidas por el hombre: sabemos cómo son algunas de estas formas, aunque no las percibimos como tales.

Si el hábitat en el que vivimos es geométrico métrico euclídeo, nuestra acción diaria viene enmarcada por otro elemento matemático, ahora aritmético. Al pagar un café, una fotocopia, un libro, una entrada para un concierto, al hacer la compra en el supermercado, hay que contar. Un contar que supone sumar, restar, calcular... Al mirar un reloj para ver el tiempo que, pongo por caso, tardaré en llegar a un lugar, se siguen viendo cifras, calculando números. Y no hago referencia a las noticias de la radio, por ejemplo, donde todo es número y tantos por ciento, el

de muertos y heridos en uno u otro atentado, en uno u otro bombardeo, el número de manifestantes o de parados, las cifras de Hacienda, los millones de euros depositados en los llamados paraísos fiscales...

También se tienen momentos en los cuales se organiza un viaje estudiando rutas y viendo planos con sus elementos topológicos, de lugar, incardinados. Elementos topológicos que, por otro lado, se viven a diario porque se entra y sale de habitaciones pasando así por la frontera de entornos abiertos o cerrados, de interior a exterior o al contrario. Lo mismo que al hacer fotografías, al ver una película en cine o televisión se manejan unos rudimentos de otro tipo de geometría, la proyectiva, que no es métrica.

Y no puedo dejar a un lado la matemática computacional, la que se encuentra en la base de los ordenadores, los teléfonos móviles, en la de cualquier tipo de artefactos y de tal manera que se puede afirmar que nos encontramos en un mundo digitalizado por lo que, de ser hackeados o tener un fallo o incluso un parón eléctrico, se puede llegar a paralizar la vida del país. Una matemática que está en la base de la informática y, con ella, de todo lo relacionado con algoritmos y, consecuentemente, con la inteligencia artificial y su compañera la robótica, con la nanotecnología.

Lo que acabo de indicar es que junto a los artefactos materiales, el mundo en el que nos encontramos está constituido de artefactos conceptuales y entre ellos he destacado los matemáticos —geométricos, aritméticos, topológicos, estadísticos, computacionales—. Los artefactos matemáticos se muestran, realmente, invisibles en su radical presencia, pero sin ellos no existiría la sociedad en la cual nos encontramos.

Artefactos como elementos constantes ante nuestra conciencia que dejamos a un lado en nuestro pensar y vivir,

como si no estuvieran ahí, y nos imaginamos una conciencia llena de fenómenos trascendentes o inmanentes pero jamás semejantes a aquellos que condicionan nuestra vida minuto a minuto, día a día. Incluso algunos intentan captar los objetos como son fenomenológicamente ante nuestra conciencia, pero nunca encuentran las formas geométricas, los cálculos, los topos, los algoritmos, en esas experiencias fenomenológicas.

Artefactos materiales, conceptuales, pero también los hay simbólicos. Entre las coordenadas en las cuales nos encontramos mencioné que estamos inmersos en una sociedad que exigimos sea de bienestar. Exigimos educación gratuita, sanidad gratuita, servicios gratuitos, seguridad social gratuita, exigimos opinar de todo y, sobre todo, participar en todo. Pero, a la vez, asumimos que el Estado sea, al menos, proteccionista: lo hacemos responsable de que la Administración funcione, de que no haya parados, que proteja a la sociedad de posibles atentados garantizando a la vez la libertad de todos y cada uno de sus miembros, que sea responsable de la moral ciudadana a través de la enseñanza y que también sea el recaudador de impuestos para llevar a cabo las labores encomendadas.

Inmersos en una sociedad que se cree laica, pero que realmente se estructura bajo una burbuja o ámbito simbólico, mítico-religioso, porque se encuentra inmersa en unas creencias y unas ideologías que se viven con una fe radical y basadas ahora en unas convicciones bajo rúbricas muy diversas y que se acogen a recetas como las de democracia, progreso, evolución, género, igualdad, feminismo, derechos «humanos», etc., avaladas en todo caso por «lo científico», porque «lo dice la ciencia».

Dogmas y creencias mítico-religiosas, con sus valoraciones asociadas, que se estiman tan fundamentales

para nuestro actual modo de vivir que se intentan imponer a cada miembro de estas sociedades occidentales, condenando a quienes no los aceptan. Tan fundamentales que aparentemente también se tratan de imponer a otras sociedades a las que, si es preciso, se las intenta «revolucionar» con «primaveras democráticas», pero se las termina bombardeando, eso sí, con drones o aviones no tripulados para que los muertos no sean los de nuestra sociedad, sino los de aquellas a las que se bombardea por no aceptar nuestros artefactos ideológicos, mítico-religiosos y económicos.

Nuestra sociedad occidental vive encerrada bajo los ámbitos conceptual, tecnológico y simbólico que proporcionan un mundo de creencias, un mundo lleno de dogmas que, por adoptarse como tales, se muestran intocables y se han convertido en los principios reguladores del comportamiento de los individuos. En el fondo se tiene que vivir la vida, escindida, en cada uno de ellos. Vivir porque hoy día en el trabajo conceptual hay que ayudarse del ordenador, del correo electrónico, hay que enlazar lo conceptual y lo tecnológico para intentar lograr un conocimiento que vaya desde el átomo hasta el cosmos. Y no solo lograr o conseguir un conocimiento, sino simplemente vivir, comunicándose con otros, trasladándose de un lugar a otro, descansar o escuchar un cuarteto.

3. Situados en un mundo de artefactos hay que destacar que vivimos momentos muy especiales como miembros de las sociedades occidentales: los avances científico-tecnológicos están provocando profundas transformaciones en las relaciones sociales y políticas, en el comportamiento individual. Menciono, simplemente, unos ejemplos.

En lo tecnológico hay que recordar los primeros aparatos de televisión, en blanco y negro, y el paso a la

televisión en color, los mandos a distancia, la multitud de canales; contemplar en ese televisor los primeros vuelos a la Luna, las estaciones espaciales convertidas hoy en rutina... O el ordenador, y unos simples datos: en 1975 Gates y Allen fundan Microsoft; el 24 de agosto de 1995 lanzan Windows 95 y en cinco semanas venden siete millones de copias; Google —nombre homenaje al número gúgol:  $10^{100}$ — surge el 27 de septiembre de 1998. La revolución provocada en la telefonía móvil con el iPhone que se anuncia en enero de 2007 y se comercializa en junio de ese año y ha convertido a los viandantes en aparatos ligados a un aparato cuando marchan por la calle... A todo ello se suma la creación de Internet donde se tiene la Enciclopedia Universal, Wikipedia, y, sobre todo los nuevos medios de opinión a través de las llamadas redes sociales constituidas por Twitter, Facebook o whatsapp.

La inteligencia artificial y su compañera fiel, la robótica, han propiciado logros que han llevado a proclamar que nos encontramos en los inicios de la «cuarta revolución industrial», más potente que las anteriores, las provocadas por la máquina de vapor, la electricidad o la electrónica.

Si la robótica obliga a la búsqueda de nuevas formas de trabajo como ya ocurriera en las anteriores revoluciones, esa búsqueda adquiere unas dimensiones mucho más profundas. Se puede afirmar que la robotización ha ido colonizando ciertos aspectos clásicos como los de la productividad industrial y la de servicios, en cuyos terrenos ha provocado la aparición de un paro estructural y una crisis económica que no son hechos momentáneos, sino estructurales. Como ejemplo se tiene la eliminación de millones de puestos de trabajo que se calcula en un 12 % en los países occidentales en lo que llevamos de siglo. En China se anunció para 2016 que las fábricas Samsung pasarían de 150 000 empleados a solo 60 000; mientras

que los fabricantes del iPhone anuncian la pérdida de más de un millón de puestos de trabajo. En estos dos últimos casos, los trabajadores «seres humanos» son reemplazados por otros artefactos, los robots, en un proceso que se califica de fabricación total automatizable. Con una precisión: es un proceso que va más allá de esos terrenos y afecta, cada vez de modo más acelerado, a todos los campos de la actividad humana. En el Parlamento Europeo se ha planteado sustituir el término «robot» por el de «persona cibernética» a partir de 2018, lo cual supone que, como tal persona, cuando se la tenga como trabajadora en una fábrica, en una oficina, en un hospital, en casa, haya que darla de alta en la seguridad social de cada uno de los países miembros.

Es una revolución la que estamos viviendo que ha llevado a plantear la distinción entre dos tipos de personas: humana y cibernética. Para algunos científicos, todo ello constituye el mayor peligro que se cierne sobre la especie humana, mayor que el de una posible guerra nuclear o la degradación del medio ambiente.

En esta cuarta revolución integro la acción humana sobre la biosfera, que es algo más que la tan difundida intromisión en la capa de ozono. Una acción permanente desde la Revolución agrícola, pero que en el último siglo se ha llevado a cabo de manera tan radical que los geólogos consideran que se ha entrado en una nueva fase geológica, el *Antropoceno*, cuyo punto inicial sitúan en el año 1950 por los residuos radioactivos provocados por las bombas atómicas.

4. Si nos situamos en el Antropoceno, donde el ser humano se ha convertido en un elemento que condiciona hoy día las transformaciones de la biosfera, se tiene otra revolución quizá más profunda por sus consecuencias

éticas: la producida en los terrenos de la biología. En ella se ha pasado a la biotecnología con el manejo de los genes mediante un instrumento, el CRISP/Cas9. Esto supone la posible manipulación del genoma de todas y cada una de las especies conocidas, incluida la especie humana, de manera precisa y casi totalmente fiable. Sabiendo que la actuación que se realiza en los genes se hereda, se incorpora a la especie; en otras palabras, sabiendo que los caracteres adquiridos se heredan. Aunque, como el hacer científico es imparable, se anuncia que se están logrando técnicas de manipulación que dejen intacto ese genoma y actúen únicamente sobre el individuo, con lo cual se permiten afirmar que se pueden dejar a un lado los problemas éticos que esa actuación conlleva.

Avances en el interior de los tres ámbitos que, en su transcurrir, conducen a la aparición de nuevos conceptos, de un nuevo tipo de habla y escritura y, con él, de una nueva manera de comportarse, de estar en el mundo. Un estar en el mundo radicalmente nuevo porque, en estos momentos, la especie humana se ha convertido en un agente esencial para el destino del planeta Tierra o, más bien, de su biosfera y, en ella, de la propia especie humana.

Hay que observar que todos estos logros tan revolucionarios muestran dos caras, son armas de doble filo que sitúan a la especie humana como la que tiene en sus manos su destino. No se trata ya de adelantar o atrasar su obligada desaparición, que está fijada astronómicamente, sino más bien de cómo va a ser esa existencia desde ahora hasta esa desaparición obligada como especie sobre la Tierra. No hay que olvidar que desde que una acción se muestra posible, esa acción se termina llevando a cabo.

Desde esa experiencia vital que todos hemos vivido, que todos estamos viviendo, desde el reconocimiento tanto de vivir escindidos en esos tres ámbitos como de experimentar

unos cambios realmente espectaculares, en todos los sentidos, de estar viviendo una serie de permanentes revoluciones —seamos o no conscientes de ellas— con la inteligencia artificial y la robotización, la ingeniería genética, la nanotecnología..., es inmediato tratar de responder a otra pregunta:

## ¿CÓMO HEMOS LLEGADO HASTA AQUÍ?

5. Los cambios y transformaciones que se han vivido y se están viviendo, y que han llevado a que la especie humana sea aquí y ahora una de las mayores fuerzas geológicas terrestres, se han apoyado en unos factores básicos, esenciales:

- el hacer científico, en sus diversas caras;
- el hacer técnico, ingenieril.

Dos elementos unidos actualmente en el sentido de que no hay ciencia por un lado y técnica por otro, sino que se han convertido en dos caras de un mismo y único hacer, la *tecnociencia*.

Son dos factores que han radicalizado los rasgos constitutivos de la especie humana, los que se originaron en la Revolución agrícola y están reflejados en la agresividad y la capacidad de adaptación que se manifiestan, muy en esquema, en los tres puntos siguientes:

1. Capacidad manipuladora sobre lo que nos rodea, plantas, animales o minerales, lo que obliga a la construcción de cierto tipo de artefactos.

2. Guerras para defender los terrenos sembrados, los animales domesticados, pero también para obtener lo ajeno; obliga a construir artefactos específicos.

3. Esclavitud: se requiere mano de obra para llevar a cabo la manipulación sobre el entorno. Se justifica «racionalmente» afirmando que el esclavo es esclavo por su naturaleza o esencia.

Los dos factores básicos unidos en la tecnociencia han propiciado un tercero:

- La aparición de sucesivas «revoluciones» que han llevado a modificar las circunstancias político-sociales, los comportamientos y creencias de las sociedades y de los individuos.

Revoluciones que en lo técnico y en lo científico se han venido produciendo básicamente desde los siglos XVII y XVIII en sucesivas oleadas —las llamadas cuatro revoluciones industriales— que han llevado a la reafirmación de los distintos sistemas capitalistas que hoy día rigen los países occidentales y que han provocado y provocan cambios radicales en las circunstancias económicas, en los procesos productivos y de intercambios, en los procesos de distribución y consumo.

Las revoluciones conceptual-tecnológicas han sido y son las causantes, en último término, de las transformaciones en las sociedades occidentales, no las ideologías; han sido y son la causa de que la prosperidad aumente, la educación se generalice, la sanidad crezca, disminuya la mortalidad infantil, cambie el papel social de la mujer, la esperanza de vida se alargue, surjan el proletariado y las clases sociales..., en otras palabras, que se modifiquen las condiciones de la sociedad y de ese estar en el mundo del individuo.

Han sido y son las que han propiciado la aparición de algunas ideologías bajo el ámbito simbólico que han acelerado o retrasado esas revoluciones en el mundo occidental, pero que no han logrado impedir las. Revoluciones apoyadas por la radicalización y amplificación

de los tres rasgos constitutivos de las sociedades desde la Revolución agrícola: agresividad y capacidad de adaptación con sus secuelas de manipulación del entorno, guerras, esclavitud. Son las que han conducido a la cuarta revolución industrial.

6. Lo anterior me lleva a una afirmación muy tajante: el hacer científico, tal como lo entendemos hoy día, surge en el llamado mundo occidental y básicamente a partir del siglo XVII. Todo lo demás es, respecto a la ciencia en sí, precedente. Con una especie de ironía: siempre que alguien tiene una idea original, algún historiador —en general, mediocre— rastreará para decir que hubo precedentes, que ya otros tuvieron esa idea; que, por supuesto, no la llegaron a formular jamás como la formula el autor de referencia, pero...

En el siglo XVII se produce la Revolución científica, que supone la construcción y aceptación de una nueva visión del cosmos, de la naturaleza, visión que se convierte en tan sacralizada como la anterior. Visión en la cual el hombre pasa a ser «dueño y señor de la *physis*», en palabras de René Descartes, uno de los grandes pensadores y científicos de todos los tiempos situado justamente en los inicios de esa revolución calificada de mecanicista.

Terminará siendo el hombre, no un Ser supremo o un delegado del mismo, quien se dé o establezca su regulación sociopolítica mediante la elaboración y establecimiento de constituciones. Estas siguen el esquema hipotético-deductivo matemático: se formulan unos postulados o leyes y se solicita que se admitan; admitidos, hay que actuar conforme a los mismos, hay que seguir esos postulados, esas leyes que determinan, realmente, el campo de juego político-social. Son postulados que pueden ser cambiados, modificados y reemplazados por otros. Lo único que se

muestra necesario es el hecho de establecerlos, de formalizar unas reglas de juego para que todos puedan jugar. Es el *more geometrico demonstrata* para la ética en Spinoza; el *Leviatán* de Hobbes para lo político.

Lo mismo que, y para completar las reglas del juego, terminará estableciendo, en lo político, un sistema oficialmente democrático autorregulado por partidos, mientras para su autorregulación en lo económico llegará a la creación de los sindicatos.

En el proceso se han de construir los artefactos correspondientes para manipular y tratar de apropiarse de esa *physis* de la que, por otro lado, la especie humana forma parte. Artefactos que no son únicamente técnicos materiales o de producción y consumo, sino básicamente técnico-conceptuales —lo que algunos denominan «cultura»— con los cuales llevar a cabo esa dominación en pugna, en muchas ocasiones, con el ámbito simbólico. Artefactos teóricos o conceptuales y materiales o tecnológicos que se plasman en la experimentación.

El papel de un posible Ser supremo cambia radicalmente en esta nueva visión del cosmos y deja de tener la imagen que se le atribuía en otras visiones para quedar abocado a unas experiencias de carácter básicamente individual o, más radicalmente, se le acaba dejando sin papel alguno al establecer la «muerte de Dios».

7. Hay, es claro, una base y unos precedentes para llegar a ese cambio de visión que tampoco se produce de manera instantánea. Unos precedentes y una base que califico de Memoria de especie y que se origina en la Gran Revolución, la agrícola, hace unos doce mil años. La primera gran revolución porque marcó, realmente, a la especie humana, ya que la convirtió en lo que es hoy, una especie manipuladora de la *physis* a base de artefactos con