



TRAS LAS HUELLAS
DE MI YO FÍSICO

J.F. Rincón Millán

TRAS LAS HUELLAS
DE MI YO FÍSICO



Primera edición: mayo de 2026

© Comunicación y Publicaciones Caudal, S.L.

© J. F. Rincón Millán

ISBN: 979-13-88195-58-7

ISBN digital: 979-13-88195-59-4

Depósito legal: M-11352-2026

Editorial Adarve

C/ Luis Vives, 9

28002 Madrid

editorial@editorial-adarve.com

www.editorial-adarve.com

Impreso en España

A mis padres

ÍNDICE

Introducción	11
Capítulo 0. CREciENCIA	15
Curiosos	
Filósofos	
Científicos	
Perfectibles	
Capítulo 1. Confines personales	37
Las cuatro fuerzas fundamentales	
Las partículas elementales	
Capítulo 2. La raíz de todo	65
La historia del origen	
El origen de la historia	
Capítulo 3. El corazón de la materia	91
Número atómico, número másico y masa atómica relativa	
La desintegración nuclear	
Nuestro mundo radioactivo	
Vida y obra del carbono-14	
Capítulo 4. Ideas revolucionarias	123
Precedentes cuánticos de la distribución electrónica	
El modelo atómico de Bohr	
La estructura atómica del átomo	
El orden de ocupación electrónica	

Capítulo 5. La ilusión lumínica.....	155
Aspectos generales de la luz	
Gradación electromagnética	
Ondas de infrarrojo, ondas de luz visible y ondas ultravioleta	
Cómo nos vemos	
Capítulo 6. Claves para un inventario común.....	189
La analogía como pista	
Secretos y clasificación general de la tabla	
Capítulo 7. Nuestro lugar en la tabla.....	207
Segmento del bloque <i>s</i>	
Segmento de los bloques <i>d</i> y <i>f</i>	
Segmento del bloque <i>p</i>	
Capítulo 8. Naturaleza y cisma del Yo.....	261
Nuestros tres Yos y sus tres Big Bangs	
El ser y no ser de nuestra identidad atómica	
Los fundamentos de la razón	
Capítulo 9. Herederos universales.....	293
El oscuro origen de la condensación de la materia	
La infancia de un universo sombrío	
La energía nuclear al descubierto	
El parto de los colosos	
Capítulo 10. El montaje final.....	333
La estructura general	
Enlaces químicos	
Los estados de la materia	
Conclusión.....	363
Agradecimientos	
Bibliografía recomendada	
Tabla periódica de los elementos	

INTRODUCCIÓN

La autoconsciencia, esa cualidad de reconocer nuestros propios pensamientos y emociones, es una de las capacidades más importantes que nos distingue del resto de los animales. Sin embargo, a pesar de tratarse de una virtud con calado universal, solemos ceñirla únicamente al ámbito de nuestro Yo cognitivo. Olvidamos con facilidad que no solo somos seres racionales. Somos mucho más. También existe un Yo que nace de las propiedades biológicas que rigen nuestro organismo más allá del pensamiento. ¿Por qué no arrojar luz y bañar de consciencia a esa parte de nosotros que nos hace estar vivos? Incluso detrás de este umbral somático todavía se nos abre una realidad física que viabiliza nuestra presencia a todos los niveles posibles. ¿Bajo qué pretexto podemos ignorar ese Yo físico? Aquella identidad que proclama su existencia en base al pensamiento, como decía el cartesianismo con su «pienso luego existo», nunca habría alcanzado semejante revelación si no fuera porque antes de pensar ese Yo también vivía. Y, por supuesto, también existía. Por este motivo, porque somos no más que el engranaje de estas tres naturalezas distintas, si dejáramos de lado siquiera a una de ellas, nunca lograríamos alcanzar una consciencia plena de nosotros mismos.

El propósito del presente libro, al hilo de este razonamiento, no es otro que el de acercarnos a nuestra condición humana para responder, bajo criterios científicos, qué es lo que somos desde un punto de vista puramente material. Si las ciencias que se ocupan de estos asuntos han experimentado un gran desarrollo durante el último siglo, tanto igual debiera haberse transformado la noción de nuestro propio Yo físico. De hecho, los datos con los que hoy contamos nos abren un panorama tan novedoso que nos permiten vernos de manera distinta a como nuestros abuelos pudieron haberse visto décadas atrás.

A este respecto pienso que, de igual manera que cualquier persona debiera tener derecho a disfrutar de las comodidades que la sociedad tecnológica nos ofrece, sin necesidad de saber de electricidad o de informática, todo el mundo también debiera tener la posibilidad de atisbar su intimidad física en busca de un mejor conocimiento personal sin tener por qué ser un experto en química, física o matemáticas.

Los nuevos tiempos exigen un reajuste conceptual, y este trabajo, tomando nuestra configuración atómica como eje principal, pretende poner a su alcance las diferentes perspectivas que nos arroja esta última autoexploración. Al final, la suma de todas ellas le ayudará a posicionarse en el universo y, según lo perdido que ande, quizá también le sirva como señuelo para encontrarse consigo mismo.

Todo está dispuesto. ¿Empezamos?

0. CREciENCIA

Antes de abordar lo que somos desde un enfoque material, se hace necesario fundamentar en base a qué hemos construido nuestras teorías y sopesar la validez que ostentan. Hablaremos en las próximas páginas, entre otras cosas, de partículas, átomos y fuerzas fundamentales; conceptos todos ellos minuciosamente estudiados por la comunidad científica. Tener la posibilidad de adentrarnos en sus misterios para desgranar nuestros constituyentes más esenciales ha sido un logro que hemos conseguido gracias a una prolija investigación fraguada durante los dos últimos siglos en los campos de la física y la química. No obstante, no podremos hacernos una idea de la legitimidad y la proveniencia de estos conocimientos si no ponemos en perspectiva la evolución de nuestra propia sapiencia. Debemos, en consecuencia, echar un vistazo a la historia para ver los pasos que nos han traído hasta aquí.

Dilucidar el principio de nuestros principios será nuestro primer objetivo.

Curiosos

¿Quién soy? No se sabe cuándo exactamente, pero hubo un día en la historia del planeta Tierra en el que una de sus criaturas, por vez primera, se hizo esta controvertida pregunta. Tampoco sabemos qué especie fue la encargada de engendrar al primer pensador. Puede que fuera un *Homo habilis* o incluso, quién sabe, algún extraño descendiente de los *Australopithecus*. Sin embargo, de lo que no cabe duda es de que se trató de un individuo entroncado a nuestra familia de los homínidos, un antiguo pariente que nos dejó hace mucho ya.

Aunque pueda ser estimulante divagar sobre el contenido de su respuesta, lo cierto es que no es en ella donde se encuentra la

transcendencia del asunto. Lo que de verdad importa se encierra en la pregunta, no en la contestación, puesto que en el preciso momento en el que surgió dicho interrogante el mundo vio nacer la autoconsciencia. La respuesta carece de relevancia porque es en la misma pregunta donde se halla escondida la contestación. No podría cuestionarme quién soy si no fuera; resulta evidente, entonces, que soy. ¡Soy yo! Así fue como aquella Eva lejana se reconoció al reflejarse en el espejo de la duda.

Claro está que no podría haberse formulado tal cuestión si previamente no se hubiera desarrollado un lenguaje sostenido sobre conceptos abstractos. De hecho, cabe la posibilidad de que ambas, preguntas y palabras, florecieran al unísono en nuestra incipiente mecánica cognitiva. Por ello, si posamos nuestra vista en el pasado, podemos deducir que esa tendencia por querer desentrañar nuestro mundo, este natural figoneo que nos mueve, ha sido un rasgo que nos ha acompañado desde momentos tan remotos como nuestro propio origen, cuando los vaivenes de la evolución nos dirigieron por el cauce de la autoconsciencia a través de un progresivo desarrollo cerebral. De igual manera que descubrimos nuestra presencia, ya en los albores de la humanidad empezamos también a examinar nuestro entorno. Fuimos poniendo nombres a las cosas y nos percatamos de la existencia de una serie de acontecimientos cíclicos como eran las estaciones del año, las fases lunares, las migraciones de rebaños o las épocas de sequía. Por esta vía, infiriendo leyes naturales a través de los sucesos periódicos, se nos ofreció el arma que supone la posibilidad de pronosticar y programar el futuro. Además, con este poder que otorga la facultad de adelantarse a los eventos venideros, logramos una ventaja crucial respecto al resto de nuestros competidores, que tan solo se movían por su instinto animal.

Nuestro cerebro es así como funciona. No solo para deducir fenómenos naturales, sino también para enfrentar las actividades más cotidianas. Contrastando datos y buscando patrones de comportamiento, somos capaces de detectar sucesiones lógicas que nos dan

pistas de cuál puede ser el desenlace de una coyuntura presente. En primer lugar, procesamos la información que recibimos a través de los sentidos y, seguidamente, la comparamos, de manera maquinal, con toda la gama de recuerdos que atesoramos en la memoria. De esa manera caminamos por la vida rastreando coincidencias como si fuéramos sabuesos tras la pista de un indicio interesante. Nos encanta que las cosas encajen porque estamos diseñados para atar cabos, de ahí la gran satisfacción que sentimos cuando gritamos ¡eureka! al hallar la solución de un problema dado.

El caso es que esta nueva adecuación mental debió resultar una ventaja evolutiva importante. Por eso, las probabilidades de éxito de los primeros humanos debieron también verse aumentadas cuanto mayor fuera el intelecto y la capacidad asociativa que poseyeran. Bien pudo ser esta la razón por la que la selección natural favoreciera un mecanismo para mantenernos ejercitados en tales aptitudes cognitivas; un mecanismo de mayúscula transcendencia que a la larga acabaría convirtiéndose en acicate para ampliar nuestros crecientes conocimientos: la curiosidad. Por consiguiente, la curiosidad que nos mueve a investigar lo desconocido actuaría como el hambre, que nos empuja a buscar comida, quedando ambos saciados cuando consiguen su propósito.

Los primeros pueblos —cazadores y recolectores— se aprovecharon de esta habilidad estratégica para asegurarse la subsistencia. Sin embargo, cuando la mayor de las preocupaciones reside en garantizarse un bocado de comida al día (sin terminar siendo uno el banquete de nadie), poco tiempo queda para orientar las capacidades intelectuales en otra dirección que no sea la de cubrir las propias necesidades básicas. Entre tanto, ¿qué hacer frente a los factores fortuitos que, independientes a nuestra voluntad, dejaban nuestro destino en las manos del azar? ¿Qué hacer con esos factores que albergaban desde los peligros de la caza hasta las enfermedades o los problemas de natalidad que ponían en riesgo la continuidad de la tribu? La respuesta nos la dio la lógica causal que habíamos alcanzado. Los episodios accidentales empezaron a verse como

consecuencias que subyacían sobre razones sobrehumanas. Si los designios de una catástrofe no podían ser explicados por la lógica natural, entonces sus causas había que buscarlas más allá del mundo sensible. En este sentido, fuimos arrastrados a considerar como entes divinos aquellos que procuraban dichas eventualidades. Así, unas de las primeras entidades a las que empezamos a venerar fue a los espíritus de los animales de los que dependía nuestra subsistencia. Invocar, por ejemplo, al espíritu del bisonte en vísperas de una gran batida podía mejorar las expectativas de éxito, motivo por el cual nuestra conducta estratega se vio enriquecida aún más al tratar de ganarse también los favores de las fuerzas sobrenaturales. Algunos pueblos debieron verse, por alguna razón supersticiosa, benefactores del espíritu del oso al que rendían culto. Otros quizá consagraban sus plegarias al cielo que les proveía de las lluvias y otras tribus, en cambio, invocaban a los espíritus de las montañas donde habían vivido desde tiempo inmemorial. La explicación mágica que cada clan le daba a tales sucesos, espoleados por esa floreciente dinámica de pensamiento, debió diferenciarles a unos de otros, configurando así, a través de las leyendas y los ritos, sus distintas identidades sociales y culturales.

A este respecto, dudo de que la evolución histórica del aprendizaje pudiera haberse desarrollado sin recurrir al mundo sobrenatural o a la magia, puesto que, ante unos ojos ávidos de porqués, estas explicaciones esotéricas se postulaban como las únicas respuestas posibles. Y nuestra mente exigía respuestas.

En relación a las vicisitudes que la vida nos ofrece existe una de difícil aceptación que debió representar un roto en nuestra carrera cognitiva y que urgía ser cosida con las puntadas de la lógica. Este problema, que tan en primera persona nos afecta, es sin duda nuestra propia muerte. Todo lo relacionado con ella resulta ser un asunto espinoso, pues, si bien la naturaleza nos otorga la exclusividad del entendimiento (permitiéndonos una vida emancipada de la rigidez que los instintos nos imponen), no muestra reparo alguno cuando nos reserva el mismo final que para el resto de sus

criaturas. ¿Una consciencia distinta como la nuestra no merecería también para sí un desenlace distinto? Aún hoy esta sigue siendo una pregunta incómoda.

Precisamente una de las muchas cosas que nos distancia del resto de especies es el culto que procesamos a los muertos. El trato delicado y ceremonioso que se deduce de los primeros enterramientos —antiquísimos— infiere que ya el hombre desde su origen tenía inquietudes más allá de nuestro último adiós terrenal. Parece que ese halo de naturaleza inmortal fue la respuesta que la lógica nos dio para afrontar con coherencia la incómoda realidad de la fugacidad de la vida. No podíamos vivir con un porqué tan íntimamente ligado a nosotros como nuestra propia muerte sin dar una respuesta y sin buscarle un sentido. Fue entonces cuando nació la religión. Inventada o descubierta, eso ahora no tiene importancia. La inercia que nuestra mente había acumulado en la constante búsqueda de coherencia nos empujó a ella. Y a través de ella no solo inventamos (o descubrimos) nuevas deidades y fuerzas sobrenaturales, sino que pasamos a formar parte también nosotros de su magia e infinitud. Hechiceros y sacerdotes adquirieron un papel fundamental en el organigrama tribal; los primeros hurgando en el mundo sobrenatural de manera directa y los segundos instituyéndose como mediadores entre el mundo de los hombres y el de los dioses.

Nuestras tribus fueron creciendo así en torno a dichas creencias y, bajo esta atmósfera de fantasía que les brindaba protección divina, durante miles de años estuvieron afilando su ingenio al igual que un tigre afila sus garras. Nuestros antepasados no solo empezaron a conocer mejor la naturaleza, también empezaron a usarla en su favor con descubrimientos tan importantes como el fuego, la tecnología lítica y, trascurrido mucho tiempo, la ganadería o la agricultura. Como ya se comentó, contar con un lenguaje abstracto nos permitió compartir la información y transmitirla a lo largo de las generaciones, lo que facilitó la perpetuación de nuestras ideas, primero por tradición oral y luego de manera escrita.

Pero este afán de saber, esta curiosidad, habiéndose sacudido ya el polvo de las cavernas y al abrigo de las grandes civilizaciones, fue arrojando luz allá donde antes solo existían tinieblas; es decir, en los parajes donde antaño solo los espíritus y los dioses daban sentido a los hechos.

Filósofos

Fue entonces cuando algunas personas empezaron a hacerse preguntas un poco más profundas. Desde luego, ya sabíamos que el mundo estaba plagado de cosas, de seres, y que nosotros, de la manera que fuese, formábamos parte de ellos, pero, haciendo alarde de nuestro habitual inconformismo, quisimos ir un poco más allá. Observando las cosas nos decidimos a diferenciar aquellas que existían en sí mismas de aquellas que eran derivaciones de las primeras. Así, con este empeño de acotar el «ser fundamental» floreció oficialmente en la antigua Grecia lo que conocemos como filosofía. Tales de Mileto tiene el honor de ser considerado el primero de todos los filósofos, y mientras corría el séptimo siglo antes de Cristo postuló un objeto como principio fundamental sobre el cual, a su juicio, se construía el resto de las cosas: el agua. El error es manifiesto, sí, aunque lo importante es que su labor no hizo más que abrir la senda a quienes continuaron sus divagaciones. Llegaron más personajes que propusieron otras entidades como fundamentos naturales, entre ellos Anaxímenes, que se decantó por el aire. Pero la querencia deductiva les fue llevando por la deriva de imaginar no solo un principio como base de todo, sino varios; muchos principios que, unidos y conjugados, darían el resto de las formas que vemos. Sobre esta idea destacó el gran filósofo Empédocles, quien promulgó, con un éxito que duraría hasta el mismo Renacimiento, que solo existían cuatro cosas realmente: el agua, el aire, la tierra y el fuego; es decir, tal y como él las bautizó, los cuatro elementos.

Al mismo tiempo que estos, otros filósofos observaron el asunto desde perspectivas distintas y se caracterizaron precisamente por

dar soluciones más abstractas en su búsqueda del principio de todo ser. Pitágoras, uno de los grandes pioneros de las matemáticas, que a la postre ejercerían un papel crucial en el desarrollo científico, dijo que aquello que era común a todas las cosas era el número, puesto que todo era mensurable y podía ser medido. Heráclito, por otra parte, vio la propia cualidad del «fluir natural» como motora y como denominador común de todo cuanto existe. Esta idea suya significaba que, como el universo (según él) no era estático, nada de lo que nos propusiéramos estudiar sería idéntico, instantes después, al objeto que hubiésemos tratado de analizar en un principio. Tiene lógica: el constante cambio al que está sometido cualquier cosa imposibilita su invariabilidad; por eso un río nunca es el mismo río y por eso uno no puede bañarse dos veces en él.

Todas estas ideas sembraron los campos del pensamiento que terminarían por germinar en los cerebros de los más grandes filósofos de la antigua Grecia: Parménides, Sócrates, Platón y Aristóteles. Cada uno a su manera fue levantando sus doctrinas, bien refutando las teorías vigentes (tal y como hizo Parménides en contraposición a Heráclito con su premisa de que «todo lo que es **es**, y todo lo que no es **no es**», negando cualquier deducción que contradijera tan aparente obviedad), o bien perfeccionando las tesis ya establecidas. Todos ellos ejercieron una influencia sin parangón sobre el desarrollo intelectual de aquellas sociedades mediterráneas. Sus ideas se derramaron por los mares y bañaron todas sus costas. Viajaron a bordo de sus barcos y se extendieron desde el levante hasta el poniente, imponiendo así la hegemonía de sus corrientes filosóficas hasta el siglo XVII.

Como ya se ha dicho, la filosofía nació como un intento de dar razones objetivas a los fenómenos naturales. Por lo tanto, en sus orígenes se concibe como el compendio de todo el conocimiento humano sin exclusión de disciplina alguna. A diferencia de lo que sucede en la actualidad, todos estos pensadores eran eruditos en cualquier materia, y lo mismo podían teorizar acerca de la geometría que de la ética o de la filosofía natural (lo que hoy conocemos

como física). No existía distinción entre filosofía y ciencia, tanto es así que uno de los libros más importantes de la historia científica universal, la obra maestra de Isaac Newton, aún llevaba como título *Philosophiae naturalis principia mathematica*, aunque su publicación datara ya del año 1687. Es importante reseñar que con el nacimiento de esta nueva forma de abordar la naturaleza denominada filosofía se abre en la historia de la humanidad un camino nuevo y paralelo al de la óptica mágico-religiosa que no necesita argumentos de peso para explicar cómo funciona el mundo. No los necesita porque se apoyan en revelaciones sobrehumanas que suelen hundir sus raíces en tradiciones ancestrales y que, además, no tienen como fin el conocimiento razonado del universo, sino más bien un adoctrinamiento ético o una redención espiritual.

Pero la filosofía no solo anhela el conocimiento de los objetos naturales, también se reserva su propio espacio para estudiar la figura de Dios como ser aglutinador en donde se compendia el todo. Y esa parte específica es la que llamamos teología. Muchos pensadores medievales supieron tender puentes entre sus deducciones teológicas y su fe religiosa, como es el caso de santo Tomás, en cuya figura el realismo heredado de la filosofía griega alcanzó su mayor grado de expresión. Aquellas dos hermanas, filosofía y religión, las dos cabezas de una misma serpiente bicéfala que buscaba la verdad reptando por senderos diferentes, supieron convivir y perseverar juntas durante largos siglos, hasta que los nuevos tiempos trajeron consigo nuevos progresos y las nuevas tecnologías ofrecieron sorpresas en la aventura del saber.

Sería faltar a la verdad, no obstante, si intentáramos esbozar una síntesis lineal de la evolución del conocimiento científico con un único origen occidental. Otras muchas civilizaciones del resto del mundo alcanzaron también cotas muy considerables en el manejo de distintas disciplinas y contribuyeron de manera crucial a la eclosión de la revolución científica que acontecería durante la Edad Moderna. A tal efecto, la civilización árabe jugó un papel fundamental tras la caída del Imperio romano de Occidente. Durante

este tiempo, dicha civilización floreció y se extendió por grandes territorios, colonizando algunas tierras del antiguo dominio griego, llegando hasta confines tan lejanos como la India. Se vieron a sí mismos como protectores del legado cultural y científico de aquellos ancestrales pueblos y promulgaron la recopilación y traducción de las obras más importantes que se conservaban. Producto de aquella tarea, conocieron y adoptaron el sistema de numeración de la milenaria civilización hindú, que, además de suponer un sistema más versátil, facilitaba métodos de cálculo mucho más sencillos. Se trataba este de un código donde, a diferencia del sistema romano, cada número podía variar su significado dependiendo del lugar que ocupara dentro de una cifra. Así, el 1 podía representar de manera aislada la unidad, pero también las decenas si se escribía un 10 o las centenas si se escribía un 100. Del mismo modo, dicha numeración daba sentido a otro número que tampoco se conocía en la tradición latina, es decir, el 0. E igualmente, de la mano del 0 también aprendieron a operar con aquellos números que se encuentran por debajo del mismo: los números negativos. Incluso se atrevieron con el concepto abstracto del número infinito, con el que irremediamente se toparon en el desarrollo de algunos problemas. Todos estos conocimientos, junto a otros que rescataron de los griegos y los babilónicos, fueron imbuidos y desarrollados por los árabes, que, ya no solo certificaban su hegemonía comercial en gran parte del Mediterráneo, sino también su preeminencia científico-cultural.

El nuevo sistema de numeración llegó a Europa no a través de los matemáticos, estudiosos de la escuela pitagórica, sino gracias a los comerciantes que atracaban en los puertos musulmanes por sus actividades mercantiles. Rápidamente, comprendieron las ventajas que les ofrecía y fueron poniéndolo en práctica para la contabilidad de sus transacciones. En este aspecto tuvo un papel fundamental la figura del mercader italiano Leonardo Fibonacci, quien a principios del siglo XIII publicó su tratado *Liber abacci* (*Libro del ábaco*), donde exponía la novedosa numeración.

Este es uno de los muchos amalgamamientos científicos que se han sucedido a lo largo de la historia que no hacen más que versar sobre el origen multicultural del conocimiento actual. Impelidos por sus progresos, los árabes siguieron promoviendo innovaciones en cuanto al cálculo matemático y la trigonometría, y, por extensión, también lograron importantes mejoras en el conocimiento de la astronomía y de la óptica. Muchos de estos avances fueron acogidos por los filósofos europeos y propiciaron, a lo largo de los siglos, el enriquecimiento de su acervo cultural. Tanto fue así que muchas de las evidencias generadas por el perfeccionamiento de algunas disciplinas empezaron a entrar en contradicción con los fundamentos romanos sobre los que se habían apoyado durante tanto tiempo.

Científicos

Varios fueron los sucesos que empezaron a resquebrajar la supremacía del sistema aristotélico vigente, pero uno de los más importante fue la constatación de que nuestro planeta, este privilegiado hogar que creíamos centro del universo, realmente lo que hacía era girar en torno al Sol. Este hecho no se correspondía con la tradición imperante, así que el estudio de lo que hoy sería la física o la astronomía empezaba a solicitar urgentemente un cambio de perspectiva.

El encargado de dar ese golpe de timón fue Descartes, que, con sus renovados fundamentos filosóficos, dio inicio a la corriente racionalista. Esta etapa surge por la búsqueda de un método sobre el cual podamos deducir la realidad sin margen a la duda y no como la búsqueda de la verdad a través de la razón, tal y como se había hecho hasta entonces. Es decir, se centra en la manera de buscar antes que en el objeto propiamente de estudio. Con anterioridad a Descartes ya habían destacado ensayos de este tipo que comenzaban a ofrecer suculentos resultados, como es el caso del libro *Novum organum*, publicado en 1620 por Francis Bacon. En

esta obra se establecían los principios del nuevo método científico: la observación, la deducción y la experimentación. De esta manera, en aquel inicio de la revolución científica, empezamos a dudar de todo a cambio de saber aunque fuera solo algo, pero de forma irrefutable. Bajo esta moderna atmósfera empezó Descartes a idear su nueva filosofía y, con el mismo recelo, buscó algo de lo que no pudiera dudar para levantar sobre esa premisa un imperio de verdad garantizada. Fue así como encontró el pensamiento como certeza innegable y estableció su conocido «pienso luego existo» como punto de partida. «Pienso luego existo» es una aseveración difícilmente rebatible, puesto que yo puedo pensar en cualquier cosa, dudando incluso de su existencia en el mundo natural, pero de lo que no puedo dudar es de que lo estoy pensando.

En algunas sociedades, los avances científicos procedentes de los nuevos métodos coexistieron con la tradición religiosa que profesaban. En otras, en cambio, al atentar contra la solidez de su propia estructura, se receló de todo aquello que contradijera sus arcaicos principios o sagradas escrituras. Que ambas, filosofía y religión, empezaran a chocar era tan solo cuestión de tiempo, dado que mientras una, por su propia naturaleza, basaba sus cimientos en argumentos antiguos e inquebrantables, la otra, por muchos años que hubiera permanecido aletargada, podía ser susceptible de revisiones y de cambios. Dicho con otras palabras, una era insensible a la evolución histórica del progreso científico, pero la otra no, puesto que ciencia y filosofía —recordemos— guardan mayor parentesco que ciencia y religión.

Así que esa ciencia, aún al resguardo de la filosofía, con mayor o menor dificultad (y no sin cobrarse por el camino más de una célebre cabeza pensante) se refinó a través del método científico según el cual la constatación experimental era condición *sine qua non* para garantizar su validez.

Es entonces, en este momento de la historia, cuando llegamos al meollo de la cuestión, pues, aunque sea indudable que se haya erigido como un proceder magnífico, no debemos olvidar que

cualquier afirmación que nazca de las premisas del método científico se encuentra apoyada en la experiencia, es decir, en la creencia de que, si algo se ha repetido tantas veces como hemos observado en el pasado, se repetirá de igual manera en el futuro. Mostremos agradecimiento porque gracias a ese mecanismo hemos conseguido prosperar en nuestros descubrimientos y, de no ser por él, seguiríamos perdiéndonos en supersticiones, miedos y contradicciones. Pero en el mismo corazón del método (¡he aquí la ironía!) no deja de existir un dogma de fe, pues ninguna máxima categórica que del propio método se derive nos asegura que los datos experimentales vayan a permanecer siempre invariables. Si arrojamos una moneda al aire, será nuestra intuición la que, amparada en la costumbre, nos diga que tarde o temprano terminará por caer al suelo, no el conocimiento de una verdad profunda e irrefutable.

Podemos afirmar por eso que los enunciados científicos no tienen por qué tomarse como certezas invariables y rotundas, aunque resulte innegable que son los que mejor describen los acontecimientos naturales. Y, precisamente, es el constante revisionismo al que las leyes se ven sometidas lo que dota a la fórmula de ese elegante dinamismo que impulsa el avance teórico.

La gravedad en este punto nos servirá como ejemplo para ilustrar cómo el método científico ha sido capaz de enderezar una línea de investigación a lo largo de los siglos. El primero en hablar de ella fue Aristóteles, quien la bautizó con el nombre de *gravitas*, y sugirió que se trataba de una fuerza que nacía del interior de la Tierra (considerada también por entonces como centro del universo). Tal suposición se tambaleó siglos después cuando Copérnico y Galileo preconizaron su teoría heliocéntrica, que situaba al Sol como epicentro de todo. ¿Qué pasaba entonces con la gravedad de nuestro planeta? ¿También el resto de astros gozarían de esa fuerza? A continuación fue Kepler quien, basándose en una gran cantidad de informes, definió sus tres leyes fundamentales que explican el movimiento de los planetas, demostrando, además, que lo hacen en órbitas elípticas. Tuvo que llegar Newton años después

para elevar la categoría de la gravedad a fuerza universal, puesto que fue el primero en darse cuenta de que la fuerza que hacía caer una manzana al suelo era la misma que hacía girar a los planetas en torno al Sol. La gravedad nacía entonces de cualquier objeto que tuviera masa y ejercía una atracción sobre los demás cuerpos dependiendo de su grado de vinculación. El último que vino a refinar dichas leyes —que no a invalidar— fue Einstein con su teoría de la relatividad, que es la última versión que ha llegado hasta nuestros días. Después de estudiar el comportamiento de la luz, concibió la gravedad como la deformación de la estructura espacio-tiempo, siendo esta distorsión la causante de la atracción entre los cuerpos y deduciendo que, frente a cantidades inmensas de masa o en estados de velocidad extrema, cambia también de comportamiento.

He aquí la evolución de un conocimiento que se ha ido perfeccionando al calor del método científico. Así pues, siempre que la experimentación arroje datos que se ajusten a nuestras leyes, estas seguirán siendo válidas, pero eso no demuestra su infalibilidad. La autocrítica científica es cabalmente la clave de su éxito y es una de las grandes diferencias entre la religión y la ciencia, pues mientras una enuncia verdades absolutas sin contrastar, cuyo conocimiento nos viene dado por una revelación divina, la otra dicta leyes revisables contrastadas procedentes de la observación y la experimentación, pero ambas se sustentan sobre una fe. Hágame caso: ¡las dos necesitan creer!

Si nos paramos a reflexionar un poco, nos daremos cuenta de que la lógica de sostener nuestras elucubraciones sobre los datos que nos ofrece la naturaleza viene de bien lejos; desde nuestro propio origen, tal y como se comentó en las primeras hojas del capítulo. Vimos que en nuestra forma de razonar buscando patrones de comportamiento somos incomparables con ningún otro animal. Y esa dinámica cognitiva, de hecho, es la que seguimos explotando. Entonces, ¿cuáles fueron las novedades que procuraron el progreso científico que eclosionó a partir del siglo XVII? Podemos resumirlas en dos.

La primera de ellas es la incorporación de las matemáticas como herramienta científica. Las matemáticas, aquel legado de la escuela pitagórica enormemente enriquecido por la influencia de la numeración hindú, son consideradas como una ciencia formal, es decir, no requieren de ninguna comprobación empírica para verificar sus resultados, dado que ni siquiera se basan en objetos reales de la naturaleza, sino en conceptos abstractos. Es una construcción lógico-deductiva. Nunca podrá existir en la realidad un triángulo exacto, tal y como se concibe en trigonometría, pero las leyes que de ellas se desprenden son inapelables e inamovibles. Gracias a esta herramienta somos capaces de plantear hipótesis al manejar leyes naturales ya dilucidadas para formular nuevas predicciones con fundamentos sólidos. Es mediante este acto por el que las matemáticas puras pasan a ser matemáticas aplicadas. Y el primero que se atrevió a ponerlo en práctica fue Galileo Galilei, quien consideró las matemáticas como el lenguaje con el que se expresa la naturaleza.

La segunda causa que propició el desarrollo del conocimiento científico fue la tecnología. Si hacemos memoria, veremos que tanto la observación como la experimentación son dos de los caminos obligatorios que rotula el método científico. Por lo tanto, todos los instrumentos que aumenten nuestras capacidades sensoriales y todos los aparatos que redunden en una mayor exactitud de medición no pueden ir sino en beneficio de nuestra propia erudición. Es cierto que la revolución tecnológica vino de la mano de la Revolución Industrial originada en el siglo XVIII, es decir, un siglo después que la revolución científica; sin embargo, una vez que se puso al servicio de esta, empezó a reportar mejoras progresivas que no han dejado de dar sus frutos hasta la actualidad. Desde luego la tecnología alcanzó su cénit de especialización en el siglo XX, como fácilmente atestiguan los instrumentos de alimentación eléctrica y sobre todo la llegada de la informática, pero, aunque fueran escasos, algunos de los instrumentos inventados en los albores de la revolución científica también supusieron cambios transcenden-

tales. Uno de esos avances fue, por ejemplo, la invención de la imprenta, un instrumento que permitía difundir la ciencia como nunca antes se había hecho. Y ni que decir tiene la influencia que tuvieron los progresos en cuanto a la tecnología de las lentes de aumento que se materializó en los primeros telescopios y microscopios para regocijo de los investigadores.

Todas estas mejoras provocaron rápidamente la especialización y el desgajamiento de las distintas ciencias experimentales, que, por otra parte, encontraron delimitadas a sus campos sus propias leyes y teorías. De esta manera fue como la ciencia a lo largo del siglo XIX se emancipó definitivamente y quedó al margen de la filosofía (que, a diferencia de la anterior, aborda el *ser* desde una perspectiva general, sin delimitaciones). Además, otro acontecimiento que debemos destacar y que sin duda también espoleó dicho auge fue que, si bien en el siglo XVII ya existían sociedades científicas, como, por ejemplo, la Royal Society de Inglaterra, no fue hasta dos siglos más tarde cuando la ciencia empezó a profesionalizarse en las universidades. Los efectos secundarios que se derivan de este hecho supusieron mejoras en las técnicas de laboratorio y una mayor comunicación global e interconexión entre disciplinas. Así que, a estas alturas, podría decirse ya que el futuro de un gran progreso científico estaba prácticamente garantizado.

En la actualidad, la ciencia se divide en dos grandes bloques bien diferenciados. Uno de ellos es el de las **ciencias formales**, al que ya nos hemos referido antes al citar las matemáticas. Aquí los objetos de estudio son conceptos idealizados como los números o las formas que se deducen de la geometría. Por eso, el método que emplea no se ampara en la comprobación ni la experimentación, sino que usa otros caminos, tales como la inducción, la deducción o la lógica. El otro bloque es el de las **ciencias fácticas** o **empíricas**, y aquí son los fenómenos naturales, aquellos que provienen del mundo real, los que constituyen el objeto de estudio. Las disciplinas que aquí se engloban son aquellas que tanto se han desa-

rrollado en los últimos siglos fruto del éxito del método científico que usan, merced a lo cual sus leyes son fiables y verificables. Es tal el progreso que han experimentado que, a su vez, pueden clasificarse en otros dos grandes grupos dependiendo de la naturaleza del elemento que se estudie. Así, podemos discernir entre **ciencias naturales** y **ciencias sociales**. Las primeras se centran, como su propio nombre nos dice, en los fenómenos que brotan de la naturaleza. Es aquí donde encontramos las ciencias clásicas como la física, la química, la geología, la astronomía o la biología. Las ciencias sociales, en cambio, son aquellas que de alguna manera atañen a la actividad humana. Ejemplos de estas disciplinas son la economía, el derecho o la psicología. Por norma general, son ramificaciones más contemporáneas cuyos resultados han sido puestos en tela de juicio al heredar la práctica del método científico para trabajar con objetos más imprecisos que los que las ciencias naturales nos presentan. En este caso, la observación o los estudios estadísticos prevalecen sobre la experimentación. Por esta razón, la exactitud que se desprende de sus tesis queda más mermada.

Como puede verse, el desarrollo científico ha dado mucho de sí en los últimos tres siglos, y en su afán por cubrir todos los campos posibles del conocimiento ha ido difuminando esa pulcritud del método con el que empezó su fragor. Nosotros seguiremos la estela de las leyes que se desprenden de las ciencias naturales, dado que, al estudiarnos como entidades materiales, dejaremos de lado nuestra naturaleza autoconsciente. No obstante, de nuestras propias cualidades físicas también podremos deducir aspectos que incumben al resto de nuestros yos de manera muy personal, pues al final todas las ciencias, sean más exactas o menos, están interconectadas entre sí.

Por su parte, la evolución experimentada por la filosofía a partir de la revolución científica bien merece un análisis mucho más pormenorizado de lo que pudiera dar de sí este breviarío de historia científica.