

El método científico en medicina y astronomía griegas

Eulalia Pérez Sedeño

Arbor CL, 589 (Enero 1995) 103-124 pp.

El presente artículo trata de explicitar y comparar los criterios metodológicos y de demarcación dispersos en algunos escritos científicos de la antigua Grecia y, de modo específico, en los de la medicina hipocrática y astronomía ptolemaica.

La ciencia natural y la lógica en su tradición occidental, así como la metaciencia o ciencia de algunas cuestiones lógicas y metodológicas nace en Grecia. Si tuviéramos que determinar en qué pensador o pensadores se plantean estas cuestiones desde un punto de vista metateórico no nos quedaría más remedio que hablar de Aristóteles: es quien efectúa la primera exposición sistemática de conjuntos de reglas de argumentación y el primero que expone una teoría del método científico (lo cual no quiere decir que no hubiera otros pensadores preocupados por estos problemas) ¹. Sin embargo, el debate y la reflexión sobre estas cuestiones, aparece en otros contextos, no precisamente metateóricos. Estos contextos, el de la propia práctica científica, pueden

arrojar mucha luz sobre la concepción de ciencia y método científico que los griegos poseían.

A lo largo de la historia, la idea de ciencia ha ido variando, así como de las diversas disciplinas científicas. Tal es el caso, por ejemplo, de la astronomía; ésta no sólo ha incluido actividades tan distintas como la disposición y agrupación de conjuntos de estrellas para que se puedan reconocer o nombrar, o la observación de los movimientos lunares y planetarios de manera que los parámetros obtenidos permitan predecir eclipses, o el curso que seguirá un determinado planeta a lo largo del cinturón zodiacal. También cuestiones mitológicas, cosmogónicas y astrológicas han pertenecido al dominio de esta disciplina en determinados momentos.

Del mismo modo, la noción de 'método científico' ha cambiado. Si consideramos que el método científico es un conjunto de características comunes a las distintas maneras de enfrentarse con problemas tan dispares como el de dar cuenta de los movimientos planetarios, clasificar las plantas o explicar los mecanismos de adquisición del lenguaje, ese conjunto de características es lo que diferencia en cada momento las disciplinas científicas de las que no lo son. En la filosofía antigua se puede afirmar que esas características tienen la forma de una serie de principios que regulan la adquisición de conocimiento acerca del mundo en general, aunque en muchas ocasiones no se hallen agrupados, sino dispersos en las obras científicas. El propósito de este trabajo es presentar algunos de esos principios o ideas, que he agrupado en dos tipos: a) Lo que podríamos llamar el establecimiento de un criterio de demarcación que toma la forma de definición de la propia disciplina (que en el caso de la medicina se hace frente a la practicada por otros grupos no afines) y la defensa de los propios principios básicos frente a posibles ataques de los adversarios; b) lo que podríamos denominar 'conjunto de reglas o principios metodológicos', recomendaciones acerca de la observación, la definición, etc. utilización de pruebas y testimonios, tipos y criterios de contrastación, etc.

Para ello, debo advertir que he elegido dos disciplinas muy diferentes e incluso temporalmente anacrónicas: la medicina representada en el *Corpus Hipocraticum*² (que, por cierto, no es la única medicina que se practica en Grecia) y

la astronomía de Ptolomeo. Pero la elección es premeditada, pues aunque las diferencias entre esas disciplinas sean evidentes³, veremos la recurrencia y semejanzas de cuestiones metateóricas que se plantean en ellas, pudiéndose concluir que son temas presentes a lo largo de toda la ciencia griega.

Definición y defensa de la disciplina y los principios básicos

En los siglos -V y -IV se dan en Grecia diversos debates sobre la definición, estatus y métodos de la medicina. Aunque ese debate tiene un fuerte componente sociológico (pues se trata de diferenciar al médico de otros grupos sociales practicantes de la medicina) se plantean también cuestiones epistemológicas y metodológicas como la naturaleza y definición de la disciplina. El debate toma la forma de ataque frontal a otros grupos. Por ejemplo, *Sobre el arte* comienza con un ataque virulento contra aquellos individuos despreciables, maliciosos e ignorantes que «han convertido el abuso de la práctica de la medicina en la propia práctica de la medicina».

Sobre el régimen de las enfermedades agudas afirma que la *techné* médica tiene muy mala fama entre los legos, pero no debido a difamadores y calumniadores, sino a la incompetencia de los propios médicos y su desacuerdo sobre cuestiones tales como la dieta a prescribir en casos de enfermedad grave, con lo que los legos sostienen que la medicina es como la adivinación, donde los adivinos discrepan acerca de qué constituye un mal presagio (por ejemplo si los vuelos hacia la derecha de los pájaros o a los otros).

El ataque contra otros grupos, como forma de definición de la propia disciplina, se aprecia de forma clara en *Sobre la enfermedad sagrada* (-V o -IV). El propósito de esta obra, sobre la que me extenderé con cierto detalle, es doble: por un lado, establecer que la enfermedad sagrada no es más sagrada que otra cualquiera, es decir, que su causa es natural como la de las demás enfermedades; y, en segundo lugar, poner de manifiesto que quienes pretenden curarla mediante purificaciones o encantamientos son charlatanes fraudulentos. Es decir, pretende acotar el dominio y práctica

de la medicina (así como los métodos de los que me ocuparé más adelante) mediante la crítica de la magia. El autor de este tratado *presupone* precisamente lo que los *magoi* ponen en cuestión: que la naturaleza es uniforme y que las causas y efectos naturales son regulares (si algo es un factor de enfermedad, lo es siempre). Semejante afirmación aparece en *Sobre los aires, aguas y lugares*: «Sin embargo, personalmente, me parece que esta afección es divina como todas las demás, y que ninguna es ni más divina ni más humana que otra, sino que todas son parecidas y todas divinas. Cada una tiene su propia naturaleza y ninguna acontece sin causa natural»⁴. Y el mismo tipo de aseveración aparece en otro tratado hipocrático, *Sobre la generación*, en el que se comienza haciendo una declaración de principios de corte naturalista, intentando de esa manera dejar de lado explicaciones 'maravillosas'⁵. Así pues, tenemos dos conceptos interrelacionados —naturaleza y causa— que son la clave para entender el nacimiento de la ciencia griega. La naturaleza es uniforme y las causas y efectos son regulares (si algo es un factor de enfermedad, lo es siempre). «Los primeros en sacralizar esta dolencia fueron gente como son ahora los magos, purificadores, charlatanes y embaucadores, que se dan aires de ser muy piadosos y de saber de más»⁶, pero en realidad, son ignorantes, engañosos, fraudulentos e incluso impíos y blasfemos. Y como muestra de que «no construyen sus discursos en torno a la piedad... sino, más bien, en torno a la impiedad y a la creencia de que no existen dioses, y que su sentido de lo piadoso y lo divino es impío y blasfemo» indica que si tuvieran poder «para hacer bajar la luna y ocultar el sol, y para producir la tormenta y la calma, lluvias y sequías ...» es porque «piensan que no existen los dioses ni tienen ningún poder, ni siquiera para impedirles nada de sus actos extremos... Ya que si un hombre actuando como mago o por medio de sacrificios hiciera desaparecer la luna» o cualquiera de las otras cosas mencionadas, el autor de *Sobre la enfermedad sagrada* ya no creería «que ninguna de estas era una cosa divina, sino humana, pues el ámbito de lo divino estaba dominado y esclavizado al poder del hombre»⁷.

También en *Sobre la medicina antigua* el autor critica ferozmente ciertas teorías sostenidas por otros médicos, en

concreto quienes sostienen la aplicación de las cuatro cualidades —lo caliente, lo frío, lo seco y lo húmedo— a la medicina. En primer lugar, se dirige contra quienes pretenden basar la medicina en hupothesis o postulados, es decir quienes quieren «reducir al mínimo la causa de las enfermedades y de la muerte del hombre, atribuyendo a todas el mismo origen en base a uno o dos postulados»⁸. De ese modo se la equipara a las «cosas invisibles y oscuras en las que sí hay que recurrir a ellos [a los postulados] para explicarlas. Temas, por ejemplo, como los celestes o los subterráneos: porque si alguien quisiera pronunciarse sobre ellos y declarar su naturaleza, no estaría claro ni para el que habla ni para su auditorio si lo que había dicho era verdad o no, pues no hay criterio a que acogerse para adquirir conocimiento inequívoco»⁹. Como se ve, con respecto a las disciplinas físicas casi establece un principio de verificabilidad cuando se refiere a que si no hay criterios a los que atenerse para saber si una teoría es verdadera o falsa, no tiene ningún valor.

La medicina es una práctica antigua, con un método propio, que produce resultados y no es cuestión de azar. La contribución a la definición de la medicina es aún mayor en esta obra cuando habla de la exactitud que puede y debe lograr: aunque hay que aspirar a cierta medida «no encontrarás ni cantidad ni peso por referencia al cual sepas lo que es exacto, ni ninguna otra medida que no sea la sensibilidad del cuerpo»¹⁰. Es decir, en algunas áreas de la medicina se ha logrado cierta exactitud, mientras que en otras no. Y añade: «la única medida, número o peso válido a que uno podría referirse para conocer qué es lo preciso es la percepción sensible del cuerpo humano»¹¹, es decir, las sensaciones que experimenta el propio cuerpo y que son perceptibles a los sentidos del médico (recuérdese ese principio de verificación antes apuntado).

Por lo que se refiere a la astronomía, no disponemos de textos en los que se produzca un debate semejante al que se da en medicina sobre la definición, estatus y métodos. La definición que presenta Ptolomeo en el *Almagesto* parece ser compartida clara y ampliamente (por no decir universalmente) por los astrónomos coetáneos¹². No obstante, Ptolomeo pone cuidado en hacer, al comienzo de su obra, una

definición y exposición clara de su disciplina, principios y fundamentos ¹³ Ptolomeo aceptaba la división aristotélica del saber en filosofía teórica y práctica ¹⁴. La filosofía práctica es en sí misma el fin, no produce ningún objeto externo a ella y la diferencia con respecto a la filosofía teórica es tajante: se puede poseer un saber práctico sin haber gozado de una educación especializada, lo cual es imposible en el caso de la filosofía teórica ¹⁵. El conocimiento teórico, a su vez, se divide en tres ramas: la teología, las matemáticas y la física. La primera es la filosofía en que se da el mayor grado de abstracción, pues, mediante la razón, se ocupa de cosas inmateriales —el ser, la existencia etc.— no de la realidad perceptible: debido a la naturaleza de su objeto, que no es fenoménico ni alcanzable, la teología es más conjetura que conocimiento.

La física, o ciencia natural, es la filosofía con menor grado de abstracción y estudia el mundo material, siempre en cambio, de los objetos del mundo sublunar. Como el objeto de la física son las cosas sujetas a corrupción y generación, su naturaleza es inestable y oscura, por lo que los filósofos no se ponen de acuerdo con respecto a ella. La matemática se encuentra entre la teología y la física, en cuanto al grado de abstracción. Se divide en aritmética, geometría y astronomía. Las matemáticas «determinan la naturaleza implicada en formas y movimientos de lugar en lugar y ... sirve para investigar forma, número, tamaño y lugar, tiempo y cosas semejantes» ¹⁶. Es decir, las matemáticas investigan las formas y movimientos de los cuerpos materiales con nociones tales como forma, magnitud, espacio o tiempo, abstrayéndolas de los cuerpos que poseen esas cualidades. Por tanto, la matemática participa de las cualidades de la teología y de la física: su objeto puede ser concebido con ayuda de los sentidos o sin ella y, además, «es un atributo de todas las cosas existentes sin excepción, tanto mortales como inmortales: con respecto a esas cosas que están perpetuamente en cambio en su forma inseparable cambia con ellas, mientras que por lo que se refiere a las cosas eternas, que tienen una naturaleza etérea mantiene sin cambio su forma no cambiante» ¹⁷. En cambio, el conocimiento que proporciona la matemática es seguro gracias a los métodos que utiliza. En concreto la astronomía tiene

un carácter singular: se ocupa de los movimientos que se dan en el mundo supralunar, donde no hay generación ni corrupción y, en este sentido, el objeto de esta disciplina pertenece al ámbito de lo inteligible más que de lo sensible por lo que «puede ser eterna e invariable en su propio dominio»¹⁸. El mundo celeste está formado por cuerpos cuya naturaleza no es material, sino etérea, y debido a esa naturaleza estará gobernada por leyes racionales, no de naturaleza sensible.

La astronomía de Ptolomeo acata el punto de partida general de toda la astronomía griega, a saber, que los movimientos que den cuenta de estos hechos deben ser uniformes y regulares, a la vez que se basa en tres principios básicos: la esféricidad de los cielos y Tierra, el geocentrismo y el geostatismo. Todos ellos han sido aceptados en la astronomía griega precedente, pero Ptolomeo esgrime en su favor diversas razones, de tipo geométrico unas, empíricas otras. Su modo de entender la empresa científica queda magníficamente puesto de manifiesto en el Libro I, al exponer las cuestiones de las que se ocupará a lo largo de su obra. Tras enumerar uno a uno estos problemas dice: «Trataremos de proporcionar pruebas de todas estas cosas usando como punto de partida y fundamentos de nuestra búsqueda fenómenos evidentes y esas observaciones ejecutadas por los antiguos y en nuestra propia época que son fiables. Daremos la subsiguiente estructura de las ideas a este [fundamento] mediante pruebas que usan métodos geométricos»¹⁹.

Considera que el cielo es una esfera que se mueve de este a oeste. Eso explica que las estrellas salgan siempre por oriente y se pongan por occidente, tras describir un semicírculo. Si esto no fuera así, y las estrellas se movieran en línea recta, cuanto más se alejaran de nosotros menores se verían. También está claro que la Tierra es esférica: el Sol la Luna y las estrellas se ponen antes para un observador situado al este que para uno situado al oeste; pero si la Tierra fuera plana, los astros saldrían y se pondrían a la vez para todo el mundo; si fuera un cubo o una pirámide, también saldrían y se pondrían a la vez para todos los observadores situados en la misma cara; si fuera cóncava, saldría antes para los observadores del oeste; y, si fuera un

cilindro, no habría ninguna estrella siempre visible para los observadores, como sucede con las circumpolares.

Los argumentos en favor del geocentrismo son semejantes: si la Tierra no estuviera en el centro de la esfera celeste ni en su eje, aunque equidistante de los polos, siempre cortarían dicha esfera en partes desiguales y, por tanto, la noche y el día no tendrían nunca igual duración, es decir, no habría equinoccios o no caerían justo en medio de los solsticios. Si la Tierra estuviera en el eje celeste, pero cerca de uno de los polos, también el plano del horizonte cortarían la esfera en partes desiguales así como el zodiaco. Si la Tierra no se hallara en el centro, ni en el eje, ni equidistante, no sólo se producirían cuando el Sol y la Luna están diametralmente opuestos. Y la experiencia contradice todas esas suposiciones.

Por lo que se refiere al geostatismo Ptolomeo esgrime razones parecidas, aunque añade algunas de tipo físico: no tiene sentido que la Tierra se mueva hacia algún lado, pues parece más plausible que lo que es más grande y homogéneo presione desde todas partes y ángulos sobre un punto. Estos principios generales (más los técnicos, tablas de cuerdas, y cuestiones de trigonometría), aparecen en los dos primeros libros del *Almagesto*, obra compleja, y sólo tiene sentido que Ptolomeo les dedique tanto espacio en el contexto anteriormente mencionado, presentar argumentos tan convincentes que los contrarios —si los hubiere— no puedan aducir nada en su contra.

B. *Principios metodológicos*

Pasemos a continuación al apartado b), el de los principios metodológicos y tipos y criterios de contrastación.

Como G.E.R. Lloyd ha señalado ²⁰ desde el siglo -v se desarrolla un rico vocabulario referido a la utilización de las pruebas, a la vez que crecen los tipos de pruebas que se practican y los métodos de investigación. Por ejemplo, en astronomía el uso del *gnomon* parece remontarse al siglo -vi, aunque no parecen haberse desarrollado otros instrumentos de observación hasta mucho más tarde. Por lo que se refiere a los tipos de pruebas y datos también se desarro-

llan desde muy pronto: Jenófanes utilizó la evidencia fósil para proponer una teoría acerca del pasado histórico natural de la Tierra ²¹; los historiadores utilizan tanto datos arqueológicos como literarios ²².

Muchos autores griegos se dieron perfecta cuenta de la importancia de una investigación y observación escrupulosas. En medicina encontramos multitud de ejemplos. Un caso de ese tipo es el de la impotencia de los escitas que aparece en el tratado *Sobre los aires, aguas y lugares* ²³, cuyo aspecto paradigmático es tal que merece la pena citarlo *in extenso*:

«Hay, además, numerosísimos impotentes entre los escitas; hacen trabajos femeninos y hablan lo mismo que mujeres. Los de tal condición son llamados Anarieos. Pues bien, los indígenas le echan la culpa a la divinidad, veneran estos hombres y se arrodillan ante ellos, temiendo cada uno por su propia persona. Sin embargo, personalmente, me parece que esta afección es divina como todas las demás, y que ninguna es ni más divina ni más humana que otra, sino que todas son parecidas y todas divinas. Cada una tiene su propia naturaleza y ninguna acontece sin causa natural.

Voy a explicar cómo me parece a mí que se produce esta enfermedad. A causa de la equitación les dan dolores articulares, por llevar colgando continuamente los pies desde los caballos y después, se quedan cojos e, incluso padecen úlceras en las caderas de los que enferman en serio.

Tratan de curarse a sí mismos de la siguiente manera: cuando comienza la enfermedad cortan una vena por detrás de cada oreja. Cuando sale la sangre, les entra sueño a causa de la debilidad y se duermen. Después, despiertan: unos curados; otros, no. Pues bien, me parece que con estas curaciones se destruye el semen, porque a lo largo de las orejas hay unas venas y, cuando se las corta, quedan estériles los que han recibido el corte ²⁴. Me parece a mí que cortan esas venas.

Después de eso, cuando se llegan a las mujeres y no son capaces de unirse a ellas, al principio no se preocupan, sino que están tranquilos, pero, cuando a pesar de intentarlo dos, tres e incluso, muchas veces, no obtienen ningún resultado mejor, tras pensar que han cometido alguna falta con la divinidad a la que echan la culpa, se ponen atuendo

femenino, se acusan a sí mismos de falta de virilidad, actúan como mujeres y trabajan al lado de estas en lo mismo que ellas hacen.

Les ocurre esto a los escitas ricos, no a los más bajos, sino a los más nobles y poseedores del mayor poder, por efecto de la equitación; a los pobres, en cambio, les sucede menos, pues no montan a caballo. Ahora bien, sería preciso que, de ser esa enfermedad algo más divina que las demás, no les sobreviniera sólo a los escitas más nobles y ricos, sino a todos por igual e, incluso, más a los que poseen poco, si es que los dioses se complacen en ser honrados y admirados por los hombres, y a cambio de eso, les otorgan sus favores.

Pues, como cabe esperar, los ricos hacen muchos sacrificios a los dioses, les dedican ofrendas, porque tienen dinero, y los honran, pero los pobres, a causa de su indigencia, los honran menos y además, les hacen reproches porque no les conceden dinero, de suerte que el castigo por faltas de esta índole más bien lo pagan quienes tienen poco que los ricos.

Por tanto, como he dicho antes, esta afección es divina de igual manera que las demás, y cada una en particular sobreviene de acuerdo con la naturaleza. Esta enfermedad les ocurre a los escitas por un motivo de índole semejante al que acabo de referir.

De forma parecida ocurre también entre los demás hombres. En efecto, donde la gente cabalga más y con gran frecuencia, allí numerosísimas personas padecen dolores articulares, ciáticas y podagras [gota] y están muy poco capacitadas para el trato sexual. Estas afecciones se dan entre los escitas. Son las personas más impotentes por los motivos expuestos, y, además, por el hecho de llevar siempre pantalones y estar a caballo la mayor parte del tiempo, de tal manera que no tocan su sexo con la mano, y de resultas del frío y el cansancio, olvidan el deseo sexual y la unión carnal; y no sienten ninguna excitación antes de haber perdido su virilidad».

Nótese cómo la observación de que los pobres montan menos a caballo le hace inferir que esa es la causa, a la vez que la argumentación para descartar que sea una enfermedad divina es perfecta: pero si fuera por conducto divino afectaría a todos por igual; es así que no afecta a todos por igual, pues a los pobres les afecta menos que a los ricos.

Por consiguiente, la enfermedad no está producida por los dioses.

Sobre la enfermedad sagrada proporciona ejemplos parecidos. Descarta que cierta dieta, en concreto comer carne de cabra, vestidos (los negros y los de piel de cabra) produzca la enfermedad y que la cure abstenerse de comer esas carnes o vestir y calzar tales pieles, pues los hechos conocidos indican otra cosa; y afirma irónicamente: «supongo que de los libios que habitan en el interior de su país ninguno puede andar sano, si viven a base de pieles y carnes de cabra, porque lo que es allí no tienen ni manta ni vestido ni calzado que no sea de cabra». Pues no tienen más ganado que cabras. Más adelante, cuando justifica que la causa de la enfermedad está en el cerebro hace una afirmación de gran importancia: «Se puede conocer esto muy precisamente en algunos animales atacados por la enfermedad y muy en concreto en las cabras. Pues ellas son afectadas muy a menudo. Si le abres a una la cabeza, encontrarás que su cerebro está húmedo y rebosante de líquido hidrópico y maloliente, Y en eso reconocerás de modo claro que no es la divinidad la que infecta el cuerpo, sino la enfermedad»²⁵. Es decir, ha experimentado con el cráneo del animal, ha llevado a cabo una experiencia, planeada y que cualquiera puede repetir para comprobar los resultados.

En otros tratados hipocráticos, el autor o autores «proponen comparaciones con fenómenos que sólo se dejan observar en el marco de un proyecto deliberado de investigación que... a veces entraña el uso de ciertos medios»²⁶. Veamos algunos ejemplos. En *Sobre las enfermedades de las mujeres* el autor sostiene que la menstruación es debida a que la carne de la mujer es más blanda y porosa que la de los hombres, absorbiendo, por ello, más líquido: «es lo mismo que si se ponen en agua o en un lugar húmedo durante dos días y dos noches lana limpia y una prenda muy compacta que abulte lo mismo en peso que la lana; cuando se retiren, se encontrarán al ponerlas en la balanza que la lana es mucho más pesada que la prenda»²⁷. Puesto que es difícil investigar directamente la absorción de la carne, el autor recurre, en una práctica habitual en el pensamiento griego, a la analogía, pero lo sobresaliente es que

el autor recurra de nuevo a una experiencia repetible, que, además, en este caso es cuantificable.

También se recurre a una sencilla experiencia en *Sobre la naturaleza del niño*: los pechos rezuman leche debido a la presión que ejerce el feto sobre el estómago, etc. de la madre: si se empapa de aceite un pellejo y luego se estruja, escurre aceite. También en este tratado se recurre a una observación que exige la construcción de un aparato experimental. La prueba de que «las diversas partes del cuerpo están formadas por el pneuma (aliento) que hace que las cosas semejantes se asocien entre sí» viene dada por la experiencia siguiente: «se prepara una vegiga con un tubo en el fondo. En ella se introducen tierra, arena, y raspaduras de plomo y se echa agua encima. Si uno sopla entonces por el tubo, al principio las sustancias se entremezclan con el agua, pero al cabo de un rato (asegura el autor) se reagrupan el plomo, la arena y la tierra, y si uno las dejara secarse y abriera la vasija, vería que lo semejante se ha reunido con lo semejante»²⁸.

En *Sobre las carnes*, la evidencia que se aduce en favor de la idea de que el hígado se forman a partir de la sangre «cuando el frío vence al calor» es que la sangre de víctimas sacrificadas no se coagula mientras está caliente o se la mueve, pero cuando se enfría se solidifica²⁹. Y para apoyar la afirmación de que los pies se forman a partir de la sangre, gracias a la acción del frío y los vientos se recurre a la observación de la película que se forma en la sangre al coagularse, película que vuelve a formarse tantas veces como se disuelva. En *Sobre la generación* explica la determinación del sexo en función de la cantidad de esperma masculino- fuerte o femenino-débil que componga al feto. Si se entremezclan sebo y cera de abeja, no se aprecia cual es la sustancia dominante mientras la mezcla está líquida, pero se ve claramente en cuanto se solidifica. Es decir, se recurre a ciertas experiencias planeadas y repetibles que supuestamente apoyan su tesis.

Sin embargo, a veces los griegos mostraban gran ingenuidad a la hora de cuadrar evidencia y teoría, o daban por supuesto principio o principios que eran justamente aquellos que tal evidencia pretendía probar. Permítaseme poner un ejemplo que arroje cierta luz sobre lo que quiero decir. En

Sobre la generación se afirma que la presencia de esperma masculino y femenino en ambos sexos es «una inferencia que se puede extraer de la observación»; pero tal inferencia presupone un principio general que es justamente lo que se quiere probar. ¿Por qué en el mismo individuo están los dos tipos de semen? La argumentación sigue así: hay dos tipos de semen en el mismo individuo. ¿Por qué? Porque hay mujeres que tienen descendencia masculina o femenina según con el hombre que vayan. Si produjeron hijas es porque había más esperma débil que fuerte y al revés, si la descendencia es masculina. Así pues, no siempre se emite la misma cantidad de esperma débil o fuerte.

Sin lugar a dudas la técnica de investigación más sobresaliente fue la disección. Este procedimiento se remonta, al menos, a Alcmeón de Crotona, de quien se dice que efectuó disecciones anatómicas en relación con sus teorías de los conductos que unen ojo y cerebro. En *Sobre la generación de los animales* Aristóteles rebate la idea de que niños y niñas eran concebidos en diferentes partes del útero pues «macho y hembra gemelos se encuentran a menudo en la misma parte del útero: hemos observado esto suficientemente, por disección, en todos los vivíparos tanto animales terrestres como peces»³⁰. Y en otras partes menciona el mismo procedimiento. Por lo que se refiere al Corpus Hipocrático, ya he mencionado el pasaje en el que se habla del examen del cerebro de una cabra, pero abundan los ejemplos: la descripción del desarrollo del huevo de gallina en *Sobre la naturaleza de las vírgenes*, etc.

En científicos como Ptolomeo se pueden distinguir lo que podríamos denominar principios metodológicos de los metafísicos y de los lógicos. Los principios metafísicos establecen las condiciones de posibilidad del conocimiento natural, plenamente aristotélicos en el caso de Ptolomeo; los lógicos permiten ordenar ese conocimiento adquirido gracias a los principios metodológicos. Estos últimos, por su lado, consisten en una serie de recomendaciones acerca de la observación, la definición, el objeto y límites de la disciplina, etc.

En el caso de Ptolomeo esas recomendaciones son muy claras y van encaminadas a la consecución de fidelidad absoluta a la evidencia empírica, y de simplicidad a la hora

de formular hipótesis. De ahí su insistencia en la forma y uso de las observaciones. Ptolomeo constituye un ejemplo claro y precioso de lo que es un astrónomo *científico*. Es consciente de lo que se debe exigir para llevar a cabo una labor científica con todas las garantías. Sus demandas de uniformidad o regularidad, simplicidad y observacionalidad constituyen un ejemplo claro para los astrónomos posteriores, como se puede apreciar en el somero análisis que a continuación hacemos de su obra magna en astronomía»³¹, plena de consideraciones metodológicas; en especial destacan las referentes a la forma de utilizar los datos y observaciones de manera que se puedan basar en ellos las hipótesis, e incluso se puedan utilizar como instancias contrastadoras.

En primer lugar no todas las observaciones son igualmente buenas. Unas serán mejores que otras y, por tanto, preferibles: «Para establecer nuestras nociones generales [sobre los fenómenos lunares] confiaremos especialmente en esas demostraciones *que dependen de observaciones que no sólo abarcan un gran período, sino que, de hecho, han sido realizadas durante eclipses lunares. Ya que éstas son las únicas observaciones que permiten determinar la posición lunar de un modo preciso*: todas las demás, ya sean tomadas de pasos cerca de las estrellas fijas o con instrumentos, o de eclipses solares, pueden contener un considerable error debido a la paralaje lunar»³¹.

Efectivamente, no nos podemos fiar ciegamente de todas las observaciones, pues puede suceder que los sentidos nos hagan pensar que dos cosas son distintas cuando en realidad no lo son: resulta difícil, por ejemplo, observar realmente las fases de las estrellas, ya que «diferencias entre los propios observadores y en la atmósfera de las regiones de observación pueden producir variación y duda acerca del movimiento» en que se dé cierta culminación, orto, etc.³³. Para evitar que se produzcan errores de observación que darían como resultado efectos indeseables, Ptolomeo explicita en qué circunstancias y de qué manera se han de efectuar ciertas observaciones. Por ejemplo, y como ya hemos señalado, qué tipo de observaciones sirven para determinar la posición de la luna, o mediante qué instrumentos —la dioptra— se han de efectuar observaciones que

permitan determinar los diámetros aparentes del Sol y la Luna, descartando otros —las clepsidras—³⁴.

Las observaciones han de ser variadas y temporalmente dilatadas: «es apropiado definir el año solar como el tiempo que va de un equinoccio o solsticio al siguiente del mismo tipo, tal y como viene determinado *por las observaciones realizadas en el mayor intervalo posible*»³⁵. Y es todavía más explícito cuando, algo más adelante, al tratar la duración del año solar afirma: «es posible, por tanto, cuando comparamos las observaciones realizadas a lo largo de un período dilatado, que los días [unos 365] que hemos obtenido distribuyendo [el total] sobre los años de intervalo [entre las observaciones] pueda parecer que son los mismos según se hagan las observaciones en un número mayor o menor de años. Sin embargo, cuanto mayor es el tiempo que hay entre las observaciones comparadas, mayor es la precisión de la determinación del periodo de revolución. Esta regla resulta buena no sólo en este caso, sino en todos los de revoluciones periódicas. Ya que el error debido a la imprecisión inherente incluso en las observaciones realizadas con sumo cuidado es, a ojos del observador, pequeño y aproximadamente el mismo en cualesquiera [dos] observaciones sean realizadas éstas en un intervalo grande o pequeño. Sin embargo, este mismo error, cuando se distribuye en un número pequeño de años, hace que la imprecisión en el movimiento anual sea [comparativamente] mayor (y [por consiguiente aumenta] el error acumulado en un periodo de tiempo más largo), pero cuando se distribuye en un mayor número de años hace que la imprecisión sea [comparativamente] menor. Por tanto, consideramos suficiente que nos esforcemos por tener en cuenta sólo el aumento en la precisión de nuestras hipótesis sobre movimientos periódicos que se puede derivar de la longitud de tiempo que hay entre nosotros y esas observaciones de que disponemos, que son, a la vez, antiguas y precisas»³⁶.

Además, *hay que seleccionar las mejores observaciones*, aquellas de las que estemos seguros que se han realizado con la mayor precisión. Así por ejemplo, para mostrar la anomalía lunar «mediante la hipótesis del epiciclo ... usaremos, en primer lugar, entre los eclipses más antiguos de que disponemos tres [que hemos seleccionado] porque han

sido registrados *de una forma inequívoca*, y, en segundo lugar [repetiremos el procedimiento] usando entre los eclipses contemporáneos tres que hemos observado nosotros mismos *de forma muy precisa* ³⁷. Y dice 'de forma inequívoca', es decir, que no se puedan interpretar de varias maneras; esa cualidad y *precisión* son cualidades exigibles y deseables en las observaciones. Y por ese motivo, para que puedan ser comparadas y se pueda apreciar que son las mejores observaciones, hay que registrar y analizar aquellas rechazadas, mostrando que debían ser dejadas a un lado.

Una de las innovaciones de Ptolomeo es que no se limita a consignar las observaciones, no es un simple notario que se da cuenta de los fenómenos que suceden en los cielos. En ciertas ocasiones diseña sus observaciones, las planea, para evitar, de ese modo, la posibilidad de que ciertos datos, ciertas observaciones, sean producto de una feliz casualidad. En este sentido es sumamente revelador el texto en el que muestra cómo, según sus cálculos y observaciones, el aumento en latitud entre dos determinados eclipses considerados era mayor de lo que había que esperar según los cálculos y observaciones realizados por Hiparco; y expone sus resultados de tal manera que parece que casualmente concuerdan con lo que esperaba, implicando, de algún modo, que lo había planeado todo de antemano ³⁸.

La actitud que se revela en Ptolomeo no puede ser más distinta que la de sus predecesores. Unos elaboraron 'hipótesis' carentes de fundamento y con escasa o nula referencia a los hechos; otros, como los *parapegmatistas* ³⁹, se ocuparon fundamentalmente de efectuar observaciones (seguramente guiados por alguna hipótesis que nosotros desconocemos), con vistas a la elaboración de *parapêgmata* fiables; Eudoxo formuló por primera vez, y de forma explícita una teoría susceptible, en principio, de dar cuenta de los hechos, aunque fracasó, entre otras cosas por su carácter cualitativo. El caso de Ptolomeo, en cambio, es bien distinto. Por un lado, posee bastantes observaciones debidas a astrónomos anteriores (básicamente de Aristilos, Timocaris e Hiparco) ⁴⁰; por otro, está en condiciones de realizar otras nuevas y mejores y de compararlas con las anteriores para así calibrar su utilización. Además, no lo olvidemos, tiene a mano un instrumental matemático muy superior al de esos astró-

nomos. Por consiguiente, está en disposición de formular una teoría científica porque, como él mismo señala, es necesario disponer de buenas y precisas observaciones para poder elaborar una teoría: el hecho de no tener acopio suficiente de datos observacionales impidió que Hiparco pudiera proporcionarnos una teoría planetaria ⁴¹. Las observaciones son pues, en último término, «punto de partida y fundamento» de las teorías científicas, siempre que reúnan, eso sí, las condiciones adecuadas ⁴².

El énfasis que pone Ptolomeo en la observación y la experiencia ha llevado a muchos estudiosos a considerarlo demasiado 'empirista' ⁴³. De ese modo se intenta explicar el posterior abandono —'fracaso', según Kattsoff— de la teoría ptolemaica: «Ptolomeo intentaba constantemente sistematizar estas observaciones y ordenarlas en términos de hipótesis que encajaran con los hechos», de modo que no habría sido una mala 'aplicación' del método científico sino el haberse apoyado en cierto tipo de observaciones que Kattsoff denomina 'ingenuas' lo que subyacería fundamentalmente a la estructurado la teoría ptolemaica. Sin embargo, como espero haber mostrado, Ptolomeo era consciente de las limitaciones y defectos que podrían tener las observaciones utilizadas. Sabía perfectamente que los datos sin más no avalaban una hipótesis, sino que ello dependía de la relevancia, amplitud, variedad y precisión que tuvieran.

El hincapié que hace Ptolomeo en la observación y la experiencia no es ciego ni ingenuo ⁴⁴, pues establece una serie de relaciones de preferencia entre sus criterios meta-teóricos de elección de hipótesis: aunque siempre es preferible elegir la hipótesis más simple, los hechos son los que mandan. En el caso del Sol, por ejemplo, Ptolomeo escoge la hipótesis de la excéntrica, frente a la del epiciclo, porque «es más simple y es ejecutada por medio de un movimiento en vez de dos» ⁴⁵. Pero hemos de preferir lo que nos muestra la observación, pues las apariencias no tienen por qué ser explicadas. Los fenómenos son lo que se nos muestra exteriormente, lo que se puede percibir mediante los sentidos y es absurdo, según Ptolomeo, plantearse dudas acerca de ellos. Según él, las observaciones se realizan de acuerdo con los criterios establecidos, son necesariamente 'objetivas'; es incapaz de considerar que uno 've' con los ojos de una

teoría. Es la hipótesis la que hay que cambiar si no concuerda con los hechos: «... uno trataría, en la medida de lo posible, de encajar las hipótesis más simples con los movimientos celestes, pero si no tienen éxito, hay que aplicar las hipótesis que se ajustan a los hechos»⁴⁶. Porque siempre los hechos serán preferibles: «En general, consideraremos que es un buen principio explicar los fenómenos mediante la hipótesis más simple posible en la medida en que *no haya nada en las observaciones que proporcione una objeción significativa a ese procedimiento*»⁴⁷.

La obsesión de Ptolomeo por ajustarse a los hechos, su fidelidad a la experiencia era tal que le podía impulsar a dejar a un lado la búsqueda de causas o primeros principios: «... Por consiguiente, me parece ocioso buscar las causas del movimiento de los objetos hacia el centro, una vez que queda claramente establecido a partir de los propios fenómenos que la Tierra ocupa el centro del universo y que todos los objetos pesados se mueven hacia ella»⁴⁸. Esa inutilidad de la búsqueda de las causas no es la única vez que aparece en el *almagesto*: «... en general, la causa de los primeros principios es, por naturaleza, o inexistente o difícil de describir»⁴⁹.

Son, justamente, las discrepancias con los hechos lo que le induce a mejorar el modelo lunar e idear el famoso e ingenioso mecanismo de aproximación del epiciclo lunar según nuestro satélite se acerca a las cuadraturas: «Cuando se realizó este tipo de observaciones» —se refiere a las realizadas por medio de una esfera armilar que él denomina *astrolabio simple*— «sin posterior análisis se descubrió, *tanto gracias a las observaciones realizadas por Hiparco como a las mías*, que la distancia de la luna a partir del Sol *concordaba a veces con la calculada mediante la hipótesis anterior* —esto es, el modelo simple de epiciclo— «y a veces estaba en *desacuerdo*, siendo la discrepancia a veces demasiado grande y a veces demasiado pequeña. Pero cuando prestamos mayor atención a la circunstancia de la anomalía en cuestión y *la examinamos más cuidadosamente basándonos en un periodo continuado*, descubrimos que en conjunción y oposición la discrepancia es, o bien imperceptible, o pequeña, siendo la diferencia de tamaño explicable por la paralaje lunar»⁵⁰. La diferencia entre los hechos esperados

a partir de la hipótesis y los 'reales' es lo que determina el descubrimiento de la «anomalía en cuestión» y la elaboración de un nuevo modelo que permita explicarla. Esa posibilidad ya es entrevista en el Libro I cuando Ptolomeo explicita los supuestos de los que parte para demostrar sus hipótesis y justificar el carácter breve que toma su exposición: «Era necesario tratar las hipótesis anteriores en primer lugar como una introducción a la discusión de los puntos concretos y de los que vienen a continuación. Bastará el leve bosquejo que he hecho de ellas, ya que serán confirmadas completamente y luego corroboradas por su acuerdo con los fenómenos de las teorías que demostraremos en las secciones siguientes»⁵¹. Dicho de otro modo, a menos que las hipótesis coincidan, después de ser formuladas, con los hechos, a menos que de nuestras hipótesis extraigamos predicciones correctas, no serán de ninguna utilidad.

Estas no son las únicas cuestiones metodológicas que interesan a Ptolomeo. Le preocupa, por ejemplo, la precisión en los cálculos y mediciones, cuestión sobre la que abundan las referencias en el *Almagesto*. Igualmente sucede con los distintos tipos de definiciones y el carácter convencional que pueden tener y otras muchas más. No obstante, esperamos que estas pequeñas anotaciones hayan servido para poner de manifiesto algunas de las ideas que Ptolomeo tenía sobre la ciencia y el método científico.

Bien, podríamos haber visto más cuestiones relacionadas con la ciencia griega: los tipos de explicación empleados, que en ocasiones difieren de aquellas a las que la filosofía actual de la ciencia nos tiene acostumbrados, las simplificaciones categoriales usuales en ciencia griega (semejanza = identidad; opuestos = disyunción excluyente, cuando cabe lógicamente algo más), los tipos de argumentación empleados, procedimientos de contratación inusuales hoy en día, la noción de probabilidad que aparece en la ciencia griega por lo menos desde el siglo -IV, etc.

Por supuesto hay muchas cuestiones que no he tratado, pero espero que lo poco que aquí hemos visto haya servido para poner de relieve los problemas teóricos que desde el comienzo de la ciencia griega se plantearon. También espero que haya servido para eliminar algunos prejuicios habituales sobre la ciencia griega. Por ejemplo, en muchas historias de

la ciencia se acusa a Grecia de haber sido incapaz de desarrollar experimentación. Sin embargo, podemos ver lo errónea de esa afirmación y cómo sólo en la literatura médica se pueden encontrar numerosos ejemplos que la contradicen⁵². Pero sobre todo, espero que haya servido cómo es posible estudiar historia de la ciencia, no sólo como la descripción de hechos, desarrollos etc, sino desde otra perspectiva.

Notas

- ¹ Véase, por ejemplo, LLOYD, G. E. R. (1966): en especial, pp. 240-406.
- ² Los tratados que componen esta colección están escritos en un lapso de tiempo muy dilatado, entre los siglos V a.n.e. y I.
- ³ Por ejemplo, la astronomía, que es matemáticas, adquiere muy pronto un estatus de cientificidad envidiado por otras disciplinas, mientras que los debates sobre el estatus de la medicina permea la gran síntesis médica que es el C.H.
- ⁴ También en *Sobre los aires, aguas y lugares*, 22; el subrayado es nuestro.
- ⁵ «Todas las cosas son gobernadas por ley».
- ⁶ *Sobre los aires, aguas y lugares*, I, 2.
- ⁷ *Op. cit.*, I, 3-4.
- ⁸ *Sobre la medicina antigua*, 1.
- ⁹ 1.
- ¹⁰ 9.
- ¹¹ *Ibidem*.
- ¹² Y sin embargo, no lejos de ahí, en Mesopotamia se había dado una forma muy distinta de astronomía.
- ¹³ También de sus fundamentos filosóficos. Véase la Introducción a *Las hipótesis de los planetas* y PÉREZ SEDEÑO, E. (1987).
- ¹⁴ Aristóteles añadía un tercer tipo, el saber productivo (hoy diríamos la técnica) que es aquel dirigido a producir ciertas cosas siguiendo unas ciertas reglas; la arquitectura o la medicina serían casos de este saber.
- ¹⁵ Por ejemplo, un hombre puede tener una gran perspicacia moral sin haber estudiado ética, pero no se pueden predecir las posiciones de los astros sin haber estudiado astronomía.
- ¹⁶ *Almagesto*, I, 1.
- ¹⁷ *Almagesto*, I, 1.
- ¹⁸ *Almagesto*, I, 1.
- ¹⁹ *Almagesto*, I, 2, H9, p. 38.
- ²⁰ *Polaridad y analogía*, especialmente pp. 68-81 y 389-406.
- ²¹ Toda la Tierra estuvo cubierta de agua, de ahí que haya fósiles marinos en las montañas.
- ²² Tucídides afirma que la mayoría de los antiguos habitantes de Delos eran carios, a partir de los restos hallados en las tumbas de la

ciudad. Los «padres de la historia» griegos critican en varias ocasiones a quienes abusan de Homero de modo acrítico como base de apoyo de la historia.

²³ pp. 80-83.

²⁴ La tesis de la existencia de conductos o venas seminales por detrás de las orejas estaba ampliamente extendida en la antigüedad.

²⁵ *Op. cit.*, 14, 2

²⁶ Lloyd, *op. cit.*, p. 324.

²⁷ *Op. cit.*, 1.

²⁸ Lloyd, *op. cit.*, p. 326.

²⁹ Sobre las carnes, I, 15.

³⁰ 764a, 33ss.

³¹ Se le atribuye a Ptolomeo un tratado filosófico titulado Περὶ κριτηρίου καὶ ἡγεμονικοῦ (Sobre el criterio y el principio rector) en el que supuestamente expuso sus ideas sobre el conocimiento en general y la naturaleza de la razón humana. A pesar de la presunta importancia que podría tener el exponer aquí esas opiniones (por ejemplo, el objeto del conocimiento es, para Ptolomeo, la verdad, y sería interesante y revelador ver explicitado su concepto de «verdad») y puesto que su atribución es dudosa, hemos prescindido de él. Por si algún lector estuviera interesado en él, este pequeño tratado fue publicado por LAMMERT, F. en *Claudii Ptolemaei Opera Quae Extant Omnia*, III, 2 (Leipzig, 1961) y en Damska [1975] se analiza brevemente.

³² *Almagesto*, IV, 1, H265, p. 173; el subrayado es nuestro.

³³ *Op. cit.*, VIII, 6, H203, p. 416.

³⁴ *Almagesto*, V, 14, H416-17, pp. 251-52.

³⁵ *Op. cit.*, III, 1, H194, p. 132; el subrayado es nuestro.

³⁶ *Almagesto*, III, I, H202-203, p. 137.

³⁷ *Op. cit.*, 6, H301, p. 190; el subrayado es nuestro.

³⁸ *Almagesto*, VI, 9, H526-27, pp. 309-310.

³⁹ PÉREZ SEDEÑO, E. (1986): *El rumor de las estrellas*. Siglo XXI, Madrid.

⁴⁰ PÉREZ SEDEÑO, E.: «Las observaciones de Hiparco referentes a los calendarios en el Almagesto», *Contextos*, vol. 6, 1985, pp. 151-162.

⁴¹ *Almagesto*, IX, 2, H210, p. 421.

⁴² *Ibidem*, II, H9, p. 38.

⁴³ Véase, por ejemplo, Kattsoff, 1947.

⁴⁴ Y está contextualmente justificado. En efecto, desde el siglo VI a.n.e. se habían formulado «hipótesis» (si es que se les puede llamar así) acerca de la naturaleza y comportamiento de los astros, cuya falta de apoyo empírico las condujo al fracaso.

⁴⁵ *Almagesto*, III, 4, H232, p. 153.

⁴⁶ *Ibidem*, XIII, 2, H533, p. 600.

⁴⁷ *Ibidem*, III, 1, H201, p. 136; el subrayado es nuestro.

⁴⁸ *Almagesto*, I, 7, H21, p. 43.

⁴⁹ *Op. cit.*, IX, 2, H212, p. 423.

⁵⁰ *Almagesto*, V, 2, H355, p. 220. El subrayado es nuestro.

⁵¹ *Ibidem*, I, 8, H26, p. 45.

⁵² En otras áreas, como la acústica y la neumática, se efectuaron pruebas sencillas ya desde la época presocrática.

Bibliografía

- DAMBSKA, I. (1975): «L'epistemologie de Ptolémée», en *Avant, avec, après Copérnic. La représentation de l'univers et ses conséquences épistémologiques*. Librairie Scientifique et Technique Albert Blanchard, Paris, pp. 31-37.
- DRAKE, S. (1978): «Ptolemy, Galileo and Scientific Method», *Studies of History and Philosophy of Science*, 9, nº 2, pp. 99-115.
- KATTSOFF, L. O. (1947): «Ptolemy and Scientific Method. A Note on the History of an Idea», *Isis*, vol. XXXVIII, nº 11, pp. 18-22.
- LAUDAN, L. (1968): «Theories of Scientific Method from Plato to Mach», *History of Science*, vol. 7, pp. 1-63.
- LLOYD, G.E.R. (1966): *Polarity and Analogy*, C.U.P. Cambridge, Trad. esp., *Polaridad y analogía*, Taurus, Madrid, 1987.
- (1975): «The Hippocratic Question», *Classical Quarterly*, NS XXV, pp. 171-92.
- (1979): *Magic, Reason and Experience*. C.U.P., Cambridge.
- (1983): *Science, Folklore and Ideology*. C.U.P., Cambridge.
- PÉREZ SEDEÑO, E. (1985): *Observación y teoría en la astronomía griega*, Tesis doctoral, U.A.M.
- (1986): *El rumor de las estrellas*. Siglo XXI, Madrid.
- (1987): «Ornitología Ptolemaica», *Sylva Clus*, I, nº 3, pp. 35-42.
- (ed.) (1988): *Las hipótesis de los planetas de Claudio Ptolomeo*. Introducción y notas a cargo de la editora. Alianza Universidad, Madrid.
- PTOLOMEO: *Almagesto: Claudii Ptolomaei Opera Quae Extant Omnia. Syntaxis Mathematica*, ed. por J.L. Heiber, 2 vol., Teubner, Leipzig, 1898-1903. Véase Toomer ed.
- Las hipótesis de los planetas*, véase Pérez Sedeño (1988).
- SHEYNIN, O.B., (1974): «Mathematical Treatment of Astronomical Observations (A Historical Essay)», *Archive for the History of Exact Sciences*, vol. 11, pp. 97-126
- TOOMER, G.J. (ed.) (1984): *Ptolemy's Almagest*. Duckworth, Londres
- TRATADOS HIPOCRÁTICOS, Vol. I, II, III y IV. Gredos, Madrid.