

# ACERCA DE LA EXPERIMENTACIÓN EN EL SIGLO V. LA APORTACIÓN HERODOTEA

JOSÉ ANTONIO GARCÍA GONZÁLEZ

## RESUMEN

El experimento es utilizado como método de conocimiento por los científicos griegos. En el siglo V encontramos las primeras evidencias de su aplicación, si bien, las fuentes conservadas son escasas. En este sentido, la obra de Heródoto se convierte en un importante documento para valorar la aplicación de la experimentación en esta época.

## ABSTRACT

The experiment is used as method of knowledge by the Greek scientists. In the century V finds the first evidences of its application, although, the conserved sources are scarce. In this sense, the work of Herodotus becomes an important document to value the application of the experimentation in this time.

En el estudio de la ciencia antigua una de las cuestiones que sigue planteando división de opiniones es el tema de la experimentación: ¿se puede hablar de experimentación por parte de los científicos griegos?

Gran parte de la crítica moderna ha negado la existencia de la experimentación en el mundo antiguo destacando más su nivel teórico y observacional.

Ya en 1620 F. Bacon<sup>1</sup> defendía la ausencia de experimentación en la ciencia griega, circunstancia ésta que justificaría su atraso. No obstante, reconocía que la ciencia, tal y como la conocemos, tenía su origen en el mundo griego. Bacon distinguía tres períodos en los cuales podíamos hablar de desarrollo de la ciencia, cada uno de ellos de apenas dos siglos de duración: el primer periodo sería el griego y abarcaría la etapa presocrática hasta la llegada de Sócrates, a partir del cual domina la filosofía; un segundo periodo en época romana

1. *Novum Organum*, 73 y ss; 82-4.

(posiblemente se refiera con ello al helenismo en su estadio final), que habría estado marcado por la filosofía moral; y, por último, el periodo medieval dominado por la teología y en el que no se podría hablar de verdaderos logros o desarrollos.

En cualquier caso, consideraba que hasta el momento no había habido un método verdadero y adecuado para buscar la verdad que estuviera fundamentado en el conocimiento experimental y una observación bien dirigida. Según él, aunque podamos ver los primeros atisbos de conocimiento empírico en los presocráticos, sus seguidores habrían tomado el camino equivocado anteponiendo el discurso y el razonamiento discursivo a la experiencia, concluyendo que la experimentación no había sido desarrollada aún por la ciencia como método de trabajo. Para Bacon el verdadero conocimiento procedería de la experimentación, a través de la cual llegaríamos a formular leyes generales y, a través de éstas, plantear otros experimentos para seguir alcanzando nuevos conocimientos. El verdadero conocimiento debía partir de la inducción, siendo inductivo-deductivo.

Este planteamiento ha contado durante el siglo XX con numerosos seguidores, pues algunos críticos siguen negando la existencia del método experimental en la ciencia antigua, destacando el carácter conservador y su desarrollo fragmentario, tanto temporal como espacial. En este sentido se han pronunciado entre otros: Grmek, D.G., y Gourevitch, D., "Les expériences pharmacologiques dans l'antiquité", *Archives internationales d'histoire des Sciences* 35, 1985, 3-27; Momigliano, A., *JRS* 31, 1941, 149-57; Fritz, K. von, *Grundprobleme der Geschichte der antiken Wissenschaft*, 1971, 3, 73-5, 116, 550-4...; Mittelstrans, J., *Die Rettung der Phänomene*, 1962, 232; Sambursky, S., *The Physical World of the Greeks*, 1956, 2; Thomson, J.O., *History of Ancient Geography*, 1948, 94; Verdenius, "Science grecque et science moderne", *Revue Philosophique* 152, 1962, 319-35; Vernant, J.P., "Remarque sur les formes et les limites de la pensée technique chez les Grecs", *Revue d'histoire des sciences* 10, 1957, 205-25.

Pero frente a esta postura, la tesis contraria también ha contado con un importante número de adeptos. Entre quienes defienden la presencia de la experimentación en la ciencia griega hemos de citar, entre otros, a: J. Burnet, *Early Greek Philosophy*, 1948, 27; *Essays and Addresses*, 253, 1929; A.C. Crombie, *Critical Problems in the History of Science*, ed. Marshall Clagett, 1959, 81; L. Edelstein, "Recent Trends in the Interpretation of Ancient Science", *Journal of the History of Ideas* 13, 1952, 573-604; *Ancient Medicine*, ed. O. and C. L. Tempkin, 1967, 401-39; B. Farrington, "The greeks and the Experimental Method", *Discovery* 18, 1957, 68-9; A. Lejeune, "la Science Grecque a-t-elle atteint le stade experimental?", *Revue des questions scientifiques* 128, 1957, 321-43; V.P. Zuvob, "Beobachtung und Experiment in der antiken

Wissenschaft", das *Altertum* 5, 1959, 223-32. Y sobre todo los trabajos de G.E.R. Lloyd, "Experiment in Early Greek philosophy and medicine", *Proceedings of the Cambridge Philological Society* 10, 1964, 50-72; F. Kudlien, *Der Beginn des medizinische Denken bei den Griechen. Von Homer bis Hippokrates*, Zurich-Stuttgart, 1967, 135-39; H. von Staden, "Experiment and experience in Hellenistic medicine", *Bulletin of the institute of classical studies* 22, 1975, 178-99; y el de A. Gara, "L'esperienza nella cultura antica", *Studi Storici* 35, 1994, 635-55.

Para Lloyd, más que preguntarnos sobre si los griegos experimentaron o sobre si ellos reconocieron el valor del método experimental, hemos de preguntarnos qué experimentos estaban al alcance de los griegos y qué problemas debatieron en la diferentes ramas del saber, así como qué pruebas llevaron con éxito en los distintos campos.

Los astrónomos pueden intentar verificar mediante observaciones extensas las bases de sus teorías o hipótesis, pero no pueden realizar experimentos en estos campos, y a pesar de ello, la astronomía es rigurosamente empírica. También en la meteorología se reclaman ese tipo de pruebas, si bien para gran parte de los fenómenos la situación es similar, pues debían de conformarse con las observaciones. Por lo que hemos de tener en cuenta que en campos como éstos es imposible que los experimentos estuvieran al alcance de los científicos griegos. A pesar de este tipo de limitaciones no podemos dudar de que se recurriera, cuando era posible, a pruebas y experimentos elementales para demostrar sus teorías.

Así, en campos como la acústica, la dinámica, la hidrostática y la óptica, o en ramas como la denominada química, los científicos griegos dieron muestras de que en ocasiones no sólo realizaron experimentos, sino que, incluso, construyeron instrumentos para tales experimentos. En el caso de la medicina hipocrática, obras como *Naturaleza del niño*, *Enfermedades IV* o *Sobre el corazón* nos ofrecen evidencias de la práctica de la disección y la vivisección experimental, más constatables aún en la medicina helenística.

En unos casos los datos experimentales se usan para confirmar una hipótesis, en otros, el experimento se usa para refutar la posición antagonista, si bien es menos frecuente; pero en ambos casos los experimentos son diseñados para investigar los fenómenos bajo condiciones artificiales.

Quizás, antes de seguir con el tema, sería conveniente definir qué es un experimento, qué es la experimentación.

Mario Bunge<sup>2</sup> define el experimento científico de la siguiente manera: «Cuando oímos el canto de un pájaro sin haber estado observando al animal, tenemos una experiencia espontánea. En cambio, si le prestamos intencionada

2. BUNGE, M.: *La investigación científica*, Madrid 1980, 819.

atención, aunque no oigamos su canto, estamos teniendo una experiencia dirigida. Y si además registramos el canto y tomamos nota de las circunstancias concomitantes, nuestra experiencia se convierte en una observación propiamente dicha que puede ponerse al servicio de alguna finalidad científica. Pero en ninguno de esos casos se ha practicado un experimento científico en sentido propio; por definición, el experimento es aquella clase de experiencia científica en la cual se provoca deliberadamente algún cambio y se observa e interpreta su resultado con alguna finalidad cognoscitiva. Por ejemplo: sería un experimento sobre el canto de los pájaros el mantener algunos pájaros cantores aislados individualmente desde su nacimiento para estudiar la influencia del aprendizaje y la herencia del canto. La mera cría de pájaros sin una intención de esa naturaleza no es un experimento, sino simplemente una experiencia con mayor o menor observación»

Visto así, el experimento es una acción mediante la cual se obtiene un resultado que implica su observación, pudiéndose distinguir entre experimento aleatorio, aquel en que el resultado no se puede predecir con exactitud, y experimento determinista en el que el resultado puede predecirse con total exactitud.

En el diseño experimental o diseño de experimentos, el experimento es la búsqueda planeada para obtener nuevos conocimientos o para confirmar, o no, resultados de experimentos previos y ayudar a la toma de decisiones. Desde esta perspectiva podemos establecer tres categorías: preliminares, con el fin de lograr indicios para futuros trabajos; críticos, que comparan diferentes respuestas para buscar diferencias significativas; y demostrativos, cuando se compara con un patrón.

De acuerdo con esta definición, no cabe duda de que son muchos los experimentos que encontramos en las fuentes antiguas que se adaptan a ella. Otra cuestión muy diferente es el porqué poseemos escasa información sobre las observaciones y experimentos realizados, en cuya respuesta hemos de tener presente, aparte de la escasez de obras conservadas, el hecho de que estas informaciones proceden de recopilaciones y manuales elaborados en épocas muy posteriores a las que se obtuvieron.

Para la ciencia helenística, aunque se han perdido importantes obras y tratados de los científicos de la época, las fuentes nos proporcionan numerosos ejemplos y situaciones que avalan la presencia de experimentos con fines claramente cognoscitivos; en el caso de la época clásica la información de que disponemos es mucho más reducida y su valoración más compleja.

Aún así, todo parece indicar que donde las circunstancias eran favorables y los problemas eran relativamente simples, los griegos pudieron investigar sin demasiada dificultad, encontrándose en algunas de las obras que nos han llegado evidencias de detallados experimentos.

Uno de los primeros experimentos que nos ha llegado, sino el primero, es el de la clepsidra de Empédocles:

*Tal como cuando una muchacha juega con una clepsidra de brillante bronce: cuando coloca su esbelta mano sobre la boca del tubo y la sumerge en la masa de agua plateada que retrocede, nada de lluvia penetra en el vaso, sino que es apartada por el volumen de aire que presiona desde dentro sobre los abundantes orificios, hasta que ella deja de contener la abundante corriente. Entonces, por el contrario, al retroceder el soplo aéreo penetra una cantidad equivalente de agua. Del mismo modo, cuando el agua se halla en la profundidad del bronce estando cubierta la boca o poro por la carne mortal, el éter exterior que presiona por entrar retiene la lluvia controlando su superficie sobre las puertas de la criba estrepitosa, hasta que ella suelte la mano. Entonces, al revés de lo que antes ocurría, al avanzar el soplo aéreo una cantidad equivalente de agua emprende la retirada<sup>3</sup>.*

La clepsidra utilizada por Empédocles consistiría en un tubo de metal similar al pico de las regaderas de jardín, con un extremo, el más estrecho, descubierto, y el otro cerrado pero perforado con pequeños orificios a modo de criba<sup>4</sup>. Su naturaleza y funcionamiento son descritos por Simplicio<sup>5</sup> como una vasija de cuello estrecho que posee una base más ancha perforada con pequeños agujeros llamada *Hydrárpax*. Su uso para servir el vino lo describe Herón de Alejandría<sup>6</sup>.

La explicación del símil de la clepsidra es tratada por Furley y Booth, quienes restan importancia a este tipo de experimentos no considerándolo como un verdadero método experimental<sup>7</sup>. Contrariamente, Burnet y Farrington<sup>8</sup> consideran que estamos ante un verdadero experimento científico, pues mediante experimentos reales con vasijas tapadas debajo del agua él había demostrado la existencia de una substancia distinta y corpórea diferente al confuso y mal definido *aer* de Anaxímenes.

Posiblemente Conforf y Guthrie<sup>9</sup> tengan algo de razón cuando consideran que extraer una aguda inferencia de una experiencia familiar no es lo mismo

3. Arist.: *De Respir.* 473a-b; 31 B 100.

4. Para Thalheim (*RE*, IX, 1922, cols. 807-8) la clepsidra es una pequeña vasija, en la que podríamos distinguir dos partes: un balón, en cuya base hay unos orificios que forman una suerte de colador, y un tubo que hacía las veces de asa de forma semicircular que estaba en conexión por ambos lados con el interior de la vasija, y que tenía en su punto superior una abertura que se podía cerrar con el pulgar

5. Simp.: *De caelo* 524; *Phys.* 647, 26.

6. Herón: *Pneum*, I, 7, vol. I, pág. 56 Schmidt.

7. FURLEY, D.J.: "Empédocles and the Clepsydra", *JHS* 77, 1957, 31-34; reimpresso en *SPP* II, con un *Postscript* July 1971, BOOTH, N.B.: "Empedocle' account of breathing", *JHS* 80, 1960, 10-5.

8. FARRINGTON, B.: *Ciencia Griega*, Barcelona 1979, 55

9. GUTHRIE, W.K.C.: *Los filósofos presocráticos* II, Madrid, 1986, 236.

que practicar el método experimental tal y como se concibe actualmente. Sin embargo, el hecho de que sea un experimento cotidiano asequible a cualquier mirada no quita su valoración como experimento encaminado a demostrar la teoría planteada. El experimento de la *Klepsidra* es utilizado como analogía, pero no por ello deja de ser un experimento.

Anaxágoras<sup>10</sup> trata también sobre la clepsidra y el experimento realizado por Empédocles. Ésta es utilizada para hacer experimentos que comprobaran la presión que ejerce el aire, cuya consistencia es ignorada por el común de las gentes hasta el punto de creer que es vacío<sup>11</sup>.

Son también llamativos los numerosos casos que podemos encontrar en el *Corpus hipocrático*, como el descrito para evidenciar el paso discutible de líquidos a la traquea a través de la epiglotis:

*Lleva, en efecto, el ser humano la mayor parte de la bebida hasta el vientre, pues el esófago es como un embudo, que recibe la mayor cantidad de ella y cuanto consumimos. Pero lleva también algo de bebida hacia la laringe, un poco sólo, justo lo que se puede escapar sin notarlo filtrándose por la abertura; porque la epiglotis es un tapón que ajusta con precisión aunque deja pasar algo, que, sin embargo, no puede ser más espeso que la bebida. La prueba es la siguiente: si uno mezcla agua con un tinte azul o con minio y se lo da a beber a algún ser muy sediento, por ejemplo, a un cerdo –pues este animal no es escrupuloso, no limpio, si se abre después la garganta del animal cuando está bebiendo, se puede comprobar que está teñida de color de la bebida; pero no está al alcance de todo el mundo esta intervención<sup>12</sup>.*

Esta teoría era criticada y rechazada por algunos de los integrantes de la escuela hipocrática, como el autor de *Enfermedades*:

*Voy a oponerme a la opinión de los que creen que la bebida llega al pulmón... Si la bebida fuese al pulmón, cuando éste último estuviera lleno, mantengo que el hombre no podría respirar ni emitir sonidos con facilidad, pues no podría hacer resonar el pulmón si estuviera lleno.... Pues desde el momento en que una pequeña cantidad de flema llega al pulmón o a la traquea, el resultado es un ataque de tos incontrolable y fuerte<sup>13</sup>.*

10. Arist: *Probl.* 914a-915b (59 A 69).

11. El tema es tratado por GERSHENSON, D.E. y GREENBERG, D.A.: *Anaxágoras and the Birth of Scientific Method*, New York 1964

12. *Sobre el corazón*, 2.

13. *Sobre las enfermedades* IV, 56.

El autor recurre a la exposición de hasta ocho pruebas argumentales fundamentadas en la observación y práctica de la profesión médica para rechazar la tesis que critica<sup>14</sup>.

En muchos casos, el conocimiento que los médicos hipocráticos manifiestan sugiere la práctica de la disección con fines eminentemente cognoscitivos, por lo que cabría hablar de disecciones experimentales. En este sentido, la descripción anatómica del corazón constituye una prueba significativa. El autor nos confirma esta práctica con sus propias palabras, así como por la fiabilidad de la descripción que nos realiza:

*No se descubre al corazón en el exterior abertura ninguna, a no ser que se quiten las aurículas, la cabeza del corazón. Si se practica este corte, quedarán a la vista las dos aberturas de los ventrículos...*<sup>15</sup>

Como ejemplos significativos de este conjunto de tratados sobre medicina podemos citar, entre otros, los siguientes:

- Teoría de los vasos comunicantes: *Es como si se vierte agua en tres o más calderos de bronce colocados lo más juntos posible en un lugar completamente horizontal después de haber encajado unos tubos en las aberturas y se vierte agua gradualmente en uno de ellos hasta que todos estén llenos; efectivamente, a partir de uno el agua fluirá hacia los otros hasta que los demás se llenen; y cuando están llenos, si se retira el agua de uno, los otros reenviarán el agua que fluirá en sentido inverso hacia este primer caldero, y todos se vaciarán como se habían llenado. Así ocurre también en el cuerpo.*<sup>16</sup>
- Demostración de las diferentes propiedades y densidades de los líquidos: *Sucede como cuando se vierte agua y aceite en un caldero de bronce y se pone a calentar durante mucho tiempo sobre un gran fuego de madera, la cantidad de agua disminuirá de forma considerable porque se habrá evaporado del caldero, mientras que el aceite disminuirá solo un poco. Esto es porque el agua a causa de su porosidad puede hacerse fina y ligera por efecto del fuego y así evaporarse; en cambio el aceite, que es compacto y denso, no puede ser aligerado ni evaporado como el agua.*<sup>17</sup>

14. *Idem.*

15. *Sobre el corazón*, 7.

16. *Sobre las enfermedades IV*, 39.

17. *Ibidem*, IV, 49.

- Acerca de la formación de las litiasis renales: *Es como si el agua impura se agita en una copa o en un recipiente de bronce y luego se deja reposar: se formará en el medio un sedimento compacto; así también ocurre en la vejiga a partir de la orina que no es pura.*<sup>18</sup>
- El tema de la clepsidra: *Es lo mismo que sucede cuando, tras cerrar un vaso de boca estrecha, se le da la vuelta rápidamente y luego se retira lentamente el tapón; al hacer esto, el agua no se colará fuera; efectivamente, no hay paso para el aire, sino que éste está bloqueado por el aire interior.*<sup>19</sup>

Una de las figuras fundamentales a tener en cuenta en el tema de la experimentación es Aristóteles, pues sus numerosas obras sobre cuestiones biológicas y físicas ofrecen multitud de ejemplos dignos de ser tenidos en cuenta, si bien estamos ya en pleno siglo IV a.C. No obstante, dada su significación para el tema que tratamos, consideramos oportuno citar algunos casos:

- Estudio de las disoluciones y las sustancias: *Digamos, por haberlo comprobado, que el agua del mar al evaporarse se hace potable, y el vapor, cuando se condensa de nuevo, no va a mezclarse con el mar. También a otras cosas les ocurre lo mismo: el vino, en efecto, y todos los demás líquidos sabrosos que tras haberse evaporado se condensan nuevamente en forma líquida, se convierten en agua; pues las demás propiedades se dan por algún tipo de mezcla con el agua, y tal como sea lo mezclado, así hace el sabor.*<sup>20</sup>  
*Que la salinidad consiste en una mezcla queda claro no sólo por lo dicho, sino también si uno, tras haber moldeado una vasija de cera, la introduce en el mar atando un tapón a la boca de tal manera que no deje entrar el agua del mar: en efecto, el agua que penetra a través de las paredes de cera se vuelve potable, pues la materia terrosa y que produce la salinidad al mezclarse se separa como si pasara a través de un tamiz. Esa materia es también la causa del peso, pues el agua salada pesa más que la potable, y de la densidad: en efecto, la densidad difiere tanto que los barcos con el mismo peso de mercancías, casi se hundan en los ríos, mientras que en el mar van holgados y con buen navegar... Prueba de que la masa de un líquido con mezcla es más densa: si uno hace agua muy salada mezclándola con sal, los huevos flotan en ella aunque estén llenos; en efecto el*

18. *Ibidem*, IV, 55.

19. *Ibidem*, IV, 57.

20. Arist: *Meteorológicos*, 358b, 15-25.



*agua se vuelve casi como barro; el mar contiene una cantidad equivalente de materia sólida. Esto mismo hacen también en las salazones.*<sup>21</sup>

- Distinción entre la percepción visual y la sonora: *El trueno, pues, es esto y se produce por esta causa; en cuanto al viento expulsado, arde la mayor parte de las veces en una combustión tenue y débil, y eso es lo que llamamos relámpago, lo que ocurre cuando el viento se ve como si cayera revestido de color. Se produce después el impacto y al final el trueno: pero parece producirse antes porque la vista se anticipa al oído. Ello se pone de manifiesto en el remar de los trirremes: en efecto, cuando ya los remos están retrocediendo de nuevo, llega finalmente el ruido de su golpe contra el agua.*<sup>22</sup>
- El arco iris: *El iris reflejado por los remos que se levantan del mar se forma, en cuanto a la posición, del mismo modo que el del cielo, pero en cuanto al color es más parecido al que se forma en torno a las lámparas; pues no parece tener color escarlata, sino púrpura. Se forma a partir de minúsculas gotitas contiguas; éstas son agua ya totalmente separada. Se forma también si alguien rocía con finas gotas un espacio situado de tal manera que esté orientado hacia el sol y que por un lado entre el sol y por el otro esté la sombra; pues en un lugar semejante, si se rocía su interior, para el que está fuera aparece un arco iris allá donde se interrumpen los rayos y forman la sombra. El modo como se forma y el color son semejantes y la causa la misma que para el formado por los remos: pues el que rocía se sirve de la mano como de un remo.*<sup>23</sup>

En cuanto a las descripciones anatómicas, que sobre el hombre y los demás animales realiza Aristóteles, no cabe duda de que están basada en la práctica de disecciones de cadáveres, si bien no podemos descartar la práctica de la vivisección sobre animales, pues no podemos explicar de otro modo la precisión de algunas de sus descripciones y los temas abordados, así como las comparaciones que realiza entre los diferentes animales, incluido el hombre, y, en particular, las referencias a algunas peculiaridades humanas que sólo son accesibles a través de la disección.

Por último, queremos citar otro caso que encontramos en el *Anonymus Londinensis*<sup>24</sup>. Es ideado por Erasístrato para probar la existencia de emana-

21. *Ibíd.*, 359a

22. *Ibíd.*, 369b.

23. *Ibíd.*, 374a 30 – 374b5.

24. *Anonymus Londinensis*, XXXIII, 44-51.

ciones continuas e invisibles, evaporaciones de los elementos más finos dentro del cuerpo que no son debidas a causa externa. Él propone lo siguiente: coger un animal y colocarlo bajo un caldero durante un periodo de tiempo, sin darle agua ni comida, y pesarlo luego junto a todas las excreciones que haya podido tener. Se comprobará que pesa menos que antes. Esta pérdida de peso sería atribuible a las emanaciones que habría tenido.

Muchos más ejemplos encontramos a partir de esta época, como podemos ver, por ejemplo, en Euclides, Arquímedes, Herófilo, Ptolomeo y Herón de Alejandría cuando tratan, entre otros, el tema de la Óptica. También Ptolomeo realizó experimentos extensos para corroborar las leyes generales de la reflexión y refracción y, en particular, para establecer la relación cuantitativa entre el ángulo de reflexión y el de incidencia<sup>25</sup>.

Vemos como la utilización del experimento, por muy sencillo que sea éste, con una finalidad puramente cognoscitiva está ya presente en los autores del siglo V, como hemos constatado en Empédocles, Anaxágoras y la medicina hipocrática, si bien habría que extenderla, en general, a los filósofos presocráticos. Sin embargo, la información que de la época nos ha llegado es escasa y fragmentaria.

Mención especial nos merece el caso de Heródoto, pues en su obra encontramos no sólo demostraciones prácticas, sino experimentos en toda regla, a pesar de que estamos ante un historiador y no un filósofo de la naturaleza propiamente dicho.

En su metodología de trabajo la demostración ocupa un lugar fundamental, más significativo aún en lo referente a las cuestiones naturales. Una demostración en la que la argumentación discursiva suele estar avalada, con frecuencia, por numerosas pruebas y evidencias físicas<sup>26</sup>. Veamos algunos ejemplos:

Heródoto expone su teoría geológica sobre el valle del Nilo, según la cual, el valle era en un principio un golfo marino similar al mar Rojo pero abierto al Norte, depresión que en el transcurso de miles de años ha sido rellenada por los sedimentos aluviales, dada la gran actividad erosiva y sedimentaria del Nilo. Pero

25. LEJEUNE, A.: *L'Optique de Claude Ptolémée*, Lovaina 1956.

26. Si por demostración entendemos el uso de una argumentación concluyente, no hay dudas sobre su uso entre los griegos y de que se trata de una invención griega (VEGA, L.: "Sobre la invención griega de la idea de demostración", *LLull* 8, 1985, 149-73). Recordemos que una demostración consiste en una argumentación, en una serie de proposiciones que aspiran sustancialmente a dar cuenta y razón de algo; es un argumento lógicamente concluyente: la conclusión se sigue con necesidad de las premisas pertinentes y tienen vigencia universal. Su presencia está atestiguada en los pensadores griegos tanto en su forma indirecta (reducción al absurdo) como directa (deducción a partir de verdades previamente asumidas o conocidas).

Heródoto no se limita a exponer esta teoría, sino que trata de demostrarla recurriendo a la exposición de una serie de argumentos y pruebas empíricas que, en conjunto, constituyen un aval si no definitivo, sí al menos importante para la credibilidad y viabilidad de su tesis de partida. Expone que:

- Egipto penetra en el mar más que el litoral de las tierra vecinas (II, 12, 1);
- existen conchas en las montañas vecinas (II, 12, 1);
- hay afloramientos de sal que llegan a corroer las pirámides (II, 12, 1);
- el suelo de Egipto es diferente al de las regiones que lo rodean<sup>27</sup> (II, 12, 2-3);
- el único paraje con arena lo encontramos al sur de Menfis (II, 12, 2);
- la persistencia de la actividad sedimentaria del río (II, 8, 3).

Junto a estas evidencias físicas, el argumento histórico también avalaría su hipótesis, pues los sacerdotes narraban que en tiempos de Meris (900 años atrás) cuando el río alcanzaba ocho codos, regaba la zona situada por debajo de Menfis, mientras que en el presente (cuando Heródoto visita Egipto), para que el río se desborde e inunde la región tiene que alcanzar quince o dieciséis codos (II, 13). Evidencia ésta de que el río continúa su actividad y, debido al aporte aluvial, el terreno se iba elevando.

Este conjunto de pruebas demostraría la tesis herodotea de que Egipto con anterioridad era un fondo marino y que, por tanto, no existía como país tal y como era entonces conocido<sup>28</sup>.

Un procedimiento similar utiliza para demostrar la inviabilidad de la teoría de Anaxágoras sobre las crecidas del Nilo (II, 22, 1)<sup>29</sup>. Considera que:

- los vientos etesios soplan procedentes del sur y son cálidos, por lo que no puede haber nieve en esas regiones del sur (II, 22, 2);
- la lluvia es un fenómeno desconocido en Egipto, y más aún la nieve (II, 22, 3);
- los naturales del país son negros debido al excesivo calor y a su permanente exposición al sol (II, 22, 3);
- los animales que no soportan el frío emigran a estas regiones (II, 22, 4).

27. Se trata de una tierra negra compuesta de limo y aluviones traídos de Etiopía. La tierra de Libia, en cambio, es rojiza y su subsuelo arenoso; Arabia tiene una tierra arcillosa y un subsuelo pedregoso

28. Esta tesis sería posteriormente defendida por Aristóteles (*Meteorológicos* 351b-352a), Teofrastos (frg. 148), Diodoro (I, 34, 2) y Estrabón (I, 2, 29-30).

29. Según Anaxágoras, las crecidas eran debidas al deshielo de las nieves de las altas montañas situadas al sur. Una explicación que se acercaba en parte a la verdad, pues si el Nilo Azul debe su crecida a las lluvias de la meseta abisinia, en el Nilo Blanco es debido al deshielo de las nieves de las montañas que bordean la región de los grandes lagos.

Este conjunto de pruebas constituirían un argumento sólido que justificarían sus críticas a Anaxágoras, si bien nos advierte de que la tesis de éste es racional y lógica pero, como evidenciaba, nos ajustaba a la realidad conocida de Egipto.

Otro ejemplo lo constituye su defensa de la tesis de que los colcos son descendientes de los egipcios, puesto que éstos habrían invadido la región en época de Sesostri<sup>30</sup>. Para ello expone los siguientes argumentos:

- presencia de estelas erigidas por Sesostri (II, 102, 4; 106);
- existencia de tradiciones comunes (II, 103-4);
- los colcos poseen piel oscura y pelo rizado, como los egipcios (II, 104, 2);
- practican la circuncisión<sup>31</sup> (II, 104, 2-3);
- egipcios y colcos son los únicos pueblos que trabajan el lino de la misma manera (II, 105, 1);
- la forma de vida y el lenguaje es similar en ambos pueblos (II, 105, 1).

Estos ejemplos muestran el interés de Heródoto en la exposición de sus teorías con argumentos empíricos y racionales. Él no se conforma con exponer sus tesis y planteamientos, sino que investiga el tema y busca los argumentos que los fundamentan. La demostración se convierte así en un elemento importante, si no fundamental, de su método de trabajo.

Ahora bien, dentro de la demostración, la experimentación se nos presenta como una prueba irrefutable a la hora de defender sus planteamientos. No se trata de experimentos muy elaborados, pues en el mejor de los casos estamos ante experimentos simples de la vida cotidiana, pero son experimentos utilizados con la finalidad de demostrar y plantear un conocimiento o una tesis determinada.

El ejemplo más destacable citado por Heródoto es el experimento realizado por Psamético para conocer cuál era el pueblo más antiguo del mundo<sup>32</sup>. Partiendo del presupuesto de que en el lenguaje existe un componente genético

30. II, 104, 1-2: *Porque es evidente que los colcos son de origen egipcio; y esto que digo lo pensé por mi cuenta antes de habérselo oído a otros. Cuando me sentí atraído por esta cuestión, interrogué a miembros de ambos pueblos y los colcos tenían mayor recuerdo de los egipcios que los egipcios de los colcos. Algunos egipcios me dijeron que, en su opinión, los colcos descendían de los soldados del ejército de Sesostri, pero yo, personalmente ya lo había sospechado basándome en los siguientes indicios...*

31. Según Heródoto, esta costumbre la habrían tomado de los egipcios, pues sólo los egipcios y los etíopes practican tales ritos. Los fenicios y los sirios de Palestina lo habrían aprendido también de los egipcios

32. II, 2, 2-4: *Entregó a un pastor dos niños recién nacidos, hijos de las primeras personas que tenía a mano, para que los llevara a sus apriscos y los criara con arreglo al siguiente*

y otro adquirido, si se conociesen las primeras palabras que articula un ser humano que no hubiese estado sometido a las influencias de su cultura, podría conocerse cuál es la lengua más antigua y, por tanto, el pueblo más antiguo. Para ello procede a aislar a dos niños de todo tipo de influencias y observar su comportamiento, sobre todo en el aspecto del lenguaje. Tras el experimento los egipcios llegan a la conclusión de que el pueblo más antiguo era el frigio, puesto que la primera palabra que emiten los niños, *becós*, tiene un significado concreto y comprensible en el idioma frigio, pues con ella denominaban el pan. Independientemente de la viabilidad de la tesis de partida y sus conclusiones hemos de destacar el hecho de que estamos ante un experimento en toda regla, orientado en base a unos presupuestos preliminares y con unos objetivos concretos. No cabe duda de que estamos ante un caso claro de experimentación<sup>33</sup>.

Otro experimento a resaltar es el realizado por Darío para evidenciar la relatividad de la costumbre<sup>34</sup>. Se parte de la tesis de que los hombres consideran que las costumbres que ellos poseen son las más perfectas<sup>35</sup>, pero la experiencia demuestra la relatividad del valor de la costumbre. Para ello Darío reúne a dos pueblos con costumbres diferentes, griegos e indios, y les propone intercambiar sus rituales funerarios, hecho que por nada del mundo están dispuestos a aceptar los implicados, prefiriendo la muerte a obrar en contra de las tradiciones y creencias que les son propias.

---

*régimen de vida: le ordenó que nadie pronunciara palabra alguna ante ellos, que permaneciesen aislados en una cabaña solitaria y que, a una hora determinada, les llevara unas cabras; y luego, después de saciarlos de leche, que cumplierse sus restantes ocupaciones. Psamético puso en práctica este plan y dio esas órdenes porque quería escuchar cuál era la primera palabra que, al romper a hablar, pronunciaban los niños, una vez superada la etapa de los sonidos ininteligibles. Y en efecto, así sucedieron las cosas. Dos años llevaba el pastor en este menester, cuando un día, al abrir la puerta y entrar en la cabaña, los dos niños, lanzándose a sus pies, pronunciaron la palabra becós al tiempo que extendían los brazos...*

33. Recordemos que Bunge utiliza un ejemplo similar, pero realizado con aves, como prueba de lo que debemos de considerar por experimento.
34. III, 38, 3-4: *durante el reinado de Darío, este monarca convocó a los griegos que estaban en su corte y les preguntó que por cuánto dinero accederían a comerse los cadáveres de sus padres. Ellos respondieron que no lo harían a ningún precio. Acto seguido Darío convocó a los indios llamados Calatias, que devoran a sus progenitores, y le preguntó, en presencia de los griegos, que seguían la conversación por medio de un interprete, que por qué suma consentirían en quemar en una hoguera los restos mortales de sus padres; ellos entonces se pusieron a vociferar, rogándole que no blasfemara.*
35. III, 38, 1: *En efecto, si a todos los hombres se les diera a elegir entre todas las costumbres, invitándoles a escoger las más perfectas, cada cual, después de una detenida reflexión, escogería para sí las suyas; tan sumamente convencido está cada uno de que sus propias costumbres son las más perfectas.*

También es destacable el experimento atribuido a Creso para determinar la fiabilidad y veracidad de los oráculos (I, 46-50). Con esta finalidad envió emisarios a los diferentes oráculos que quería poner a prueba. Dichos emisarios debían de preguntar al oráculo lo que Creso estaba haciendo en un momento determinado, previamente acordado, y llevar la respuesta a Creso. Creso, llegado el momento, decidió hacer algo que fuese inverosímil e ilógico, con el fin de no dar cabida ni a la probabilidad racional ni a la ambigüedad<sup>36</sup>.

Otros ejemplos de experimentación son menos explícitos, pues están presentes en la vida cotidiana. Tal es el caso de la transformación o cambios de estado de la materia, como la conversión del hielo en agua por acción del calor<sup>37</sup>, la evaporación del agua por efecto de calor (II, 25, 1-2) o la flotabilidad. Mención especial merece su concepción de que Egipto es una tierra ganada al mar, teoría planteada por los propios sacerdotes egipcios (II, 5, 1). Para su demostración recurre a una prueba experimental sencilla y asequible a cualquier navegante: *... cuando, rumbo a Egipto, todavía te hallas a bordo y te encuentras a una jornada de tierra, si lanzas una sonda sacarás fango y estarás a una profundidad de once brazas. Ello demuestra que la tierra de aluvión llega hasta esa distancia* (II, 5, 2).

Todos estos ejemplos demuestran claramente la utilización del experimento con una finalidad científica y didáctica. En cualquier caso, y aunque no podamos hablar de una experimentación reglada semejante a las realizadas hoy día, y mucho menos de programas de experimentación, no cabe duda de que Heródoto es consciente del valor del experimento como prueba en la demostración de teorías y como forma de acercarnos a la verdad. Él es consciente, además, de que la demostración reviste dos facetas claramente diferenciadas, la demostración teórica y la práctica, cada una de ellas con sus limitaciones y aplicaciones<sup>38</sup>, comprendiendo la separación que se puede establecer entre una y otra.

En conclusión, vemos como la obra de Heródoto nos proporciona algunos ejemplos de la utilización de la experimentación con una finalidad claramente cognoscitiva y científica, siendo consciente de su valor como prueba.

36. *Resulta que, después de enviar a los diferentes santuarios a los consultores, aguardó el día convenido y puso en práctica la siguiente idea: pensando en algo que fuera imposible de adivinar o imaginar, descuartizó una tortuga y un cordero y él mismo los puso a cocer juntos en un caldero de bronce que tapó con una tapadera también de bronce.*

37. III, 28, 1: *en ese período de tiempo, si echas agua al suelo no conseguirás formar barro, en cambio, si enciendes fuego podrás formarlo.*

38. III, 72, 2: *... hay muchas cosas que no pueden demostrarse en teoría, pero sí en la práctica; y, por el contrario, hay otras que en teoría sí se pueden demostrar, pero cuya ejecución no reporta ningún resultado positivo.*

Si tenemos en cuenta, como hemos anotado, que no son muy abundantes los testimonios directos que avalen la utilización de la experimentación en el siglo V a.C., la *Historia* se convierte en un documento de inestimable valor para evaluar el estado de la cuestión en la citada época, máxime si tenemos en cuenta que estamos ante una obra eminentemente histórica, ante un historiador. Desde esta perspectiva podemos afirmar que Heródoto contribuye a un mejor conocimiento de los inicios del desarrollo científico griego y pone de manifiesto el valor de la experimentación como metodología de conocimiento científico.

En cuanto al debate suscitado sobre la presencia o no de la experimentación en la ciencia griega, no cabe duda de que en las fuentes encontramos ejemplos significativos que demuestran su uso con fines científicos en los inicios del desarrollo científico griego. Testimonios que encontramos no sólo en los tratados y obras de carácter científico, sino también en obras tan significativas como la *Historia* de Heródoto.