PENÍNSULA ATALAYA

Alberto Garzón

Por qué soy comunista

Una reflexión sobre los nuevos retos de la izquierda

Alberto Garzón

Por qué soy comunista

Una reflexión sobre los nuevos
retos de la izquierda

ediciones península

© Alberto Garzón Espinosa, 2017

Queda rigurosamente prohibida sin autorización por escrito
del editor cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública
o transformación de esta obra, que será sometida a las sanciones establecidas por la ley.
Pueden dirigirse a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org)
si necesitan fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra
(www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).
Todos los derechos reservados.

Primera edición: octubre de 2017

© de esta edición: Grup Editorial 62, S.L.U., 2017
Ediciones Península,
Diagonal 662-664
08034 Barcelona
edicionespeninsula@planeta.es
www.edicionespeninsula.com

PAPYRO - fotocomposición
EGEDSA - impresión
DEPÓSITO LEGAL: B. 16.818 - 2017
ISBN: 978-84-9942-638-9

ÍNDICE

Guía de lectura 11

Introducción: El comunismo en el siglo XXI 15

PARTE I. LA CIENCIA Y EL SOCIALISMO 23
1. La ciencia y nuestro mundo 31
2. El socialismo científico 93

PARTE II. LA POLÍTICA Y EL CAPITAL 137
3. La clase social importa 145
4. Estado e instituciones 185

PARTE III. ACTUALIDAD POLÍTICA 245
5. La crisis en España y Europa 249

Conclusiones 317

Agradecimientos 323

1

LA CIENCIA Y NUESTRO MUNDO

Probablemente parezca extraño que un libro sobre marxismo comience con un capítulo dedicado a la ciencia. Pero lo considero necesario. El objetivo no es solo recordar que los comunistas debemos tener formación científica, por razones que más tarde se expondrán, sino también poner de manifiesto cómo ha avanzado realmente la ciencia y qué conocimientos nos ha aportado y aporta hoy. El comunismo aspira a transformar la realidad, y para ello necesitamos comprenderla. No solo comprender su parte social, sino también su parte física. No es posible concebir una nueva sociedad sin atender a la tecnología actual, pero tampoco lo es sin conocer cuáles son los riesgos y preocupaciones que, a los ojos de la actividad científica, emergen en nuestro planeta.

En este capítulo haremos un breve, pero intenso y espero que también estimulante, recorrido por la historia de la ciencia. Veremos cómo verdades que estaban socialmente establecidas fueron cuestionadas y superadas gracias a la ciencia, y veremos igualmente cómo muchas de nuestras actuales creencias y opiniones también son hijas de nuestro tiempo y, a menudo, ya han sido desmentidas por el avance científico. En

consecuencia, nuestra humildad ha de ser restituida no solo a efectos de tamaño, pues somos una mota de polvo en el espacio y un instante en el tiempo, sino también a efectos de concepción política. Recordemos: *de omnibus dubitandum*.

La ciencia también nos enseña a hacernos las preguntas adecuadas, a mirar el mundo a través de unas lentes críticas y, adicionalmente, a reflexionar sobre los métodos científicos. Durante mucho tiempo se pensó que solo existía un único método para obtener el conocimiento, pero los descubrimientos científicos, y sobre todo la reflexión filosófica sobre los mismos, han puesto de relieve que eso no es así. Las viejas e inflexibles certezas acerca de cómo la humanidad avanzaría inevitablemente por la senda del progreso gracias a un método infalible que nos permitiría obtener conocimiento han dado paso a una concepción del método científico mucho más abierta, que implica variables históricas, sociales e incluso políticas en el proceso de generación de nuevo conocimiento.

Esto no significa que cualquier método sea válido, puesto que sí existen una serie de criterios mínimos que han de respetarse para mantener el rigor y aproximarnos con fiabilidad al conocimiento. Lo que se cuestiona es la vigencia de una suerte de modelo canónico que toda disciplina debería asumir. Y esto es realmente importante en lo que se refiere a la ciencia social, es decir, al estudio de los fenómenos sociales. Como es bien sabido, estos fenómenos son cualitativamente distintos a los físicos y, sin embargo, durante siglos fueron muchos los pensadores sociales, sobre todo economistas, que creyeron que el estatus científico de sus disciplinas era equiparable al de la física. En efecto, con los descubrimientos de Newton la física se convirtió en el arquetipo del resto de las disciplinas. Una realidad que llega hasta el día de hoy, cuando especialmente los economistas dicen ser expertos tecnócratas o científicos que trabajan con modelos de la misma categoría científica que

la física. Como veremos, a la economía aún no le ha llegado ni su revolución copernicana ni su física cuántica.

Todo esto servirá para dotarnos de un bagaje científico y metodológico suficiente para afrontar los capítulos posteriores con más humildad, menos dogmatismo y, sobre todo, más claridad.

Cómo es realmente nuestro universo

Actualmente la esperanza de vida en España ronda los ochenta años, lo que quiere decir que esa es la edad promedio que vivirán las personas que nazcan ahora si la tasa de mortalidad se mantiene estable (es decir, si no hay fenómenos anormales como guerras o hambrunas). En los años ochenta, cuando yo nací, ese promedio de edad era de setenta y cinco años. Las mejores condiciones de vida alcanzadas en estos treinta años han permitido reducir la tasa de mortalidad y han elevado la esperanza de vida. Algo que es motivo de celebración.[1] Ahora bien, como se trata de promedios, siempre habrá personas que vivan más años y otras que vivan menos. Pero en general somos conscientes de que nuestra vida es limitada y que difí-

1. No obstante, hay que tener en cuenta que no siempre se llega al final de la vida en las mismas condiciones. A veces una vida más larga es también una prolongación del sufrimiento. Desde 2001, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publica el *indicador de esperanza de vida saludable* con objeto de cuantificar el número de años que una persona puede vivir con salud completa, es decir, sin sufrir enfermedades o dolencias graves. En España el promedio de años adicionales que un hombre y una mujer de 65 años pueden vivir libres de enfermedades graves es de 9,7 y 9 respectivamente, frente a la esperanza de vida de 19 y 23 respectivamente. En suma, se vive más tiempo, pero no siempre mejor, algo particularmente relevante en las discusiones sobre pensiones y edad de jubilación.

cilmente superará los cien años. Y con eso en mente organizamos nuestras vidas y tomamos decisiones. Nuestro mundo personal está construido por entero sobre este hecho: la finitud de nuestra vida individual.

Cuando los nacidos en los años ochenta llegamos al mundo, había ya muchas cosas que estaban ahí y que habían llegado antes que nosotros. La escritura es una de ellas. Surgió hace más de cinco mil años en Babilonia, de modo que desde mi visión personal —y la de muchas de las generaciones anteriores— siempre ha estado ahí. Lo mismo sucede con el capitalismo, que surgió hace unos trescientos años y que para mí también ha estado siempre ahí. Es más, desde mi punto de vista ambos fenómenos son de hecho casi naturales. Y digo casi porque en realidad sabemos, gracias a la historia y a la ciencia, que hubo un tiempo en el que los seres como yo, de la especie *Homo sapiens sapiens*, no sufrían el capitalismo ni tenían escritura. Pero, en ausencia de estos conocimientos, ambos fenómenos serían tan naturales como respirar. Y, de hecho, así tendemos a pensarlo en cuanto nos despistamos. Como ocurre con tantas otras cosas a las que nos hemos acostumbrado aunque también hayan tenido un comienzo. Tendemos a mirar la vida social desde nuestra propia óptica vital y solo en raras excepciones pensamos desde el punto de vista histórico.

Por eso, cuando nos dicen que nuestro universo tiene 13.800 millones de años, nos quedamos bastante fríos. Sabemos que es mucho, pero somos incapaces de establecer una comparación adecuada. Es una cifra demasiado grande para que nos hagamos una idea concreta de su verdadera magnitud. Al fin y al cabo, como hemos dicho, lo normal es que concibamos los fenómenos en relación con nuestra propia existencia. Como dice el cosmólogo Lawrence M. Krauss (1954), «la evolución no preparó nuestras mentes para apreciar cortas o largas escalas de tiempo o cortas o enormes distancias que no pode-

mos experimentar directamente».[2] Pero podemos hacer un esfuerzo comparando con el ya citado origen de la escritura hace más de cinco mil años. Si colocásemos ambos acontecimientos en un calendario de 365 días, con el origen del universo en el día 1 de enero, la escritura habría aparecido a las 23.59 horas del día 31 de diciembre. ¡Casi nada! Todo lo que conocemos como historia de la humanidad estaría circunscrito a los últimos minutos del día de Nochevieja. Y el capitalismo habría surgido tres milisegundos antes de terminar el año.[3]

Si nos ha parecido poco, pensemos que la ciencia ha averiguado que nuestra especie apareció en el mundo hace unos doscientos mil años. La cerámica lo hizo hace veinticinco mil años. La revolución neolítica, con la domesticación de los primeros animales, la aparición de la agricultura y el inicio del reemplazo de los utensilios de piedra por los de metal, sucedió hace entre doce y siete mil años. Como contraste con estos datos, piénsese que un libro relativamente reciente como la Biblia sitúa la creación del mundo en solo unos seis mil años de antigüedad.[4]

En efecto, el conocimiento científico actual nos ha hecho muy pequeños como especie y como individuos. Nuestros ancestros, leyesen o no la Biblia, nunca pensaron en un pasado tan extenso. Gran parte de ellos aceptaron la idea recogida en la conocida frase de Protágoras (486 a. n. e. - 411 a. n. e.), según la cual «el hombre es la medida de todas las cosas, de

2. L. M. Krauss, *La historia más grande jamás contada… hasta ahora*, Pasado & Presente, Barcelona, 2017.

3. Si al lector o lectora le ha parecido curiosa esta comparación, por otro lado clásica, sugiero el visionado del capítulo 1 del documental *Cosmos* en su nueva etapa, presentado por el astrofísico Neil deGrasse.

4. Se trata de una estimación hecha por el arzobispo James Ussher (1581-1656) a partir del estudio de las generaciones que aparecen en la Biblia.

las que son en cuanto que son y de las que no son en cuanto que no son».[5] Pero la invención del telescopio en el siglo XVII comenzó a socavar la imagen de que el universo estaba hecho para el ser humano, y a partir de 1610 la humanidad fue desplazada del centro del universo. Como afirma el historiador de la ciencia David Wootton (1952), con el telescopio y el microscopio «las estrellas se convirtieron en copos de nieve y los copos de nieve se convirtieron en estrellas».[6] El filósofo John Locke (1632-1704) llegó a afirmar, en claro contraste con la mayor parte de la filosofía antigua y medieval, que «la Tierra no es un punto, sino una mota: nuestra pequeña mota de polvo, esta mota del universo».[7] Y el poeta Cyrano de Bergerac (1619-1655) resumió perfectamente la nueva forma de ver la relación entre humanidad y universo cuando atacó…

> … el insoportable orgullo de la humanidad, que se persuade de que la naturaleza solo ha sido hecha para ellos; como si fuera probable que el Sol, un cuerpo enorme, cuatrocientas treinta veces mayor que la Tierra, solo se hubiera encendido para madurar sus nísperos y engordar sus repollos.[8]

En suma, como afirma el astrofísico Christophe Galfard (1976), «comprobar la verdadera magnitud de nuestro mundo en el contexto espacial es, y será siempre, un ejercicio de hu-

5. Aunque la controversia sobre esta frase no está resuelta. Hay quienes interpretan la frase en su sentido antropocéntrico (considerar al ser humano como centro de todas las cosas), pero otros toman esa expresión en su sentido relativista, sobre el que volveremos más adelante. F. Coopleston, *Historia de la filosofía*, vol. 1, Ariel, Barcelona, 2011.

6. D. Wootton, *La invención de la ciencia*, Crítica, Barcelona, 2017.

7. *Ibidem*.

8. Citado en D. Wootton, *La invención de la ciencia*, Crítica, Barcelona, 2017.

mildad».[9] Y si somos pequeños y diminutos ante el universo, también lo es el capitalismo frente al universo. Al fin y al cabo, nuestro lugar en el mundo es bastante más humilde del que pensábamos y lo que nos parece natural desde el punto de vista individual no lo es tanto desde el punto de vista histórico.

Afortunadamente, hemos ido saliendo de la ignorancia con mucho esfuerzo, gracias a la contribución de grandes científicos y científicas[10] que, como veremos, desafiaron el *sentido común* de cada época. La ciencia ha ido desentrañando los muchos misterios de la naturaleza, y hoy conocemos mucho mejor el universo en el que vivimos y también, en particular, el planeta en el que nos insertamos como especie. Desgraciadamente, el mayor conocimiento del estado y la evolución de nuestro planeta no está siendo suficiente para detener su destrucción. Los desafíos ecológicos que hoy conocemos y que en otra época se ignoraban chocan de forma directa con la lógica de nuestro sistema económico.

Y es que la ciencia no solo nos ha permitido entender con mayor humildad nuestro lugar en el mundo, sino que, además, y esto a menudo suele ser olvidado, nos ha dado muestras de la enorme fragilidad de nuestra especie y de nuestro entorno. Hoy sabemos que la acción del ser humano sobre el planeta amenaza con hacer de él un lugar imposible para la vida, y esto

9. C. Galfard, *El universo en tu mano*, Blackie Books, Barcelona, 2017.

10. Desgraciadamente, no solo la estructura social de las sociedades antigua y moderna ha sido injusta con las mujeres que se han dedicado a la ciencia, sino también la propia ciencia y la historia de la ciencia. Como ejemplos, el de Hipatia de Alejandría (355-415) en la Antigüedad y el de Rosalind Franklin (1920-1958) en la era moderna. El trabajo de Franklin fue fundamental para el descubrimiento del ADN y sin embargo careció del reconocimiento adecuado. El propio James Dewey Watson (1928), quien sí sería reconocido, escribió una mención en su obra a «las luchas a las que una mujer inteligente se enfrenta para ser aceptada en un mundo científico».

se refiere a las próximas décadas. El cambio climático es solo uno de los fenómenos que revelan los riesgos de no haber comprendido, con todas sus consecuencias, el conocimiento científico. Hemos llegado a acostumbrarnos a que la literatura y las películas de ciencia ficción traten sobre temas postapocalípticos derivados del destrozo medioambiental, pero no hemos avanzado lo suficiente en la toma de decisiones para evitar que esas distopías se conviertan en realidad. Fredric Jameson (1934) dijo con acierto que hoy es más fácil imaginar el fin del mundo que el fin del capitalismo, lo que tiene un reflejo evidente en la producción literaria y artística actual: un ejemplo notable y además muy recomendable es la película *Interstellar*. Sin embargo, hay quienes sostenemos que precisamente para evitar el fin del mundo tenemos que lograr el final del capitalismo.

Historia de la ciencia

No solo el lugar del ser humano y del planeta Tierra se vio modificado a lo largo del siglo XVII. También comenzó a cambiar la forma en la que se concebía la vida en general. Hasta entonces casi todos creían, por ejemplo, que el arcoíris era una señal de Dios o que los cometas presagiaban el mal. Aún hoy hay gente que piensa eso, desde luego. Pero con el inicio de la revolución científica muchas de estas ideas fueron demostrándose falsas, y se hallaron explicaciones convincentes para estos fenómenos, que no necesitaban de la acción de fuerzas místicas.

La revolución científica, que tuvo lugar en el siglo XVII, fue un hito que permite describir un salto cualitativo en nuestro entendimiento del universo y de la naturaleza. Sin embargo, el mismo concepto de revolución científica es relativamente nuevo. Los científicos que como Galileo o Newton hicieron

grandes descubrimientos sobre la naturaleza durante los siglos XVII y XVIII no los pensaron en términos de revolución. Sabían de la importancia de lo que estaban haciendo, incluso de los cambios radicales que significaban, pero no se tomaron sus trabajos de la misma manera que hoy tendemos a considerarlos. A diferencia de las revoluciones políticas, como la estadounidense o la francesa, cuyos protagonistas conocían y defendían el carácter revolucionario de sus actos, en el marco de la revolución científica no existía esa comprensión por parte de los científicos. Dicha etiqueta ha sido un producto posterior, obra de los historiadores del siglo XX que se encargaron de periodizar las etapas del conocimiento científico.

Hoy entendemos por revolución científica el proceso de ruptura con la cosmovisión dominante, es decir, con la forma de entender e interpretar el universo que era común hasta el siglo XVII. La ruptura se produjo, no sin dificultad, por la sucesión de descubrimientos que pusieron de relieve que la anterior comprensión del mundo era incorrecta. La revolución científica transformó la vida entera, hasta el punto de que es imposible imaginar las revoluciones políticas del siglo XVIII sin el precedente de sus descubrimientos y nuevas concepciones. Al mismo tiempo, como veremos más adelante, fue también la principal responsable de que la noción de progreso calase tanto en la sociedad.

A que este proceso de consolidación de una nueva ciencia tuviera lugar, contribuyeron especialmente el nuevo papel otorgado a la observación y la experimentación frente a la mera especulación, el redescubrimiento de los autores griegos de la Antigüedad y el progreso de las matemáticas.[11] De especial importancia fue el redescubrimiento de los autores pitagóricos, pues habían sido los primeros en hacer progresar el

11. D. Sánchez Meca, *Teoría del conocimiento*, Dykinson, Madrid, 2012.

estudio de las matemáticas y también en pensar que sus principios eran aplicables a todo el universo. La sociedad pitagórica fue fundada por Pitágoras de Samos (569 a. n. e. - 475 a. n. e.) como una comunidad religiosa que, entre otras cosas, defendía la metempsicosis o reencarnación del alma en algún otro cuerpo. Aunque esta visión del alma influyó destacadamente en Platón, la escuela pitagórica fue de importancia para los filósofos naturales de los siglos XVII y XVIII por su visión de las matemáticas. Los autores pitagóricos habían descubierto que los intervalos musicales que hay entre las notas de la lira podían expresarse numéricamente, y pensaron que la armonía del universo también dependía del número. Llegaron incluso a declarar que las cosas eran también números. Además, de acuerdo a estas ideas, plantearon de forma especulativa que la Tierra, el Sol y los planetas giraban en torno al fuego o corazón del cosmos, identificado con el número uno.[12] Estas ideas influyeron de forma decisiva en una nueva cosmovisión del mundo.

La cosmovisión anterior, con la que se rompía, también era de procedencia griega. Se trataba de un marco de creencias basado en las ideas de Aristóteles, y que luego el cristianismo, el judaísmo y el islam adaptarían a sus creencias, aunque manteniendo lo fundamental. Esto no significa que todo el mundo creyese en lo que decía Aristóteles, sino que buena parte del mundo occidental compartía una forma de concebir el mundo que se basaba en las ideas cristianizadas del filósofo griego.

Entre esos pilares fundamentales se encontraban las creencias de que la Tierra era estacionaria y que ocupaba el centro del universo, que el universo estaba dividido en dos niveles —el supralunar, donde todo era perfecto y existía una sustancia llamada éter, y el sublunar, en el que se instalaba la imperfec-

12. F. Copleston, *Historia de la filosofía*, vol. 1, Ariel, Barcelona, 2011.

ción— y que el círculo era la figura geométrica perfecta. Estas ideas se combinaban unas con otras en un puzle de creencias interrelacionadas de forma coherente que trataban de explicar y dar sentido a la propia existencia. Esa es, de hecho, una de las definiciones de la palabra «cosmovisión».[13] Es importante que entendamos esta idea de interconexión de ideas porque debemos estar prevenidos ante la tentación de acusar a esta cosmovisión de incoherente o absurda. Desde el punto de vista de una persona nacida en la antigua Grecia, tenía mucho sentido pensar de ese modo, pues todas sus ideas sobre la vida encajaban unas con otras. Pensar los fenómenos naturales y sociales a partir de esa cosmovisión era de sentido común. Es más, tuvieron que pasar más de diecisiete siglos para que se empezara a sustituir la cosmovisión aristotélico-cristiana por otra nacida de los nuevos descubrimientos de la revolución científica, a la que se ha convenido en llamar cosmovisión newtoniana.

Como hemos dicho, la fuerza de las ideas aristotélicas se derivaba de su capacidad para explicar el universo. Esas explicaciones partían de pensamientos puramente especulativos, pero sus planteamientos no chocaban con la experiencia cotidiana. Por eso formaban parte del sentido común de época con tanta facilidad: porque ese tipo de creencias no era incompatible con el mundo en que se vivía.

Por ejemplo, según Empédocles de Agrigento (495 a. n. e. - 444 a. n. e.), solo existen cuatro especies fundamentales y eternas de elementos: la tierra, el aire, el fuego y el agua. Todos los objetos que nos rodean son una combinación de estos elementos, y se forman a través de la fuerza del Amor y se destruyen a través de la fuerza del Odio. Aristóteles, que recoge esta idea, añade que la tierra es el elemento más pesado y, como el agua, su tendencia natural es a caer, mientras que el fuego y el

13. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.

aire son más livianos y tienden a subir. Esta interpretación de los cuatro elementos refleja la visión esencialista y teleológica del universo aristotélico: los objetos ocupan el lugar natural que depende de su esencia. Durante la Antigüedad griega, la mayoría de los filósofos concebía el universo como un espacio armónico. La vida se basaba en la armonía de todos los órganos que componen el universo, de tal manera que cada uno de ellos cumplía una función en interdependencia con los demás. La concepción aristotélica es una concepción organicista, teleológica y esencialista. Y a partir de estos principios especulativos, se explica, por ejemplo, por qué las rocas, hierros y metales (que se presuponen formados principalmente por el elemento tierra) caen.[14] Cualquiera que probara a tirar un trozo de metal al aire comprobaría que, efectivamente, caía.

Pero Aristóteles también concluye que la Tierra debe ser estacionaria, es decir, estar parada, pues argumenta que es difícil que exista un ente con fuerza suficiente para desplazar una roca semejante. El astrónomo Claudio Ptolomeo (100-168) también puso a prueba la posibilidad de que la Tierra se moviese, pero llegó a la conclusión de que necesariamente tenía que estar detenida. Primero argumentó que, si nuestro planeta estuviera en movimiento, dada la circunferencia de la Tierra, la velocidad debería ser tal que tendríamos que sentir el viento en la cara igual que cuando navegamos en barco. Pero eso no sucede. Como podemos comprobar, este es un argumento de sentido común que hace referencia a lo que efectivamente observa cualquiera. A ello añadió otro argumento más: si la Tierra estuviera en movimiento, al lanzar un objeto, este debería caer muy por detrás de nosotros, tal y como también ocurre cuando se navega. Pero eso tampoco sucede. Finalmente, Ptolomeo observó que, si la Tierra se moviera,

14. F. Copleston, *Historia de la filosofía*, vol. 1, Ariel, Barcelona, 2011.

el paralaje estelar (la desviación aparente con respecto a las estrellas) debería observarse como cuando nos movemos respecto a un punto fijo situado a unos metros, pero eso tampoco sucede y las estrellas parecen quietas. Estos tres argumentos fueron suficientes para pensar que la Tierra era estacionaria, una creencia que duró miles de años.

Hay que agregar que Aristóteles no conocía aún el principio de inercia (hoy llamado primera ley de Newton) y pensaba que el movimiento violento de una cosa estaba motivado por el hecho de que la cosa tendía a ocupar su lugar natural. A partir de ese momento el objeto no se movería más. Esto también es de sentido común: pruébese a poner algo en movimiento, por ejemplo, empujar un trozo de roca. Lo que veremos es que el objeto acaba frenándose, y lo último que esperaremos es que su movimiento continúe de forma indefinida como afirma el principio de inercia. Para cualquier persona de la Antigüedad —también para los de la Edad Media y para cualquiera sin formación científica—, lo razonable es lo que dijo Aristóteles y no lo que diría Newton.[15]

Además, para la filosofía aristotélica el círculo es un reflejo de la perfección. Es más, el universo se entendía como una serie de esferas concéntricas: la interior era la tierra, luego el agua, el aire, el fuego y finalmente la región supralunar con el éter y las estrellas. Según Empédocles, el proceso del mundo es circular y cíclico: al comienzo los cuatro elementos están entremezclados, después se van separando hasta estar totalmente separados y finalmente se vuelven a entremezclar. Y así en sucesivos ciclos. También su concepción del tiempo y de la vida era cíclica: a la belleza del mundo se accedía ob-

15. Si bien es evidente que la mayor parte de la población, ciudadana o no, de la Antigüedad estaba al margen de lo que debatían los filósofos sobre estas cuestiones.

servando los astros, y estos marcaban una concepción cíclica que impregna todo el pensamiento griego. El propio Platón (427 a. n. e. - 347 a. n. e.) desarrolló una teoría sobre la reminiscencia que supone que todo nuestro conocimiento proviene del recuerdo. Afirmaba Platón que el alma contempla las formas puras de la realidad antes de habitar el cuerpo, pero que las olvida al entrar en contacto con el mundo sensible. El conocimiento sería entonces una forma de recuerdo de aquel momento anterior. Además, la filosofía platónica —que después heredaría Aristóteles— aseguraba que todo en el mundo emerge, se degrada y retorna a la naturaleza, de tal manera que la salvación del ser humano reside en su vuelta al mundo suprasensible, donde están el conocimiento y la belleza. El tiempo griego no es histórico, sino cíclico. Tan cíclico como los ritmos de las estaciones y del movimiento de los astros.[16]

En la actualidad, sin embargo, nuestras sociedades creen en un tiempo lineal y no cíclico. La noción de progreso que estimula la revolución científica es sin duda el mejor ejemplo de ello. Pero antes ya se habían dado algunos precedentes. Uno de los más destacados fue la interpretación cristiana de san Agustín, la de una historia ordenada por la providencia divina. Tanto el bienestar como las desgracias formarían parte de una historia cuyas líneas maestras ha marcado previamente Dios. Como afirma Salvador Giner, «a esta visión cósmica y general, coherente, de la historia de la raza humana a través del tiempo le cupo una enorme influencia en la cultura occidental posterior»[17] y la visión agustiniana de la historia «constituye el fundamento de cuantos han sostenido que la historia de nuestra especie posee un sentido y estructura, un lugar de

16. D. Sánchez Meca, *Teoría del conocimiento*, Dykinson, Madrid, 2012.
17. S. Giner, *Historia del pensamiento social*, Ariel, Barcelona, 2013.

origen y otro de destino que son cognoscibles con la información que poseemos».[18]

Por otra parte, hemos dicho que la ciencia se emancipó de la filosofía. Pero podríamos ir más allá y afirmar que la revolución científica «representó una rebelión con éxito de los matemáticos en contra de la autoridad de los filósofos, y de ambos contra la autoridad de los teólogos».[19] Como hemos avanzado, ya en la antigua Grecia existían teorías, como la de los pitagóricos, que afirmaban que el universo estaba escrito en clave matemática. La cosmovisión aristotélica consideraba que el mundo supralunar era perfecto, de modo que también tanto el propio Aristóteles como Ptolomeo pensaron que los cielos eran interpretables de forma matemática. Sin embargo, nunca llegaron a plantear —a excepción de los citados pitagóricos— que el mundo sublunar pudiera ser leído de la misma forma. Ese fue, precisamente, uno de los saltos de la revolución científica. Autores como Galileo, Descartes y Newton empezaron a pensar que el comportamiento de toda la materia presente en el mundo terrenal era igualmente predecible con el uso de las matemáticas. Aquella matematización, que se daba ya en la pintura en perspectiva, la cartografía, la balística, la navegación y la agrimensura, comenzó a extenderse a todos los fenómenos materiales del universo con la revolución científica. Y, en contra de un extendido tópico, esto fue perfectamente compatible con las creencias religiosas, ya que se asumió que Dios era un matemático que hablaba el más perfecto de los lenguajes y que había escrito el funcionamiento del mundo en

18. *Ibidem*.

19. D. Wootton, *La invención de la ciencia*, Crítica, Barcelona, 2017. Debemos tener en cuenta que los matemáticos no existían tal y como los conocemos hoy en día, sino que se autoconsideraban filósofos naturales. Es una licencia que nos hemos permitido a lo largo de este capítulo.

dicho lenguaje. Descifrarlo era cosa de matemáticos o, como se empezaban a llamar ahora, científicos.

No obstante, fue en el campo de la astronomía en el que se dio el golpe letal a la cosmovisión aristotélica. Era ese, precisamente, el campo en el que se basaba gran parte de la filosofía de la Antigüedad y de la época medieval.

El inmenso trabajo astronómico de Ptolomeo había sido indudablemente la referencia en astronomía en todo el mundo occidental y parte del oriental. No es para menos. Su modelo, conocido como modelo ptolemaico, era capaz de predecir con gran precisión la posición de los planetas en cada época del año. Esto puede parecer extraño a quien sepa que el modelo ptolemaico es un modelo geocéntrico, es decir, en el que la Tierra está en el centro del universo y todos los planetas y el Sol giran alrededor suyo. Pero así es, y tiene explicación. El modelo ptolemaico empleaba un nivel bastante avanzado de matemáticas junto con recursos como los epiciclos y ecuantes que permitían explicar muy bien el movimiento de los astros conocidos. Su fortaleza durante catorce siglos se debió a que era un modelo coherente con la cosmovisión aristotélica y al mismo tiempo explicaba muy bien los datos empíricos.

El primer modelo que supuso un reto para el de Ptolomeo lo construyó el astrónomo Nicolás Copérnico (1473-1543). Copérnico era asimismo lo que hoy llamaríamos un matemático y consiguió desarrollar un modelo que también predecía con enorme precisión el movimiento de los astros. Sin embargo, había una diferencia fundamental: el modelo de Copérnico era heliocéntrico, es decir, con el Sol situado en el centro. Optó por situar al Sol en el centro no porque tuviera datos que así lo justificasen, sino por su adscripción a la teoría filosófica neoplatónica. En esta teoría, el Bien se identifica con Dios y a Dios con el Sol. En un modelo que

respetara estas creencias, el mejor lugar para Dios era el centro, de modo que el Sol tendría que quitar a la Tierra de su sitio. Y a pesar de este cambio tan notable, «hay poca diferencia entre los sistemas ptolemaico y copernicano en lo que respecta a la explicación y predicción de los hechos empíricos».[20] Y a lo largo del siglo XVI el modelo de Copérnico fue creciendo en popularidad y se enseñó en las principales universidades, aunque no era considerado un modelo realista (que reflejara cómo funciona realmente el mundo), sino un modelo instrumentalista (que funciona bien para predecir fenómenos astronómicos, de mucha importancia para la agricultura y la guerra). La atracción que despertaba el modelo copernicano tenía que ver con su dispositivo matemático, muy elaborado, pero solo una minoría lo consideraba una verdad científica. La mayoría se lo tomaba como hoy tomaríamos un plano del metro de una gran ciudad, es decir, como algo útil para manejarnos espacialmente, pero inútil como descripción de la realidad. Además, la creencia en un universo heliocéntrico todavía no era condenada por la Iglesia. La Iglesia católica prohibió el modelo copernicano en 1616, después de los descubrimientos de Galileo, y la censura eclesiástica se extendió hasta 1822.

Tres décadas después de la publicación del modelo copernicano, en 1572, un joven llamado Tycho Brahe vio una estrella nueva que, según la cosmovisión aristotélica y el modelo de Ptolomeo, no debería haber estado ahí. Gracias a la financiación del rey de Dinamarca, se fundó un observatorio de investigación astronómica y durante quince años se recogieron datos empíricos del comportamiento de los astros. Lo importante de este hecho es que la cosmovisión aristotélica no era capaz de explicar la existencia de una estrella nueva porque el

20. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.

propio Aristóteles había afirmado que las estrellas son siempre las mismas y están fijadas en una esfera que engloba a todas las demás. Algunos historiadores de la ciencia, como el ya citado Wootton, consideran esta fecha, 1572, como la del inicio de la revolución científica. Sin embargo, el modelo tychónico volvía a ser un modelo geocéntrico, esto es, con la Tierra en el centro del universo. La novedad residía en que el resto de los planetas conocidos sí giraban en torno al Sol.

Un colaborador y discípulo de Tycho Brahe fue quien dio el siguiente paso en dirección a desmontar el modelo ptolemaico-aristotélico. Se trata de Johannes Kepler (1571-1630), quien desarrolló un sistema que, además de predecir el movimiento de los planetas, era mucho más sencillo. Aunque durante los primeros años de su investigación Kepler estuvo comprometido con las ideas del círculo perfecto y del movimiento uniforme propias del sistema aristotélico, pronto se dio cuenta de que no podía predecir bien el movimiento de Marte bajo esas premisas. Fue así como abandonó aquellos dos pilares esenciales de la cosmovisión aristotélica para descubrir las órbitas elípticas, con todos los planetas moviéndose a diferentes velocidades en torno al Sol (cuanto más cerca está el planeta del Sol, más velozmente se mueve). Con ese nuevo modelo, que también era heliocéntrico, las predicciones eran mucho mejores y más sencillas.

Kepler, que también era religioso, pensaba que Dios había tenido un plan para construir el universo, y dedicó el resto de su vida a tratar de descubrirlo. Ese particular fervor religioso en búsqueda de regularidades geométricas fue lo que le permitió descubrir las hoy conocidas como primera y segunda ley de Kepler, pero también lo que le empujó a utilizar todo tipo de figuras geométricas para describir el plan maestro que había redactado Dios (algo esencial en su modelo).[21] Con Ke-

21. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.

pler quedaba explícitamente diseñada una imagen moderna del mundo como un mecanismo de relojería regido por leyes inmutables y necesarias. Eso sí, quedaba pendiente la razón por la que todo el sistema entraba en funcionamiento: la causa del movimiento.[22]

Y en 1610 llegaron los descubrimientos de Galileo con el telescopio. Uno de esos hallazgos fueron las montañas de la Luna, algo que chocaba frontalmente con la concepción aristotélica del mundo supralunar que concebía todos los objetos del universo como figuras geométricas perfectas. Además, el telescopio permitía ver que la Luna también era un objeto rocoso y, sin embargo, se movía. Si la Luna estaba hecha de tierra y se movía, la Tierra también podría hacerlo. Todos estos datos empezaban a socavar las premisas filosóficas de la concepción aristotélica. Además, Galileo descubrió las hoy llamadas lunas de Júpiter, y supo ver que giraban en torno a ese planeta, algo también contrario a las enseñanzas aristotélicas, porque reflejaba que podía haber más de un centro de rotación en el universo. Por si fuera poco, el estudio de las fases de Venus descartaba que el sistema ptolemaico fuese correcto, aunque aún no permitía dilucidar si el sistema real era geocéntrico o heliocéntrico. Pero, con aquel descubrimiento, el sistema ptolemaico, que había resistido mil cuatrocientos años, se vino abajo irremediablemente.[23, 24]

En el caso de Galileo, la Iglesia católica ya no se mostró tan indulgente como con Copérnico. La Reforma protestante había dañado mucho el poder de la Iglesia y esta había iniciado una ofensiva en todas partes contra todo aquello susceptible de ser herético. Los trabajos de Galileo amenazaban con des-

22. D. Sánchez Meca, *Teoría del conocimiento*, Dykinson, Madrid, 2012.
23. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.
24. D. Wootton, *La invención de la ciencia*, Crítica, Barcelona, 2017.

montar gran parte del poder restante de la Iglesia, por lo que esta no tuvo ningún inconveniente en censurar las nuevas ideas científicas a partir de ese momento. Como es sabido, Galileo fue juzgado y obligado a retractarse de sus ideas heliocéntricas.

Una de las contribuciones esenciales de Galileo fue su descripción matemática del movimiento. Como hemos visto, hasta entonces se creía que siempre era necesaria una causa final para mantener un cuerpo en movimiento con velocidad constante, pero con Galileo, y posteriormente con Newton, se descubrió que, si los cuerpos detenían su movimiento, era por la fuerza de rozamiento. Al hacer un experimento con unas tablas inclinadas sobre las que dejó caer unas bolas, Galileo comprobó «que siempre que sobre un cuerpo no actuara ninguna fuerza, este se mantendría moviéndose en una línea recta con la misma velocidad».[25] A esto luego Newton lo llamó «principio de inercia», un principio que rompió radicalmente con la concepción del movimiento de la tradición aristotélica. Además, de esta idea se derivaba que los cielos y la Tierra ya no eran fundamentalmente diferentes.

Galileo también estaba comprometido con la idea de que las matemáticas eran el lenguaje del universo, de modo que el conocimiento de estas brindaría la oportunidad de alcanzar el conocimiento. Uno de los extractos más citados de Galileo no deja lugar a dudas:

> La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que tenemos abierto ante los ojos, quiero decir, el universo, pero no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras

25. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

geométricas, sin las cuales es imposible entender ni una palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto.[26]

Finalmente, Isaac Newton (1643-1727) fue quien descubrió la causa del movimiento de los planetas que Kepler había descrito sin aclarar su origen. Newton demostró matemáticamente la existencia de «una fuerza que atraía los planetas al Sol y los satélites a los planetas».[27] Como se conoce, esa fuerza es la gravitación universal, que fue descrita como «la atracción entre dos cuerpos y que es proporcional al producto de sus masas» y como «inversamente proporcional al cuadrado de la distancia».[28] Eso significa que, cuanto más masa tienen los objetos, mayor es la atracción gravitatoria que ejercen. También significa que, cuanto más lejos estén uno del otro, menor será la atracción. Ambas ideas explican por qué «todos los cuerpos caen con la misma rapidez: un cuerpo que tenga doble peso sufrirá y ejercerá una fuerza gravitatoria doble, pero al mismo tiempo tendrá una masa doble [...], estos dos efectos se cancelarán exactamente y la aceleración será la misma en ambos casos».[29] La ley de Newton de la gravitación universal y sus tres leyes de la dinámica mostraron que las leyes del mundo supralunar eran las mismas que las del mundo sublunar, con lo que se terminó de derrumbar el edificio aristotélico.

Ahora bien, como se puede comprobar, con Newton los objetos ya no se mueven en función de supuestas esencias internas, sino como resultado de la influencia de otros objetos o fuerzas externas. Así se fortalecía la metáfora de la máquina,

26. Galileo Galilei, *El ensayador*, Aguilar, Buenos Aires, 1981.
27. D. Sánchez Meca, *Teoría del conocimiento*, Dykinson, Madrid, 2012.
28. *Ibidem*.
29. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

en claro contraste con el universo esencialista y teleológico de la cosmovisión aristotélica. El lenguaje de las matemáticas parecía ser capaz de explicar efectivamente el comportamiento de todo el universo. La ciencia abandonó la doctrina aristotélica, pero se hizo determinista: si el mundo era una máquina, sería posible desentrañar sus misterios y predecir el comportamiento de sus componentes.

El astrónomo, matemático y físico francés Pierre-Simon Laplace (1749-1827) fue un continuador de la mecánica newtoniana, convencido de que el universo era completamente determinista. Pensó que, solo con conocer el estado completo del universo en un instante de tiempo, podría predecirse todo lo que sucediera en el futuro. En realidad, «Laplace fue más lejos hasta suponer que había leyes similares gobernando todos los fenómenos, incluido el comportamiento humano».[30] Pero este planteamiento no era solo suyo. Como veremos más adelante, todo el liberalismo político y también el marxismo y las grandes ideologías de la modernidad quedaron impregnados de esta nueva visión determinista del mundo. Si la ciencia había sido capaz de predecir el comportamiento exacto de objetos inertes, ¿por qué no iba a poder hacer lo mismo con los objetos no inertes, es decir, con el conjunto de los seres vivos?

La teoría de la evolución que elaboraron de forma independiente tanto Charles Darwin (1809-1882) como Alfred Russel Wallace (1823-1913) fue también de gran importancia para la época y para los autores del pensamiento social. El propio Marx fue un lector ávido de Charles Darwin, con quien además tuvo un intercambio epistolar cuando le envió su obra *El capital*.

Darwin había comenzado sus trabajos pensando que Dios era el creador de todas las especies, pero sus observaciones

30. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

posteriores le hicieron cambiar de opinión. Inspirado por el trabajo del economista político Thomas Malthus (1766-1834), quien había teorizado que la población crecía más rápido que la capacidad de alimentarla, llegó a la conclusión de que «plantas y animales, incluidos los humanos, tienden a reproducirse más allá de lo que el entorno puede soportar»,[31] por lo que «tiene que darse una lucha por la existencia».[32] Este proceso sería el conocido como «selección natural», por el que «la naturaleza selecciona ciertos rasgos que son ventajosos, con respecto a otros, para su supervivencia y reproducción».[33] Los trabajos posteriores de Ronald A. Fisher (1890-1962) y sobre todo el descubrimiento de la estructura del ADN por James Watson (1928) y Francis Crick (1916-2004) profundizaron los conocimientos en biología hasta llegar a la época actual. Gracias a ello, la biología también ha conseguido explicar los fenómenos naturales sin recurrir a seres o fuerzas sobrenaturales, lo que ha hecho innecesaria la figura de Dios.

Con todo, al comienzo del siglo XX existía la impresión de que un marco newtoniano, es decir, mecanicista, podía dar respuesta a todos los interrogantes sobre el mundo. En especial en física, pero no solamente. Los desarrollos de Antoine Lavoisier (1743-1794) llevaron a la química moderna, y los trabajos en biología parecían demostrar que los fenómenos biológicos podían explicarse a partir de acontecimientos a nivel molecular. Las investigaciones de James Clerk Maxwell (1831-1871) permitieron descubrir las ecuaciones matemáticas que unifican fenómenos como la luz, la electricidad y el magnetismo. Esta sensación de optimismo se transmitió rápidamente a otras ramas del pensamiento, entre ellas la economía política. Para los eco-

31. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.
32. *Ibidem*.
33. *Ibidem*.

nomistas políticos, la física se convirtió en la referencia absoluta con respecto a los métodos y formas de la investigación científica. Sin embargo, en física aún quedaban algunos interrogantes que no habían podido resolverse en un marco newtoniano.

En apariencia, Newton había encontrado la razón por la que los cuerpos se atraen unos a otros, pero curiosamente él no creía del todo en lo que había descubierto. Esto era así porque el concepto de gravedad usado por él requería una misteriosa acción a distancia que quedaba sin explicar. En efecto, en el universo newtoniano la influencia que el Sol ejerce sobre la Tierra y que se manifiesta en la gravedad se produce por la mera existencia de ambos objetos con masa, pero no queda claro a través de qué canales se transmite la información. Según la concepción newtoniana, si el Sol desapareciese de golpe, también desaparecería de golpe su efecto gravitatorio sobre la Tierra. Algo casi mágico. El propio Newton, como decimos, era muy consciente de esto y afirmó que «es inconcebible que una materia bruta inanimada, sin la mediación de algo más, que no sea material, afecte a otra materia y actúe sobre ella sin que exista contacto mutuo».[34] Pero Newton nunca llegó a encontrar la respuesta, y tuvieron que pasar varios siglos hasta que Albert Einstein (1879-1955) dio con una solución más adecuada.

Einstein elaboró tanto la teoría de la relatividad especial en 1905 como la teoría de la relatividad general en 1915. Y consiguió dar respuesta al interrogante sobre la gravedad, pero al precio de dejar obsoleto el marco newtoniano como modelo realista, es decir, como modelo que explica cómo es realmente el mundo. Los descubrimientos posteriores de la física cuántica terminaron por alejarse del sistema mecanicista clásico y

34. Citado en B. B. Greene, *El universo elegante*, Booket, Barcelona, 2006.

abrieron nuevos interrogantes sobre el comportamiento de los objetos en el universo. En definitiva, cuando todo parecía más o menos aclarado, surgieron nuevas preguntas que pusieron en cuestión las propias enseñanzas anteriores. O casi, porque, como dice el físico teórico Stephen Hawking (1942), «seguimos usando la teoría de Newton para todos los propósitos prácticos ya que las diferencias entre sus predicciones y las de la relatividad general son muy pequeñas en las situaciones que normalmente nos incumben».[35]

La teoría especial de la relatividad acabó con la idea clásica de un tiempo absoluto. En esa idea habían creído tanto Aristóteles como Newton, y es la idea que actualmente tenemos como sentido común. Es decir, creemos que el tiempo que transcurre entre dos sucesos puede ser medido igualmente por todos con tal de que se disponga de un buen instrumento de medida. Pero la teoría de Einstein demostró que eso es falso, y que tiempo y espacio no son conceptos absolutos. La conclusión de Einstein fue la extraña idea de que «ninguna medida de cualquier observador particular es más correcta que la de cualquier otro observador, sino que todas son equivalentes y además están relacionadas entre sí».[36]

La explicación residía en la combinación de algo que habían avanzado Galileo y Newton, el principio de inercia, y el descubrimiento de Maxwell de la velocidad de la luz. Galileo había afirmado que las leyes de la física son las mismas para todos los observadores que se mueven en un estado de movimiento uniforme.[37] Es posible que, a pesar de la difi-

35. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

36. *Ibidem*.

37. L. M. Krauss, *La historia más grande jamás contada… hasta ahora*, Pasado & Presente, Barcelona, 2017.

cultad, hayamos experimentado alguna vez esta sensación.[38] Por otra parte, Maxwell había mostrado que «las perturbaciones electromagnéticas viajan a una velocidad fija e invariable, una velocidad que resulta ser igual que la velocidad de la luz».[39]

Para entender bien la contradicción que eso genera, imaginemos que en el marco de una manifestación un policía me dispara una pelota de goma a la velocidad de 100 km/h y yo salgo huyendo en la misma dirección de la bola a una velocidad de 40 km/h. Según las leyes del movimiento de Galileo y Newton, desde mi punto de vista la pelota se estará acercando a la velocidad de 60 km/h (100 km/h – 40km/h = 60 km/h). Hasta aquí bien. Pero si ahora el policía en vez de usar pelotas de goma usa un rayo láser, y yo en vez de huir corriendo me monto en una nave espacial cuya velocidad es de 50.000 km/s, ¿a qué velocidad se aproximarán a mí los fotones que forman ese rayo láser si sabemos, gracias a Maxwell, que la velocidad de esos fotones es de 300.000 km/s? Pues según Newton, la velocidad a la que yo percibo acercarse esos fotones habría de ser de 300.000 km/s – 50.000 km/s, es decir, de 250.000 km/s. Pero eso contradice la afirmación de Maxwell de que la velocidad de la luz siempre es la misma. Visto desde otra perspectiva, según el sistema newtoniano, si yo corro a la velocidad de la luz detrás de una onda de luz, tendré la sensación de que la luz está quieta, pero según Maxwell esto también es imposible. Einstein resolvió el

38. Imaginemos que estamos en una estación montados en un tren a punto de salir. Al arrancar y mantenerse en velocidad uniforme, es decir, constante, durante un tiempo, es posible que, si observamos el tren de otra vía, que también se mueve de forma uniforme, dudemos de si es nuestro tren o el otro el que se mueve.

39. B. B. Greene, *El universo elegante*, Booket, Barcelona, 2006.

problema aceptando que la velocidad de la luz es constante en el vacío, y aclarando que «da igual a qué velocidad persigamos un rayo de luz; siempre se alejará de nosotros a la velocidad de la luz».[40] Claro que «el carácter constante de la velocidad de la luz exige que abandonemos la vieja noción de que la simultaneidad es un concepto universal con el que cualquiera está de acuerdo, independientemente de su estado de movimiento».[41] Efectivamente, la solución de Einstein fue argumentar que los observadores deben medir distancias o tiempos de forma diferente, de modo que la velocidad de la luz es la constante. En suma, el tiempo y el espacio no son absolutos. Y esto es algo que va en contra del sentido común aristotélico, pero también del newtoniano.

Y ya en 1915 Einstein dio por fin respuesta al interrogante de Newton. Su teoría general de la relatividad demostró que la gravedad es la consecuencia de que «el espacio-tiempo no sea plano, sino curvado, o deformado, por la distribución de masa y energía en él presente».[42] Eso significa que los cuerpos no se mueven en órbitas curvas alrededor de otros, sino que se mueven en líneas rectas sobre un espacio curvo, lo que se llama líneas geodésicas. Nuestro planeta «simplemente sigue las líneas invisibles que crea nuestra estrella, como una canica en un cuenco».[43] En realidad se mueven en línea recta sobre un espacio tetradimensional, que nos parece a nosotros curvo desde una perspectiva tridimensional. Esto es relevante porque «si el Sol dejase de brillar en este preciso

40. B. B. Greene, *El universo elegante*, Booket, Barcelona, 2006.

41. *Ibidem*.

42. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

43. C. Galfard, *El universo en tu mano*, Blackie Books, Barcelona, 2017.

instante, tendríamos noticia de ese (considerable) problema en ocho minutos y veinte segundos»,[44] que es el tiempo que tarda en llegar la luz desde el Sol hasta la Tierra a través del espacio-tiempo curvado.

Además, la teoría de Einstein significaría también aceptar que el tiempo pasa más despacio cuanto más cerca se está de un cuerpo con gran masa, de modo que alguien situado en el espacio vería pasar las cosas en la Tierra más lentamente. Igualmente, a mayor velocidad de un objeto, menor tiempo transcurre, de tal manera que a la velocidad de la luz el tiempo no existe como tal. Como dice Fernández Buey, «la teoría de la relatividad no contradice la mecánica newtoniana, y las predicciones de una y otra difieren significativamente solo para objetos que se mueven muy cerca de la velocidad de la luz, mientras que para el caso de los objetos que se mueven a velocidades normales las predicciones de la relatividad especial y las de la mecánica newtoniana coinciden».[45]

Todo esto no son meras abstracciones. Un dispositivo como el GPS (Global Positioning System) es capaz de indicarnos nuestra situación exacta gracias a que tiene en cuenta los efectos de la teoría de la relatividad. El sistema está compuesto por veinticuatro satélites, cada uno de los cuales tiene un reloj atómico y una emisora que emite señales que puede recibir cualquier receptor GPS. Según la teoría especial, como la velocidad del reloj es muy alta (3,9 km/s), veremos pasar sus manecillas más lentamente, por lo que el sistema GPS debe compensar ese retraso. Según la teoría general, además el reloj se adelanta cuanto más cerca está de una gran masa, algo que el sistema también tiene que corregir. Sin la

44. *Ibidem*.

45. F. Fernández Buey, *Albert Einstein, ciencia y conciencia*, El Viejo Topo, Barcelona, 2005.

teoría de Einstein no existirían ni el GPS ni, lógicamente, una aplicación como Google Maps.[46]

Para terminar nuestro viaje por la historia de la ciencia debemos retroceder unos cuantos siglos, de nuevo hasta la antigua Grecia. Ya vimos que el redescubrimiento de la escuela pitagórica fue importante en el marco de la revolución científica. Ahora corresponde ver la influencia que tuvo el atomismo. Esta escuela, fundada por Leucipo de Mileto (siglo IV a. n. e.), continuó la filosofía de Empédocles, quien, como hemos visto, había asegurado que cualquier objeto está constituido por la agrupación de algunos de los cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego). Según Leucipo, y también su discípulo Demócrito (460 a. n. e. - 370 a. n. e.), existen un número infinito de unidades indivisibles a las que llamó átomos. Estos átomos, aunque imperceptibles por los sentidos humanos, serían sólidos e impenetrables. Según su teoría, en el origen solo existían los átomos en el vacío, y en algún momento estos chocaron unos con otros y formaron agrupaciones de átomos, con lo que se formaron los cuatro elementos.

No obstante, cuando la revolución científica comenzó a desplegar todo su potencial, empezaron a hallarse partículas aún más elementales que los átomos. Joseph J. Thompson (1856-1940) descubrió el electrón, una partícula con una masa menor que la milésima parte de la del átomo más ligero. Posteriormente, Ernest Rutherford (1871-1937) estudió las partículas radioactivas y reveló la estructura interna de los átomos, es decir, un núcleo muy pequeño de carga positiva sobre el que giran un cierto número de electrones. El físico James Chadwick (1891-1974) descubrió que el núcleo, además de tener protones, como ya se suponía, también tenía neutrones. Con

46. P. Tipler y G. Mosca, *Física para la ciencia y la tecnología*, vol. 2 C, Reverte, Madrid, 2010.

el tiempo, y basándose en experimentos, se descubrieron partículas aún más pequeñas como los quarks.

A partir del estudio de estas partículas tan diminutas, lógicamente imperceptibles por el ojo humano, se hicieron otros descubrimientos que terminaron de cuestionar el modelo newtoniano y que también entraron en contradicción con las teorías de Einstein. El principio de incertidumbre de Werner Heisenberg (1901-1976) estableció que era imposible medir de forma exacta y al mismo tiempo la posición y el momento lineal de una partícula elemental porque para ello ha de usarse un cuanto (valor mínimo que puede tomar una magnitud) de luz que interferirá en el comportamiento de la partícula. Pero no se trataba de un problema experimental, sino de un problema de definición de las magnitudes y de las entidades matemáticas empleadas para formularlas.

Así lo explica Krauss:

> El principio de incertidumbre marcó el final del sueño de Laplace de una teoría de la ciencia, un modelo del universo que sería totalmente determinista: ciertamente no se pueden predecir los acontecimientos futuros con exactitud si ni siquiera se puede medir el estado presente del universo de forma precisa.[47]

Y en 1920 el propio Heisenberg, junto con Erwin Schrödinger (1887-1961) y Paul Adrien Dirac (1902-1984), puso los cimientos de la nueva teoría de la mecánica cuántica, según la cual la mecánica no es capaz de predecir un único resultado, sino un cierto número de resultados posibles. Curiosamente esta teoría contó con la oposición de Einstein, a pesar de que sus trabajos contribuyeron necesariamente a su formulación.

47. L. M. Krauss, *La historia más grande jamás contada… hasta ahora*, Pasado & Presente, Barcelona, 2017.

Alberto Garzón

Por qué soy comunista

Una reflexión sobre los nuevos
retos de la izquierda

ediciones península

© Alberto Garzón Espinosa, 2017

Queda rigurosamente prohibida sin autorización por escrito
del editor cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública
o transformación de esta obra, que será sometida a las sanciones establecidas por la ley.
Pueden dirigirse a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org)
si necesitan fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra
(www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).
Todos los derechos reservados.

Primera edición: octubre de 2017

© de esta edición: Grup Editorial 62, S.L.U., 2017
Ediciones Península,
Diagonal 662-664
08034 Barcelona
edicionespeninsula@planeta.es
www.edicionespeninsula.com

PAPYRO - fotocomposición
EGEDSA - impresión
DEPÓSITO LEGAL: B. 16.818 - 2017
ISBN: 978-84-9942-638-9

ÍNDICE

Guía de lectura 11

Introducción: El comunismo en el siglo XXI 15

PARTE I. LA CIENCIA Y EL SOCIALISMO 23
1. La ciencia y nuestro mundo 31
2. El socialismo científico 93

PARTE II. LA POLÍTICA Y EL CAPITAL 137
3. La clase social importa 145
4. Estado e instituciones 185

PARTE III. ACTUALIDAD POLÍTICA 245
5. La crisis en España y Europa 249

Conclusiones 317

Agradecimientos 323

1

LA CIENCIA Y NUESTRO MUNDO

Probablemente parezca extraño que un libro sobre marxismo comience con un capítulo dedicado a la ciencia. Pero lo considero necesario. El objetivo no es solo recordar que los comunistas debemos tener formación científica, por razones que más tarde se expondrán, sino también poner de manifiesto cómo ha avanzado realmente la ciencia y qué conocimientos nos ha aportado y aporta hoy. El comunismo aspira a transformar la realidad, y para ello necesitamos comprenderla. No solo comprender su parte social, sino también su parte física. No es posible concebir una nueva sociedad sin atender a la tecnología actual, pero tampoco lo es sin conocer cuáles son los riesgos y preocupaciones que, a los ojos de la actividad científica, emergen en nuestro planeta.

En este capítulo haremos un breve, pero intenso y espero que también estimulante, recorrido por la historia de la ciencia. Veremos cómo verdades que estaban socialmente establecidas fueron cuestionadas y superadas gracias a la ciencia, y veremos igualmente cómo muchas de nuestras actuales creencias y opiniones también son hijas de nuestro tiempo y, a menudo, ya han sido desmentidas por el avance científico. En

consecuencia, nuestra humildad ha de ser restituida no solo a efectos de tamaño, pues somos una mota de polvo en el espacio y un instante en el tiempo, sino también a efectos de concepción política. Recordemos: *de omnibus dubitandum*.

La ciencia también nos enseña a hacernos las preguntas adecuadas, a mirar el mundo a través de unas lentes críticas y, adicionalmente, a reflexionar sobre los métodos científicos. Durante mucho tiempo se pensó que solo existía un único método para obtener el conocimiento, pero los descubrimientos científicos, y sobre todo la reflexión filosófica sobre los mismos, han puesto de relieve que eso no es así. Las viejas e inflexibles certezas acerca de cómo la humanidad avanzaría inevitablemente por la senda del progreso gracias a un método infalible que nos permitiría obtener conocimiento han dado paso a una concepción del método científico mucho más abierta, que implica variables históricas, sociales e incluso políticas en el proceso de generación de nuevo conocimiento.

Esto no significa que cualquier método sea válido, puesto que sí existen una serie de criterios mínimos que han de respetarse para mantener el rigor y aproximarnos con fiabilidad al conocimiento. Lo que se cuestiona es la vigencia de una suerte de modelo canónico que toda disciplina debería asumir. Y esto es realmente importante en lo que se refiere a la ciencia social, es decir, al estudio de los fenómenos sociales. Como es bien sabido, estos fenómenos son cualitativamente distintos a los físicos y, sin embargo, durante siglos fueron muchos los pensadores sociales, sobre todo economistas, que creyeron que el estatus científico de sus disciplinas era equiparable al de la física. En efecto, con los descubrimientos de Newton la física se convirtió en el arquetipo del resto de las disciplinas. Una realidad que llega hasta el día de hoy, cuando especialmente los economistas dicen ser expertos tecnócratas o científicos que trabajan con modelos de la misma categoría científica que

la física. Como veremos, a la economía aún no le ha llegado ni su revolución copernicana ni su física cuántica.

Todo esto servirá para dotarnos de un bagaje científico y metodológico suficiente para afrontar los capítulos posteriores con más humildad, menos dogmatismo y, sobre todo, más claridad.

Cómo es realmente nuestro universo

Actualmente la esperanza de vida en España ronda los ochenta años, lo que quiere decir que esa es la edad promedio que vivirán las personas que nazcan ahora si la tasa de mortalidad se mantiene estable (es decir, si no hay fenómenos anormales como guerras o hambrunas). En los años ochenta, cuando yo nací, ese promedio de edad era de setenta y cinco años. Las mejores condiciones de vida alcanzadas en estos treinta años han permitido reducir la tasa de mortalidad y han elevado la esperanza de vida. Algo que es motivo de celebración.[1] Ahora bien, como se trata de promedios, siempre habrá personas que vivan más años y otras que vivan menos. Pero en general somos conscientes de que nuestra vida es limitada y que difí-

1. No obstante, hay que tener en cuenta que no siempre se llega al final de la vida en las mismas condiciones. A veces una vida más larga es también una prolongación del sufrimiento. Desde 2001, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publica el *indicador de esperanza de vida saludable* con objeto de cuantificar el número de años que una persona puede vivir con salud completa, es decir, sin sufrir enfermedades o dolencias graves. En España el promedio de años adicionales que un hombre y una mujer de 65 años pueden vivir libres de enfermedades graves es de 9,7 y 9 respectivamente, frente a la esperanza de vida de 19 y 23 respectivamente. En suma, se vive más tiempo, pero no siempre mejor, algo particularmente relevante en las discusiones sobre pensiones y edad de jubilación.

cilmente superará los cien años. Y con eso en mente organizamos nuestras vidas y tomamos decisiones. Nuestro mundo personal está construido por entero sobre este hecho: la finitud de nuestra vida individual.

Cuando los nacidos en los años ochenta llegamos al mundo, había ya muchas cosas que estaban ahí y que habían llegado antes que nosotros. La escritura es una de ellas. Surgió hace más de cinco mil años en Babilonia, de modo que desde mi visión personal —y la de muchas de las generaciones anteriores— siempre ha estado ahí. Lo mismo sucede con el capitalismo, que surgió hace unos trescientos años y que para mí también ha estado siempre ahí. Es más, desde mi punto de vista ambos fenómenos son de hecho casi naturales. Y digo casi porque en realidad sabemos, gracias a la historia y a la ciencia, que hubo un tiempo en el que los seres como yo, de la especie *Homo sapiens sapiens*, no sufrían el capitalismo ni tenían escritura. Pero, en ausencia de estos conocimientos, ambos fenómenos serían tan naturales como respirar. Y, de hecho, así tendemos a pensarlo en cuanto nos despistamos. Como ocurre con tantas otras cosas a las que nos hemos acostumbrado aunque también hayan tenido un comienzo. Tendemos a mirar la vida social desde nuestra propia óptica vital y solo en raras excepciones pensamos desde el punto de vista histórico.

Por eso, cuando nos dicen que nuestro universo tiene 13.800 millones de años, nos quedamos bastante fríos. Sabemos que es mucho, pero somos incapaces de establecer una comparación adecuada. Es una cifra demasiado grande para que nos hagamos una idea concreta de su verdadera magnitud. Al fin y al cabo, como hemos dicho, lo normal es que concibamos los fenómenos en relación con nuestra propia existencia. Como dice el cosmólogo Lawrence M. Krauss (1954), «la evolución no preparó nuestras mentes para apreciar cortas o largas escalas de tiempo o cortas o enormes distancias que no pode-

mos experimentar directamente».[2] Pero podemos hacer un esfuerzo comparando con el ya citado origen de la escritura hace más de cinco mil años. Si colocásemos ambos acontecimientos en un calendario de 365 días, con el origen del universo en el día 1 de enero, la escritura habría aparecido a las 23.59 horas del día 31 de diciembre. ¡Casi nada! Todo lo que conocemos como historia de la humanidad estaría circunscrito a los últimos minutos del día de Nochevieja. Y el capitalismo habría surgido tres milisegundos antes de terminar el año.[3]

Si nos ha parecido poco, pensemos que la ciencia ha averiguado que nuestra especie apareció en el mundo hace unos doscientos mil años. La cerámica lo hizo hace veinticinco mil años. La revolución neolítica, con la domesticación de los primeros animales, la aparición de la agricultura y el inicio del reemplazo de los utensilios de piedra por los de metal, sucedió hace entre doce y siete mil años. Como contraste con estos datos, piénsese que un libro relativamente reciente como la Biblia sitúa la creación del mundo en solo unos seis mil años de antigüedad.[4]

En efecto, el conocimiento científico actual nos ha hecho muy pequeños como especie y como individuos. Nuestros ancestros, leyesen o no la Biblia, nunca pensaron en un pasado tan extenso. Gran parte de ellos aceptaron la idea recogida en la conocida frase de Protágoras (486 a. n. e. - 411 a. n. e.), según la cual «el hombre es la medida de todas las cosas, de

2. L. M. Krauss, *La historia más grande jamás contada… hasta ahora*, Pasado & Presente, Barcelona, 2017.

3. Si al lector o lectora le ha parecido curiosa esta comparación, por otro lado clásica, sugiero el visionado del capítulo 1 del documental *Cosmos* en su nueva etapa, presentado por el astrofísico Neil deGrasse.

4. Se trata de una estimación hecha por el arzobispo James Ussher (1581-1656) a partir del estudio de las generaciones que aparecen en la Biblia.

las que son en cuanto que son y de las que no son en cuanto que no son».[5] Pero la invención del telescopio en el siglo XVII comenzó a socavar la imagen de que el universo estaba hecho para el ser humano, y a partir de 1610 la humanidad fue desplazada del centro del universo. Como afirma el historiador de la ciencia David Wootton (1952), con el telescopio y el microscopio «las estrellas se convirtieron en copos de nieve y los copos de nieve se convirtieron en estrellas».[6] El filósofo John Locke (1632-1704) llegó a afirmar, en claro contraste con la mayor parte de la filosofía antigua y medieval, que «la Tierra no es un punto, sino una mota: nuestra pequeña mota de polvo, esta mota del universo».[7] Y el poeta Cyrano de Bergerac (1619-1655) resumió perfectamente la nueva forma de ver la relación entre humanidad y universo cuando atacó…

> … el insoportable orgullo de la humanidad, que se persuade de que la naturaleza solo ha sido hecha para ellos; como si fuera probable que el Sol, un cuerpo enorme, cuatrocientas treinta veces mayor que la Tierra, solo se hubiera encendido para madurar sus nísperos y engordar sus repollos.[8]

En suma, como afirma el astrofísico Christophe Galfard (1976), «comprobar la verdadera magnitud de nuestro mundo en el contexto espacial es, y será siempre, un ejercicio de hu-

5. Aunque la controversia sobre esta frase no está resuelta. Hay quienes interpretan la frase en su sentido antropocéntrico (considerar al ser humano como centro de todas las cosas), pero otros toman esa expresión en su sentido relativista, sobre el que volveremos más adelante. F. Coopleston, *Historia de la filosofía*, vol. 1, Ariel, Barcelona, 2011.

6. D. Wootton, *La invención de la ciencia*, Crítica, Barcelona, 2017.

7. *Ibidem*.

8. Citado en D. Wootton, *La invención de la ciencia*, Crítica, Barcelona, 2017.

mildad».[9] Y si somos pequeños y diminutos ante el universo, también lo es el capitalismo frente al universo. Al fin y al cabo, nuestro lugar en el mundo es bastante más humilde del que pensábamos y lo que nos parece natural desde el punto de vista individual no lo es tanto desde el punto de vista histórico.

Afortunadamente, hemos ido saliendo de la ignorancia con mucho esfuerzo, gracias a la contribución de grandes científicos y científicas[10] que, como veremos, desafiaron el *sentido común* de cada época. La ciencia ha ido desentrañando los muchos misterios de la naturaleza, y hoy conocemos mucho mejor el universo en el que vivimos y también, en particular, el planeta en el que nos insertamos como especie. Desgraciadamente, el mayor conocimiento del estado y la evolución de nuestro planeta no está siendo suficiente para detener su destrucción. Los desafíos ecológicos que hoy conocemos y que en otra época se ignoraban chocan de forma directa con la lógica de nuestro sistema económico.

Y es que la ciencia no solo nos ha permitido entender con mayor humildad nuestro lugar en el mundo, sino que, además, y esto a menudo suele ser olvidado, nos ha dado muestras de la enorme fragilidad de nuestra especie y de nuestro entorno. Hoy sabemos que la acción del ser humano sobre el planeta amenaza con hacer de él un lugar imposible para la vida, y esto

9. C. Galfard, *El universo en tu mano*, Blackie Books, Barcelona, 2017.

10. Desgraciadamente, no solo la estructura social de las sociedades antigua y moderna ha sido injusta con las mujeres que se han dedicado a la ciencia, sino también la propia ciencia y la historia de la ciencia. Como ejemplos, el de Hipatia de Alejandría (355-415) en la Antigüedad y el de Rosalind Franklin (1920-1958) en la era moderna. El trabajo de Franklin fue fundamental para el descubrimiento del ADN y sin embargo careció del reconocimiento adecuado. El propio James Dewey Watson (1928), quien sí sería reconocido, escribió una mención en su obra a «las luchas a las que una mujer inteligente se enfrenta para ser aceptada en un mundo científico».

se refiere a las próximas décadas. El cambio climático es solo uno de los fenómenos que revelan los riesgos de no haber comprendido, con todas sus consecuencias, el conocimiento científico. Hemos llegado a acostumbrarnos a que la literatura y las películas de ciencia ficción traten sobre temas postapocalípticos derivados del destrozo medioambiental, pero no hemos avanzado lo suficiente en la toma de decisiones para evitar que esas distopías se conviertan en realidad. Fredric Jameson (1934) dijo con acierto que hoy es más fácil imaginar el fin del mundo que el fin del capitalismo, lo que tiene un reflejo evidente en la producción literaria y artística actual: un ejemplo notable y además muy recomendable es la película *Interstellar*. Sin embargo, hay quienes sostenemos que precisamente para evitar el fin del mundo tenemos que lograr el final del capitalismo.

Historia de la ciencia

No solo el lugar del ser humano y del planeta Tierra se vio modificado a lo largo del siglo XVII. También comenzó a cambiar la forma en la que se concebía la vida en general. Hasta entonces casi todos creían, por ejemplo, que el arcoíris era una señal de Dios o que los cometas presagiaban el mal. Aún hoy hay gente que piensa eso, desde luego. Pero con el inicio de la revolución científica muchas de estas ideas fueron demostrándose falsas, y se hallaron explicaciones convincentes para estos fenómenos, que no necesitaban de la acción de fuerzas místicas.

La revolución científica, que tuvo lugar en el siglo XVII, fue un hito que permite describir un salto cualitativo en nuestro entendimiento del universo y de la naturaleza. Sin embargo, el mismo concepto de revolución científica es relativamente nuevo. Los científicos que como Galileo o Newton hicieron

grandes descubrimientos sobre la naturaleza durante los siglos XVII y XVIII no los pensaron en términos de revolución. Sabían de la importancia de lo que estaban haciendo, incluso de los cambios radicales que significaban, pero no se tomaron sus trabajos de la misma manera que hoy tendemos a considerarlos. A diferencia de las revoluciones políticas, como la estadounidense o la francesa, cuyos protagonistas conocían y defendían el carácter revolucionario de sus actos, en el marco de la revolución científica no existía esa comprensión por parte de los científicos. Dicha etiqueta ha sido un producto posterior, obra de los historiadores del siglo XX que se encargaron de periodizar las etapas del conocimiento científico.

Hoy entendemos por revolución científica el proceso de ruptura con la cosmovisión dominante, es decir, con la forma de entender e interpretar el universo que era común hasta el siglo XVII. La ruptura se produjo, no sin dificultad, por la sucesión de descubrimientos que pusieron de relieve que la anterior comprensión del mundo era incorrecta. La revolución científica transformó la vida entera, hasta el punto de que es imposible imaginar las revoluciones políticas del siglo XVIII sin el precedente de sus descubrimientos y nuevas concepciones. Al mismo tiempo, como veremos más adelante, fue también la principal responsable de que la noción de progreso calase tanto en la sociedad.

A que este proceso de consolidación de una nueva ciencia tuviera lugar, contribuyeron especialmente el nuevo papel otorgado a la observación y la experimentación frente a la mera especulación, el redescubrimiento de los autores griegos de la Antigüedad y el progreso de las matemáticas.[11] De especial importancia fue el redescubrimiento de los autores pitagóricos, pues habían sido los primeros en hacer progresar el

11. D. Sánchez Meca, *Teoría del conocimiento*, Dykinson, Madrid, 2012.

estudio de las matemáticas y también en pensar que sus principios eran aplicables a todo el universo. La sociedad pitagórica fue fundada por Pitágoras de Samos (569 a. n. e. - 475 a. n. e.) como una comunidad religiosa que, entre otras cosas, defendía la metempsicosis o reencarnación del alma en algún otro cuerpo. Aunque esta visión del alma influyó destacadamente en Platón, la escuela pitagórica fue de importancia para los filósofos naturales de los siglos XVII y XVIII por su visión de las matemáticas. Los autores pitagóricos habían descubierto que los intervalos musicales que hay entre las notas de la lira podían expresarse numéricamente, y pensaron que la armonía del universo también dependía del número. Llegaron incluso a declarar que las cosas eran también números. Además, de acuerdo a estas ideas, plantearon de forma especulativa que la Tierra, el Sol y los planetas giraban en torno al fuego o corazón del cosmos, identificado con el número uno.[12] Estas ideas influyeron de forma decisiva en una nueva cosmovisión del mundo.

La cosmovisión anterior, con la que se rompía, también era de procedencia griega. Se trataba de un marco de creencias basado en las ideas de Aristóteles, y que luego el cristianismo, el judaísmo y el islam adaptarían a sus creencias, aunque manteniendo lo fundamental. Esto no significa que todo el mundo creyese en lo que decía Aristóteles, sino que buena parte del mundo occidental compartía una forma de concebir el mundo que se basaba en las ideas cristianizadas del filósofo griego.

Entre esos pilares fundamentales se encontraban las creencias de que la Tierra era estacionaria y que ocupaba el centro del universo, que el universo estaba dividido en dos niveles —el supralunar, donde todo era perfecto y existía una sustancia llamada éter, y el sublunar, en el que se instalaba la imperfec-

12. F. Copleston, *Historia de la filosofía*, vol. 1, Ariel, Barcelona, 2011.

ción— y que el círculo era la figura geométrica perfecta. Estas ideas se combinaban unas con otras en un puzle de creencias interrelacionadas de forma coherente que trataban de explicar y dar sentido a la propia existencia. Esa es, de hecho, una de las definiciones de la palabra «cosmovisión».[13] Es importante que entendamos esta idea de interconexión de ideas porque debemos estar prevenidos ante la tentación de acusar a esta cosmovisión de incoherente o absurda. Desde el punto de vista de una persona nacida en la antigua Grecia, tenía mucho sentido pensar de ese modo, pues todas sus ideas sobre la vida encajaban unas con otras. Pensar los fenómenos naturales y sociales a partir de esa cosmovisión era de sentido común. Es más, tuvieron que pasar más de diecisiete siglos para que se empezara a sustituir la cosmovisión aristotélico-cristiana por otra nacida de los nuevos descubrimientos de la revolución científica, a la que se ha convenido en llamar cosmovisión newtoniana.

Como hemos dicho, la fuerza de las ideas aristotélicas se derivaba de su capacidad para explicar el universo. Esas explicaciones partían de pensamientos puramente especulativos, pero sus planteamientos no chocaban con la experiencia cotidiana. Por eso formaban parte del sentido común de época con tanta facilidad: porque ese tipo de creencias no era incompatible con el mundo en que se vivía.

Por ejemplo, según Empédocles de Agrigento (495 a. n. e. - 444 a. n. e.), solo existen cuatro especies fundamentales y eternas de elementos: la tierra, el aire, el fuego y el agua. Todos los objetos que nos rodean son una combinación de estos elementos, y se forman a través de la fuerza del Amor y se destruyen a través de la fuerza del Odio. Aristóteles, que recoge esta idea, añade que la tierra es el elemento más pesado y, como el agua, su tendencia natural es a caer, mientras que el fuego y el

13. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.

aire son más livianos y tienden a subir. Esta interpretación de los cuatro elementos refleja la visión esencialista y teleológica del universo aristotélico: los objetos ocupan el lugar natural que depende de su esencia. Durante la Antigüedad griega, la mayoría de los filósofos concebía el universo como un espacio armónico. La vida se basaba en la armonía de todos los órganos que componen el universo, de tal manera que cada uno de ellos cumplía una función en interdependencia con los demás. La concepción aristotélica es una concepción organicista, teleológica y esencialista. Y a partir de estos principios especulativos, se explica, por ejemplo, por qué las rocas, hierros y metales (que se presuponen formados principalmente por el elemento tierra) caen.[14] Cualquiera que probara a tirar un trozo de metal al aire comprobaría que, efectivamente, caía.

Pero Aristóteles también concluye que la Tierra debe ser estacionaria, es decir, estar parada, pues argumenta que es difícil que exista un ente con fuerza suficiente para desplazar una roca semejante. El astrónomo Claudio Ptolomeo (100-168) también puso a prueba la posibilidad de que la Tierra se moviese, pero llegó a la conclusión de que necesariamente tenía que estar detenida. Primero argumentó que, si nuestro planeta estuviera en movimiento, dada la circunferencia de la Tierra, la velocidad debería ser tal que tendríamos que sentir el viento en la cara igual que cuando navegamos en barco. Pero eso no sucede. Como podemos comprobar, este es un argumento de sentido común que hace referencia a lo que efectivamente observa cualquiera. A ello añadió otro argumento más: si la Tierra estuviera en movimiento, al lanzar un objeto, este debería caer muy por detrás de nosotros, tal y como también ocurre cuando se navega. Pero eso tampoco sucede. Finalmente, Ptolomeo observó que, si la Tierra se moviera,

14. F. Copleston, *Historia de la filosofía*, vol. 1, Ariel, Barcelona, 2011.

el paralaje estelar (la desviación aparente con respecto a las estrellas) debería observarse como cuando nos movemos respecto a un punto fijo situado a unos metros, pero eso tampoco sucede y las estrellas parecen quietas. Estos tres argumentos fueron suficientes para pensar que la Tierra era estacionaria, una creencia que duró miles de años.

Hay que agregar que Aristóteles no conocía aún el principio de inercia (hoy llamado primera ley de Newton) y pensaba que el movimiento violento de una cosa estaba motivado por el hecho de que la cosa tendía a ocupar su lugar natural. A partir de ese momento el objeto no se movería más. Esto también es de sentido común: pruébese a poner algo en movimiento, por ejemplo, empujar un trozo de roca. Lo que veremos es que el objeto acaba frenándose, y lo último que esperaremos es que su movimiento continúe de forma indefinida como afirma el principio de inercia. Para cualquier persona de la Antigüedad —también para los de la Edad Media y para cualquiera sin formación científica—, lo razonable es lo que dijo Aristóteles y no lo que diría Newton.[15]

Además, para la filosofía aristotélica el círculo es un reflejo de la perfección. Es más, el universo se entendía como una serie de esferas concéntricas: la interior era la tierra, luego el agua, el aire, el fuego y finalmente la región supralunar con el éter y las estrellas. Según Empédocles, el proceso del mundo es circular y cíclico: al comienzo los cuatro elementos están entremezclados, después se van separando hasta estar totalmente separados y finalmente se vuelven a entremezclar. Y así en sucesivos ciclos. También su concepción del tiempo y de la vida era cíclica: a la belleza del mundo se accedía ob-

15. Si bien es evidente que la mayor parte de la población, ciudadana o no, de la Antigüedad estaba al margen de lo que debatían los filósofos sobre estas cuestiones.

servando los astros, y estos marcaban una concepción cíclica que impregna todo el pensamiento griego. El propio Platón (427 a. n. e. - 347 a. n. e.) desarrolló una teoría sobre la reminiscencia que supone que todo nuestro conocimiento proviene del recuerdo. Afirmaba Platón que el alma contempla las formas puras de la realidad antes de habitar el cuerpo, pero que las olvida al entrar en contacto con el mundo sensible. El conocimiento sería entonces una forma de recuerdo de aquel momento anterior. Además, la filosofía platónica —que después heredaría Aristóteles— aseguraba que todo en el mundo emerge, se degrada y retorna a la naturaleza, de tal manera que la salvación del ser humano reside en su vuelta al mundo suprasensible, donde están el conocimiento y la belleza. El tiempo griego no es histórico, sino cíclico. Tan cíclico como los ritmos de las estaciones y del movimiento de los astros.[16]

En la actualidad, sin embargo, nuestras sociedades creen en un tiempo lineal y no cíclico. La noción de progreso que estimula la revolución científica es sin duda el mejor ejemplo de ello. Pero antes ya se habían dado algunos precedentes. Uno de los más destacados fue la interpretación cristiana de san Agustín, la de una historia ordenada por la providencia divina. Tanto el bienestar como las desgracias formarían parte de una historia cuyas líneas maestras ha marcado previamente Dios. Como afirma Salvador Giner, «a esta visión cósmica y general, coherente, de la historia de la raza humana a través del tiempo le cupo una enorme influencia en la cultura occidental posterior»[17] y la visión agustiniana de la historia «constituye el fundamento de cuantos han sostenido que la historia de nuestra especie posee un sentido y estructura, un lugar de

16. D. Sánchez Meca, *Teoría del conocimiento*, Dykinson, Madrid, 2012.
17. S. Giner, *Historia del pensamiento social*, Ariel, Barcelona, 2013.

origen y otro de destino que son cognoscibles con la información que poseemos».[18]

Por otra parte, hemos dicho que la ciencia se emancipó de la filosofía. Pero podríamos ir más allá y afirmar que la revolución científica «representó una rebelión con éxito de los matemáticos en contra de la autoridad de los filósofos, y de ambos contra la autoridad de los teólogos».[19] Como hemos avanzado, ya en la antigua Grecia existían teorías, como la de los pitagóricos, que afirmaban que el universo estaba escrito en clave matemática. La cosmovisión aristotélica consideraba que el mundo supralunar era perfecto, de modo que también tanto el propio Aristóteles como Ptolomeo pensaron que los cielos eran interpretables de forma matemática. Sin embargo, nunca llegaron a plantear —a excepción de los citados pitagóricos— que el mundo sublunar pudiera ser leído de la misma forma. Ese fue, precisamente, uno de los saltos de la revolución científica. Autores como Galileo, Descartes y Newton empezaron a pensar que el comportamiento de toda la materia presente en el mundo terrenal era igualmente predecible con el uso de las matemáticas. Aquella matematización, que se daba ya en la pintura en perspectiva, la cartografía, la balística, la navegación y la agrimensura, comenzó a extenderse a todos los fenómenos materiales del universo con la revolución científica. Y, en contra de un extendido tópico, esto fue perfectamente compatible con las creencias religiosas, ya que se asumió que Dios era un matemático que hablaba el más perfecto de los lenguajes y que había escrito el funcionamiento del mundo en

18. *Ibidem*.

19. D. Wootton, *La invención de la ciencia*, Crítica, Barcelona, 2017. Debemos tener en cuenta que los matemáticos no existían tal y como los conocemos hoy en día, sino que se autoconsideraban filósofos naturales. Es una licencia que nos hemos permitido a lo largo de este capítulo.

dicho lenguaje. Descifrarlo era cosa de matemáticos o, como se empezaban a llamar ahora, científicos.

No obstante, fue en el campo de la astronomía en el que se dio el golpe letal a la cosmovisión aristotélica. Era ese, precisamente, el campo en el que se basaba gran parte de la filosofía de la Antigüedad y de la época medieval.

El inmenso trabajo astronómico de Ptolomeo había sido indudablemente la referencia en astronomía en todo el mundo occidental y parte del oriental. No es para menos. Su modelo, conocido como modelo ptolemaico, era capaz de predecir con gran precisión la posición de los planetas en cada época del año. Esto puede parecer extraño a quien sepa que el modelo ptolemaico es un modelo geocéntrico, es decir, en el que la Tierra está en el centro del universo y todos los planetas y el Sol giran alrededor suyo. Pero así es, y tiene explicación. El modelo ptolemaico empleaba un nivel bastante avanzado de matemáticas junto con recursos como los epiciclos y ecuantes que permitían explicar muy bien el movimiento de los astros conocidos. Su fortaleza durante catorce siglos se debió a que era un modelo coherente con la cosmovisión aristotélica y al mismo tiempo explicaba muy bien los datos empíricos.

El primer modelo que supuso un reto para el de Ptolomeo lo construyó el astrónomo Nicolás Copérnico (1473-1543). Copérnico era asimismo lo que hoy llamaríamos un matemático y consiguió desarrollar un modelo que también predecía con enorme precisión el movimiento de los astros. Sin embargo, había una diferencia fundamental: el modelo de Copérnico era heliocéntrico, es decir, con el Sol situado en el centro. Optó por situar al Sol en el centro no porque tuviera datos que así lo justificasen, sino por su adscripción a la teoría filosófica neoplatónica. En esta teoría, el Bien se identifica con Dios y a Dios con el Sol. En un modelo que

respetara estas creencias, el mejor lugar para Dios era el centro, de modo que el Sol tendría que quitar a la Tierra de su sitio. Y a pesar de este cambio tan notable, «hay poca diferencia entre los sistemas ptolemaico y copernicano en lo que respecta a la explicación y predicción de los hechos empíricos».[20] Y a lo largo del siglo XVI el modelo de Copérnico fue creciendo en popularidad y se enseñó en las principales universidades, aunque no era considerado un modelo realista (que reflejara cómo funciona realmente el mundo), sino un modelo instrumentalista (que funciona bien para predecir fenómenos astronómicos, de mucha importancia para la agricultura y la guerra). La atracción que despertaba el modelo copernicano tenía que ver con su dispositivo matemático, muy elaborado, pero solo una minoría lo consideraba una verdad científica. La mayoría se lo tomaba como hoy tomaríamos un plano del metro de una gran ciudad, es decir, como algo útil para manejarnos espacialmente, pero inútil como descripción de la realidad. Además, la creencia en un universo heliocéntrico todavía no era condenada por la Iglesia. La Iglesia católica prohibió el modelo copernicano en 1616, después de los descubrimientos de Galileo, y la censura eclesiástica se extendió hasta 1822.

Tres décadas después de la publicación del modelo copernicano, en 1572, un joven llamado Tycho Brahe vio una estrella nueva que, según la cosmovisión aristotélica y el modelo de Ptolomeo, no debería haber estado ahí. Gracias a la financiación del rey de Dinamarca, se fundó un observatorio de investigación astronómica y durante quince años se recogieron datos empíricos del comportamiento de los astros. Lo importante de este hecho es que la cosmovisión aristotélica no era capaz de explicar la existencia de una estrella nueva porque el

20. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.

propio Aristóteles había afirmado que las estrellas son siempre las mismas y están fijadas en una esfera que engloba a todas las demás. Algunos historiadores de la ciencia, como el ya citado Wootton, consideran esta fecha, 1572, como la del inicio de la revolución científica. Sin embargo, el modelo tychónico volvía a ser un modelo geocéntrico, esto es, con la Tierra en el centro del universo. La novedad residía en que el resto de los planetas conocidos sí giraban en torno al Sol.

Un colaborador y discípulo de Tycho Brahe fue quien dio el siguiente paso en dirección a desmontar el modelo ptolemaico-aristotélico. Se trata de Johannes Kepler (1571-1630), quien desarrolló un sistema que, además de predecir el movimiento de los planetas, era mucho más sencillo. Aunque durante los primeros años de su investigación Kepler estuvo comprometido con las ideas del círculo perfecto y del movimiento uniforme propias del sistema aristotélico, pronto se dio cuenta de que no podía predecir bien el movimiento de Marte bajo esas premisas. Fue así como abandonó aquellos dos pilares esenciales de la cosmovisión aristotélica para descubrir las órbitas elípticas, con todos los planetas moviéndose a diferentes velocidades en torno al Sol (cuanto más cerca está el planeta del Sol, más velozmente se mueve). Con ese nuevo modelo, que también era heliocéntrico, las predicciones eran mucho mejores y más sencillas.

Kepler, que también era religioso, pensaba que Dios había tenido un plan para construir el universo, y dedicó el resto de su vida a tratar de descubrirlo. Ese particular fervor religioso en búsqueda de regularidades geométricas fue lo que le permitió descubrir las hoy conocidas como primera y segunda ley de Kepler, pero también lo que le empujó a utilizar todo tipo de figuras geométricas para describir el plan maestro que había redactado Dios (algo esencial en su modelo).[21] Con Ke-

21. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.

pler quedaba explícitamente diseñada una imagen moderna del mundo como un mecanismo de relojería regido por leyes inmutables y necesarias. Eso sí, quedaba pendiente la razón por la que todo el sistema entraba en funcionamiento: la causa del movimiento.[22]

Y en 1610 llegaron los descubrimientos de Galileo con el telescopio. Uno de esos hallazgos fueron las montañas de la Luna, algo que chocaba frontalmente con la concepción aristotélica del mundo supralunar que concebía todos los objetos del universo como figuras geométricas perfectas. Además, el telescopio permitía ver que la Luna también era un objeto rocoso y, sin embargo, se movía. Si la Luna estaba hecha de tierra y se movía, la Tierra también podría hacerlo. Todos estos datos empezaban a socavar las premisas filosóficas de la concepción aristotélica. Además, Galileo descubrió las hoy llamadas lunas de Júpiter, y supo ver que giraban en torno a ese planeta, algo también contrario a las enseñanzas aristotélicas, porque reflejaba que podía haber más de un centro de rotación en el universo. Por si fuera poco, el estudio de las fases de Venus descartaba que el sistema ptolemaico fuese correcto, aunque aún no permitía dilucidar si el sistema real era geocéntrico o heliocéntrico. Pero, con aquel descubrimiento, el sistema ptolemaico, que había resistido mil cuatrocientos años, se vino abajo irremediablemente.[23, 24]

En el caso de Galileo, la Iglesia católica ya no se mostró tan indulgente como con Copérnico. La Reforma protestante había dañado mucho el poder de la Iglesia y esta había iniciado una ofensiva en todas partes contra todo aquello susceptible de ser herético. Los trabajos de Galileo amenazaban con des-

22. D. Sánchez Meca, *Teoría del conocimiento*, Dykinson, Madrid, 2012.
23. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.
24. D. Wootton, *La invención de la ciencia*, Crítica, Barcelona, 2017.

montar gran parte del poder restante de la Iglesia, por lo que esta no tuvo ningún inconveniente en censurar las nuevas ideas científicas a partir de ese momento. Como es sabido, Galileo fue juzgado y obligado a retractarse de sus ideas heliocéntricas.

Una de las contribuciones esenciales de Galileo fue su descripción matemática del movimiento. Como hemos visto, hasta entonces se creía que siempre era necesaria una causa final para mantener un cuerpo en movimiento con velocidad constante, pero con Galileo, y posteriormente con Newton, se descubrió que, si los cuerpos detenían su movimiento, era por la fuerza de rozamiento. Al hacer un experimento con unas tablas inclinadas sobre las que dejó caer unas bolas, Galileo comprobó «que siempre que sobre un cuerpo no actuara ninguna fuerza, este se mantendría moviéndose en una línea recta con la misma velocidad».[25] A esto luego Newton lo llamó «principio de inercia», un principio que rompió radicalmente con la concepción del movimiento de la tradición aristotélica. Además, de esta idea se derivaba que los cielos y la Tierra ya no eran fundamentalmente diferentes.

Galileo también estaba comprometido con la idea de que las matemáticas eran el lenguaje del universo, de modo que el conocimiento de estas brindaría la oportunidad de alcanzar el conocimiento. Uno de los extractos más citados de Galileo no deja lugar a dudas:

> La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que tenemos abierto ante los ojos, quiero decir, el universo, pero no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras

25. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

geométricas, sin las cuales es imposible entender ni una palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto.[26]

Finalmente, Isaac Newton (1643-1727) fue quien descubrió la causa del movimiento de los planetas que Kepler había descrito sin aclarar su origen. Newton demostró matemáticamente la existencia de «una fuerza que atraía los planetas al Sol y los satélites a los planetas».[27] Como se conoce, esa fuerza es la gravitación universal, que fue descrita como «la atracción entre dos cuerpos y que es proporcional al producto de sus masas» y como «inversamente proporcional al cuadrado de la distancia».[28] Eso significa que, cuanto más masa tienen los objetos, mayor es la atracción gravitatoria que ejercen. También significa que, cuanto más lejos estén uno del otro, menor será la atracción. Ambas ideas explican por qué «todos los cuerpos caen con la misma rapidez: un cuerpo que tenga doble peso sufrirá y ejercerá una fuerza gravitatoria doble, pero al mismo tiempo tendrá una masa doble [...], estos dos efectos se cancelarán exactamente y la aceleración será la misma en ambos casos».[29] La ley de Newton de la gravitación universal y sus tres leyes de la dinámica mostraron que las leyes del mundo supralunar eran las mismas que las del mundo sublunar, con lo que se terminó de derrumbar el edificio aristotélico.

Ahora bien, como se puede comprobar, con Newton los objetos ya no se mueven en función de supuestas esencias internas, sino como resultado de la influencia de otros objetos o fuerzas externas. Así se fortalecía la metáfora de la máquina,

26. Galileo Galilei, *El ensayador*, Aguilar, Buenos Aires, 1981.
27. D. Sánchez Meca, *Teoría del conocimiento*, Dykinson, Madrid, 2012.
28. *Ibidem*.
29. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

en claro contraste con el universo esencialista y teleológico de la cosmovisión aristotélica. El lenguaje de las matemáticas parecía ser capaz de explicar efectivamente el comportamiento de todo el universo. La ciencia abandonó la doctrina aristotélica, pero se hizo determinista: si el mundo era una máquina, sería posible desentrañar sus misterios y predecir el comportamiento de sus componentes.

El astrónomo, matemático y físico francés Pierre-Simon Laplace (1749-1827) fue un continuador de la mecánica newtoniana, convencido de que el universo era completamente determinista. Pensó que, solo con conocer el estado completo del universo en un instante de tiempo, podría predecirse todo lo que sucediera en el futuro. En realidad, «Laplace fue más lejos hasta suponer que había leyes similares gobernando todos los fenómenos, incluido el comportamiento humano».[30] Pero este planteamiento no era solo suyo. Como veremos más adelante, todo el liberalismo político y también el marxismo y las grandes ideologías de la modernidad quedaron impregnados de esta nueva visión determinista del mundo. Si la ciencia había sido capaz de predecir el comportamiento exacto de objetos inertes, ¿por qué no iba a poder hacer lo mismo con los objetos no inertes, es decir, con el conjunto de los seres vivos?

La teoría de la evolución que elaboraron de forma independiente tanto Charles Darwin (1809-1882) como Alfred Russel Wallace (1823-1913) fue también de gran importancia para la época y para los autores del pensamiento social. El propio Marx fue un lector ávido de Charles Darwin, con quien además tuvo un intercambio epistolar cuando le envió su obra *El capital*.

Darwin había comenzado sus trabajos pensando que Dios era el creador de todas las especies, pero sus observaciones

30. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

posteriores le hicieron cambiar de opinión. Inspirado por el trabajo del economista político Thomas Malthus (1766-1834), quien había teorizado que la población crecía más rápido que la capacidad de alimentarla, llegó a la conclusión de que «plantas y animales, incluidos los humanos, tienden a reproducirse más allá de lo que el entorno puede soportar»,[31] por lo que «tiene que darse una lucha por la existencia».[32] Este proceso sería el conocido como «selección natural», por el que «la naturaleza selecciona ciertos rasgos que son ventajosos, con respecto a otros, para su supervivencia y reproducción».[33] Los trabajos posteriores de Ronald A. Fisher (1890-1962) y sobre todo el descubrimiento de la estructura del ADN por James Watson (1928) y Francis Crick (1916-2004) profundizaron los conocimientos en biología hasta llegar a la época actual. Gracias a ello, la biología también ha conseguido explicar los fenómenos naturales sin recurrir a seres o fuerzas sobrenaturales, lo que ha hecho innecesaria la figura de Dios.

Con todo, al comienzo del siglo XX existía la impresión de que un marco newtoniano, es decir, mecanicista, podía dar respuesta a todos los interrogantes sobre el mundo. En especial en física, pero no solamente. Los desarrollos de Antoine Lavoisier (1743-1794) llevaron a la química moderna, y los trabajos en biología parecían demostrar que los fenómenos biológicos podían explicarse a partir de acontecimientos a nivel molecular. Las investigaciones de James Clerk Maxwell (1831-1871) permitieron descubrir las ecuaciones matemáticas que unifican fenómenos como la luz, la electricidad y el magnetismo. Esta sensación de optimismo se transmitió rápidamente a otras ramas del pensamiento, entre ellas la economía política. Para los eco-

31. R. DeWitt, *Cosmovisiones*, Biblioteca Buridán, Barcelona, 2010.
32. *Ibidem*.
33. *Ibidem*.

nomistas políticos, la física se convirtió en la referencia absoluta con respecto a los métodos y formas de la investigación científica. Sin embargo, en física aún quedaban algunos interrogantes que no habían podido resolverse en un marco newtoniano.

En apariencia, Newton había encontrado la razón por la que los cuerpos se atraen unos a otros, pero curiosamente él no creía del todo en lo que había descubierto. Esto era así porque el concepto de gravedad usado por él requería una misteriosa acción a distancia que quedaba sin explicar. En efecto, en el universo newtoniano la influencia que el Sol ejerce sobre la Tierra y que se manifiesta en la gravedad se produce por la mera existencia de ambos objetos con masa, pero no queda claro a través de qué canales se transmite la información. Según la concepción newtoniana, si el Sol desapareciese de golpe, también desaparecería de golpe su efecto gravitatorio sobre la Tierra. Algo casi mágico. El propio Newton, como decimos, era muy consciente de esto y afirmó que «es inconcebible que una materia bruta inanimada, sin la mediación de algo más, que no sea material, afecte a otra materia y actúe sobre ella sin que exista contacto mutuo».[34] Pero Newton nunca llegó a encontrar la respuesta, y tuvieron que pasar varios siglos hasta que Albert Einstein (1879-1955) dio con una solución más adecuada.

Einstein elaboró tanto la teoría de la relatividad especial en 1905 como la teoría de la relatividad general en 1915. Y consiguió dar respuesta al interrogante sobre la gravedad, pero al precio de dejar obsoleto el marco newtoniano como modelo realista, es decir, como modelo que explica cómo es realmente el mundo. Los descubrimientos posteriores de la física cuántica terminaron por alejarse del sistema mecanicista clásico y

34. Citado en B. B. Greene, *El universo elegante*, Booket, Barcelona, 2006.

abrieron nuevos interrogantes sobre el comportamiento de los objetos en el universo. En definitiva, cuando todo parecía más o menos aclarado, surgieron nuevas preguntas que pusieron en cuestión las propias enseñanzas anteriores. O casi, porque, como dice el físico teórico Stephen Hawking (1942), «seguimos usando la teoría de Newton para todos los propósitos prácticos ya que las diferencias entre sus predicciones y las de la relatividad general son muy pequeñas en las situaciones que normalmente nos incumben».[35]

La teoría especial de la relatividad acabó con la idea clásica de un tiempo absoluto. En esa idea habían creído tanto Aristóteles como Newton, y es la idea que actualmente tenemos como sentido común. Es decir, creemos que el tiempo que transcurre entre dos sucesos puede ser medido igualmente por todos con tal de que se disponga de un buen instrumento de medida. Pero la teoría de Einstein demostró que eso es falso, y que tiempo y espacio no son conceptos absolutos. La conclusión de Einstein fue la extraña idea de que «ninguna medida de cualquier observador particular es más correcta que la de cualquier otro observador, sino que todas son equivalentes y además están relacionadas entre sí».[36]

La explicación residía en la combinación de algo que habían avanzado Galileo y Newton, el principio de inercia, y el descubrimiento de Maxwell de la velocidad de la luz. Galileo había afirmado que las leyes de la física son las mismas para todos los observadores que se mueven en un estado de movimiento uniforme.[37] Es posible que, a pesar de la difi-

35. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

36. *Ibidem*.

37. L. M. Krauss, *La historia más grande jamás contada… hasta ahora*, Pasado & Presente, Barcelona, 2017.

cultad, hayamos experimentado alguna vez esta sensación.[38] Por otra parte, Maxwell había mostrado que «las perturbaciones electromagnéticas viajan a una velocidad fija e invariable, una velocidad que resulta ser igual que la velocidad de la luz».[39]

Para entender bien la contradicción que eso genera, imaginemos que en el marco de una manifestación un policía me dispara una pelota de goma a la velocidad de 100 km/h y yo salgo huyendo en la misma dirección de la bola a una velocidad de 40 km/h. Según las leyes del movimiento de Galileo y Newton, desde mi punto de vista la pelota se estará acercando a la velocidad de 60 km/h (100 km/h – 40km/h = 60 km/h). Hasta aquí bien. Pero si ahora el policía en vez de usar pelotas de goma usa un rayo láser, y yo en vez de huir corriendo me monto en una nave espacial cuya velocidad es de 50.000 km/s, ¿a qué velocidad se aproximarán a mí los fotones que forman ese rayo láser si sabemos, gracias a Maxwell, que la velocidad de esos fotones es de 300.000 km/s? Pues según Newton, la velocidad a la que yo percibo acercarse esos fotones habría de ser de 300.000 km/s – 50.000 km/s, es decir, de 250.000 km/s. Pero eso contradice la afirmación de Maxwell de que la velocidad de la luz siempre es la misma. Visto desde otra perspectiva, según el sistema newtoniano, si yo corro a la velocidad de la luz detrás de una onda de luz, tendré la sensación de que la luz está quieta, pero según Maxwell esto también es imposible. Einstein resolvió el

38. Imaginemos que estamos en una estación montados en un tren a punto de salir. Al arrancar y mantenerse en velocidad uniforme, es decir, constante, durante un tiempo, es posible que, si observamos el tren de otra vía, que también se mueve de forma uniforme, dudemos de si es nuestro tren o el otro el que se mueve.

39. B. B. Greene, *El universo elegante*, Booket, Barcelona, 2006.

problema aceptando que la velocidad de la luz es constante en el vacío, y aclarando que «da igual a qué velocidad persigamos un rayo de luz; siempre se alejará de nosotros a la velocidad de la luz».[40] Claro que «el carácter constante de la velocidad de la luz exige que abandonemos la vieja noción de que la simultaneidad es un concepto universal con el que cualquiera está de acuerdo, independientemente de su estado de movimiento».[41] Efectivamente, la solución de Einstein fue argumentar que los observadores deben medir distancias o tiempos de forma diferente, de modo que la velocidad de la luz es la constante. En suma, el tiempo y el espacio no son absolutos. Y esto es algo que va en contra del sentido común aristotélico, pero también del newtoniano.

Y ya en 1915 Einstein dio por fin respuesta al interrogante de Newton. Su teoría general de la relatividad demostró que la gravedad es la consecuencia de que «el espacio-tiempo no sea plano, sino curvado, o deformado, por la distribución de masa y energía en él presente».[42] Eso significa que los cuerpos no se mueven en órbitas curvas alrededor de otros, sino que se mueven en líneas rectas sobre un espacio curvo, lo que se llama líneas geodésicas. Nuestro planeta «simplemente sigue las líneas invisibles que crea nuestra estrella, como una canica en un cuenco».[43] En realidad se mueven en línea recta sobre un espacio tetradimensional, que nos parece a nosotros curvo desde una perspectiva tridimensional. Esto es relevante porque «si el Sol dejase de brillar en este preciso

40. B. B. Greene, *El universo elegante*, Booket, Barcelona, 2006.

41. *Ibidem*.

42. S. W. Hawking, *Historia del tiempo*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1988.

43. C. Galfard, *El universo en tu mano*, Blackie Books, Barcelona, 2017.

instante, tendríamos noticia de ese (considerable) problema en ocho minutos y veinte segundos»,[44] que es el tiempo que tarda en llegar la luz desde el Sol hasta la Tierra a través del espacio-tiempo curvado.

Además, la teoría de Einstein significaría también aceptar que el tiempo pasa más despacio cuanto más cerca se está de un cuerpo con gran masa, de modo que alguien situado en el espacio vería pasar las cosas en la Tierra más lentamente. Igualmente, a mayor velocidad de un objeto, menor tiempo transcurre, de tal manera que a la velocidad de la luz el tiempo no existe como tal. Como dice Fernández Buey, «la teoría de la relatividad no contradice la mecánica newtoniana, y las predicciones de una y otra difieren significativamente solo para objetos que se mueven muy cerca de la velocidad de la luz, mientras que para el caso de los objetos que se mueven a velocidades normales las predicciones de la relatividad especial y las de la mecánica newtoniana coinciden».[45]

Todo esto no son meras abstracciones. Un dispositivo como el GPS (Global Positioning System) es capaz de indicarnos nuestra situación exacta gracias a que tiene en cuenta los efectos de la teoría de la relatividad. El sistema está compuesto por veinticuatro satélites, cada uno de los cuales tiene un reloj atómico y una emisora que emite señales que puede recibir cualquier receptor GPS. Según la teoría especial, como la velocidad del reloj es muy alta (3,9 km/s), veremos pasar sus manecillas más lentamente, por lo que el sistema GPS debe compensar ese retraso. Según la teoría general, además el reloj se adelanta cuanto más cerca está de una gran masa, algo que el sistema también tiene que corregir. Sin la

44. *Ibidem*.

45. F. Fernández Buey, *Albert Einstein, ciencia y conciencia*, El Viejo Topo, Barcelona, 2005.

teoría de Einstein no existirían ni el GPS ni, lógicamente, una aplicación como Google Maps.[46]

Para terminar nuestro viaje por la historia de la ciencia debemos retroceder unos cuantos siglos, de nuevo hasta la antigua Grecia. Ya vimos que el redescubrimiento de la escuela pitagórica fue importante en el marco de la revolución científica. Ahora corresponde ver la influencia que tuvo el atomismo. Esta escuela, fundada por Leucipo de Mileto (siglo IV a. n. e.), continuó la filosofía de Empédocles, quien, como hemos visto, había asegurado que cualquier objeto está constituido por la agrupación de algunos de los cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego). Según Leucipo, y también su discípulo Demócrito (460 a. n. e. - 370 a. n. e.), existen un número infinito de unidades indivisibles a las que llamó átomos. Estos átomos, aunque imperceptibles por los sentidos humanos, serían sólidos e impenetrables. Según su teoría, en el origen solo existían los átomos en el vacío, y en algún momento estos chocaron unos con otros y formaron agrupaciones de átomos, con lo que se formaron los cuatro elementos.

No obstante, cuando la revolución científica comenzó a desplegar todo su potencial, empezaron a hallarse partículas aún más elementales que los átomos. Joseph J. Thompson (1856-1940) descubrió el electrón, una partícula con una masa menor que la milésima parte de la del átomo más ligero. Posteriormente, Ernest Rutherford (1871-1937) estudió las partículas radioactivas y reveló la estructura interna de los átomos, es decir, un núcleo muy pequeño de carga positiva sobre el que giran un cierto número de electrones. El físico James Chadwick (1891-1974) descubrió que el núcleo, además de tener protones, como ya se suponía, también tenía neutrones. Con

46. P. Tipler y G. Mosca, *Física para la ciencia y la tecnología*, vol. 2 C, Reverte, Madrid, 2010.

el tiempo, y basándose en experimentos, se descubrieron partículas aún más pequeñas como los quarks.

A partir del estudio de estas partículas tan diminutas, lógicamente imperceptibles por el ojo humano, se hicieron otros descubrimientos que terminaron de cuestionar el modelo newtoniano y que también entraron en contradicción con las teorías de Einstein. El principio de incertidumbre de Werner Heisenberg (1901-1976) estableció que era imposible medir de forma exacta y al mismo tiempo la posición y el momento lineal de una partícula elemental porque para ello ha de usarse un cuanto (valor mínimo que puede tomar una magnitud) de luz que interferirá en el comportamiento de la partícula. Pero no se trataba de un problema experimental, sino de un problema de definición de las magnitudes y de las entidades matemáticas empleadas para formularlas.

Así lo explica Krauss:

> El principio de incertidumbre marcó el final del sueño de Laplace de una teoría de la ciencia, un modelo del universo que sería totalmente determinista: ciertamente no se pueden predecir los acontecimientos futuros con exactitud si ni siquiera se puede medir el estado presente del universo de forma precisa.[47]

Y en 1920 el propio Heisenberg, junto con Erwin Schrödinger (1887-1961) y Paul Adrien Dirac (1902-1984), puso los cimientos de la nueva teoría de la mecánica cuántica, según la cual la mecánica no es capaz de predecir un único resultado, sino un cierto número de resultados posibles. Curiosamente esta teoría contó con la oposición de Einstein, a pesar de que sus trabajos contribuyeron necesariamente a su formulación.

47. L. M. Krauss, *La historia más grande jamás contada… hasta ahora*, Pasado & Presente, Barcelona, 2017.