

III. ANALYTICA POSTERIORA

Ciencia y metaciencia	71
1. <i>El problema de epistēmē y Aristóteles</i>	71
2. <i>Ciencia y mundo empírico</i>	73
3. <i>La ciencia, el mundo de lo universal</i>	75
4. <i>La generalización empírica</i>	78
5. <i>Las premisas y el “conocimiento con causa”</i>	80
6. <i>Estructura y diversidad de la ciencia</i>	82
7. <i>Epistēmē y meta epistēmē</i>	85
8. <i>Epílogo</i>	85
a. <i>Epistēmē y el paradigma</i>	85
b. <i>Una enigmática laguna</i>	86
c. <i>Racionalidad</i>	86

III

ANALYTICA POSTERIORA¹

CIENCIA Y METACIENCIA

1. El problema de *ἐπιστήμη* y *Αριστοτέλης*

A la actividad de los filósofos (i.e. ‘hombres de ciencia’, hombres cuya dedicación es el conocimiento) los griegos la llamaron *ἐπιστήμη* (‘ciencia’). Igualmente, llamaron *ἐπιστήμη* al resultado de esta actividad: el conjunto de enunciados declarativos, a los que he denominado *a*.² De esta manera, la voz griega *ἐπιστήμη* nombra, tanto al conjunto (o conjuntos) de enunciados *a*, como a la actividad de los hombres que los crean.³ Este es el significado paradigmático de *ἐπιστήμη*.

¹ En la exposición de este tema seguiré, *inter alia*, a Losee, John, *Historical Introduction to the Philosophy of Science*, Oxford, Oxford University Press, 1980; Allan, D. J., *The Philosophy of Aristotle*, Oxford, Oxford University Press, 1978; Barnes, Jonathan, *Aristotle*, Oxford, Oxford University Press, 1982; Cresson, André, *Aristotle. Sa vie, son oeuvre*, París, Presses Universitaires de France, 1963; Greene Marjorie, *Portrait of Aristotle*, Londres, 1953; Jaeger, Werner W., *Aristotle; Fundamentals of the History of his Development*, Oxford, Oxford University Press, 1968; Düring, Ingemar, *Αριστοτέλης. Darstellung und Interpretation seines Denkens*, Heidelberg, Carl Winter Universitätsverlag, 1966. (Existe versión española de Bernabé Navarro: *Αριστοτέλης. Exposición e interpretación de su pensamiento*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 1987); Zagal, Héctor, *Retórica, inducción y ciencia en Αριστοτέλης. La teoría de la epagôgê*, México, Universidad Panamericana, Publicaciones Cruz O., S.A, 1993; Zagal, Héctor y Aguilar Álvarez, Sergio, *Límites de la argumentación ética en Αριστοτέλης*, cit.

² Vid. *supra*: cap. II. *Thales de Mileto vs resto del mundo*.

³ Este tipo de ambigüedad conocida como ‘ambigüedad de proceso-producto’ es muy común en los nombres de oficios o disciplinas. Por un lado, la expresión se refiere a una actividad, a un “proceso” y, por otro, se refiere al resultado, al “producto”, de esa actividad, e.g. ‘música’, ‘pintura’, *et sit cetera*. (Vid.: Nino, Carlos S., *Consideraciones sobre la dogmática*

Como he referido en el capítulo anterior, la ciencia se expande y diversifica notablemente. Su complejidad aumenta, tanto por el incremento de las disciplinas, como por su especificidad. *Ἐπιστήμη* no sólo interesa a los filósofos (al hombre de ciencia). El conocimiento científico, el conocimiento racional se hace presente en la vida social. Pero, ¿qué es realmente *Ἐπιστήμη*? ¿cómo se hace? ¿cómo opera? Éstas eran las preguntas que los individuos se hacían, desde Acagras, en la costa sudoccidental de Sicilia, hasta las ciudades jonias del Asia Menor; desde Apolonia, en el Mar Negro, hasta Naucratis, en el delta del Nilo. Estas, cada vez más frecuentes preguntas, tuvieron una célebre respuesta.

Un poco irreverentemente, voy a asumir (*sit venia historia*) que Aristóteles declara: ‘yo, Aristóteles de Estagira, hijo de Nicómaco, les diré a ustedes qué es *Ἐπιστήμη* y cómo se hace’. Aristóteles emprende, así, la tarea de investigar y describir aquello que los griegos llamaron *Ἐπιστήμη* desde la aparición de la fisiología jonia. Este es el problema que Aristóteles aborda en los *Segundos analíticos* (i.e. *Analytica posteriora*).⁴

Antes de adentrarnos al contenido de los *Segundos analíticos* conviene advertir una peculiaridad del tipo de investigación que Aristóteles aquí realiza. Aristóteles describe lo que hacen *otros* individuos (los hombres de ciencia, e.g. geómetras, matemáticos, astrónomos). Esto es, Aristóteles da cuenta de lo que han hecho (o hacen) *otros*; de cómo esos *otros* lo han hecho (o lo hacen), así como del resultado de su actividad. Los *Segundos analíticos* constituye, por así decirlo, una “crónica” de la actividad de los hombres de ciencia (y de sus productos). La idea de que Aristóteles habla de lo que otros hacen, resulta más claro si recordamos que, básicamente, los *Analytica posteriora* describen lo que

jurídica. Con referencia particular a la dogmática penal; México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, 1989, pp. 10-11) Lo curioso de esta ambigüedad es que cada uno de los dos significados aludidos es una característica definitoria del otro. Cuando se define la actividad, ‘pintura’, por ejemplo, significa: ‘técnicas pictóricas (olio, pastel, acuarela, espátula, *et sit cetera*) que producen sensaciones de volumen, espacio, luz en una superficie’. De ésta manera tenemos que ‘pintura’, en tanto actividad, contiene, entre sus rasgos definitorios, el producto de esa actividad: los “cuadros”. Asimismo, cuando se define el producto, ‘pintura’ significa: ‘imágenes, diseños, dibujos, colores y texturas, plasmados en una superficie, producidos por las “técnicas pictóricas” (conocidas como ‘pintura’, ‘el arte de pintar’)’. Esta correspondencia recíproca de significados permite construir una fácil prueba de identidad, tanto para la actividad como para el producto.

⁴ Si bien la expresión *Segundos analíticos* es más frecuente, voy a utilizar indistintamente estas expresiones.

hacen los geómetras; y bien sabemos que los *Analytica posteriora* no son un manual de geometría ni Aristóteles geómetra. En este trabajo Aristóteles describe cómo es la ciencia, no la hace.⁵

Existe otro dato que explica el contenido de los *Analytica posteriora*. Los hombres de ciencia (*i.e.* los φιλοσοφοί), al hacer ciencia, se limitan a hacerla; se limitan a formular enunciados α ; no informan cómo la hacen. Sin embargo, el uso de enunciados α supone, por un lado, la aceptación de ciertos presupuestos implícitos en los enunciados α , así como de ciertas consecuencias que se siguen de éstos, los cuales (presupuestos y consecuencias) nunca son hechos explícitos por los filósofos. Por otro lado, el uso de enunciados α presupone ciertos procesos, “pasos”, o “movimientos” (μεθοδοί) realizados por los filósofos, para la formulación de los enunciados α , los cuales tampoco son explicados por los filósofos.

Dada la ambigüedad propia de επιστήμη,⁶ Aristóteles tiene que dar cuenta, tanto del discurso de la ciencia (de los enunciados α , de sus presupuestos, así como de todo aquello que se siga lógicamente de aquellos), como de los “pasos”, estrategias y procesos que llevan a cabo los filósofos para formular enunciados α . Aristóteles hace una descripción de lo que ha observado. Cierto, pero su observación lo llevó a tener que “exhumar” buena parte de su explicación.

2. Ciencia y mundo empírico

Las siguientes líneas no pueden ser consideradas como una detallada explicación de la ciencia clásica ni tampoco un análisis completo del más importante trabajo de Aristóteles sobre el tema.⁷ Aristóteles (384-322)⁸ nos dice que para los griegos el conocimiento científico (επιστήμη) es concebido como una progresión que va de la observación de los hechos a los principios generales y, luego, de los principios

⁵ Aunque hay momentos en que Aristóteles traspasa esa línea, básicamente los *Segundos analíticos* es una “crónica”, un “reportaje” que cubre un suceso particular, a saber: el estado que guarda la ciencia griega en el siglo IV a. C.

⁶ Vid. *supra*.

⁷ Los *Analytica Posteriora* constituyen el principal trabajo de Aristóteles sobre el método científico, pero a ellos podemos agregar: *Analytica Priora* (24a 10-25b 37), *Physica* (esp. 184a 10-194b 15), *Meta Physica* (esp. los primeros tres libros: 980a 22-103b 16).

⁸ Aristóteles nació en 384 (a. de C.) en Tracia, al norte de Grecia. Era originario de Estagira, antigua colonia jonia situada en la costa oriental de Calcídica, al norte del Mar

generales regresa a los hechos. El hombre de ciencia observa los hechos y construye (induce) conceptos y principios y, a partir de éstos, deduce enunciados que explican los hechos. Señala Aristóteles

Egeo. No obstante que Estagira estaba bastante alejada de Atenas y que se encontraba bajo control de Macedonia, la ciudad era una ciudad griega en la que se hablaba griego. Su padre, de nombre Nicómaco, pertenecía a la corporación de los asclépiades y era médico personal del rey de Macedonia Amyntas II, padre de Filipo y abuelo de Alejandro. La madre de Aristóteles, de nombre Phaistas, pertenecía a una familia de Calcis en Eubea. El padre de Aristóteles muere cuando éste es aún muy pequeño; poco después, murió su madre. Al morir su padre, Aristóteles quedó bajo el cuidado de Proxenus. De haber vivido su padre, Aristóteles, con toda probabilidad, hubiera sido destinado al estudio de la medicina. Sin embargo, Proxenus hizo arreglos para que continuara su educación en Atenas. Aristóteles se traslada a Atenas a la edad de dieciocho años (alrededor del año 366) para ingresar a la *AKademiá*. La *AKademiá*, fundada por Platón veinte años atrás, impartía una amplia educación con fundamentos matemáticos. La *AKademiá* rivalizaba, entonces, con la escuela de Isócrates (436-338), la cual enseñaba exclusivamente retórica. Aristóteles inmediatamente destaca; pronto colabora en la enseñanza y publica sus primeros trabajos sobre retórica. A la muerte de Platón (348), Speusippo, sobrino y heredero de éste, devino jefe de la escuela. Aristóteles deja la *AKademiá* y, en compañía de su condiscípulo Xenócrates de Calcedonia (?-314), se marcha a Assos, en Troade, donde, bajo la protección de Herminias de Aterne (?-c 339), Aristóteles asume su papel de jefe de escuela.

Al cabo de dos o tres años, Aristóteles establece su escuela en Mitelene, en Lesbos. Ahí habría de residir no más de dos años porque en 343, cinco años después de haber dejado Atenas, fue llamado por Filipo, rey de Macedonia, para ser preceptor de su hijo Alejandro. Aristóteles partió a Macedonia acompañado de Teofrasto de Ereso (c 372-c 287) quien, a la postre, sería su sucesor. Durante su estancia en Macedonia, Aristóteles tuvo conocimiento de la muerte de Herminias a manos de los persas. Pythias (hermana menor o sobrina de Herminias) fue a refugiarse a Macedonia; poco después devino la esposa de Aristóteles. Pythias muere pronto, después de darle una hija del mismo nombre. A la muerte de Pythias, Aristóteles se casó con Herpyllis, originaria de Estagira, quien le da un hijo: Nicómaco, el cual murió joven, poco después de que Aristóteles compusiera la *Ethica*, obra que le había dedicado. Es muy difícil establecer la verdad sobre las relaciones de Aristóteles con Alejandro. Sin duda, las funciones de Aristóteles como preceptor debieron de haber terminado cuando Alejandro accede al trono (336), si no es que antes. Aristóteles, liberado de sus obligaciones en Macedonia, regresa a Atenas (335). En sus años de ausencia el progreso de su pensamiento contemplaba investigaciones que no cabían dentro de la filosofía de la *AKademiá*. Aristóteles, no obstante su amistad con Xenócrates (entonces a la cabeza de la escuela), no podía reasumir su lugar como otro miembro más. Aristóteles, en consecuencia, funda, probablemente con ayuda financiera de Macedonia, una nueva escuela en un gimnasio, la cual se conocería como *Lukeion* (L. *Lyceum*, nombre derivado de *Lukeiov*, epíteto de Apolo) o como *peripátoiv* (andador cubierto, que rodeaba el bosque). Al miembro de la escuela se le conoció como *peripathtikov*. (La idea de que se llamaba así porque Aristóteles caminaba mientras enseñaba, se encuentra ampliamente desacreditada). Durante doce años Aristóteles, a la cabeza del *Lukeion*, enseña, investiga, reúne libros y material científico. A la muerte de Alejandro, en el año 323, Aristóteles y el *Lukeion* se ven amenazados por el partido antimacedónico. Para escapar a una segunda acusación de impiedad (con la que los atenienses habían una vez condenado a Sócrates). Aristóteles se refugia en Calcis, patria de su madre, donde habría de morir al año siguiente, a la edad de sesenta y tres años. (Vid.: Allan, D. J., *The Philosophy of Aristotle*, cit., Barnes Jonathan, *Aristotle*, cit., Brun, Jean, *Aristotle et le Lycée*, París, Presses Universitaires de France, 1965; Cresson,

que el conocimiento científico comienza con la determinación de que cierto hecho existe o de que ciertas propiedades coexisten.⁹

El mundo es real; es un mundo empírico. La realidad (*i.e.* *empeiria*), es el mundo común a todos. El uso de enunciados *a* presupone el principio de la “comunidad de lo real”, el cual establece que el mundo que existe (*i.e.* la *empeiria*) es aquel que es *el mismo para todos*.¹⁰

¿Qué entidades pertenecen al (conjunto) mundo? Los hombres de ciencia (quienes presuponen la existencia del mundo) dejan entrever la regla de formación de este “conjunto”: pertenecen al conjunto “mundo” todas las entidades que pueden ser medidas por magnitudes matemáticas. Basta observar los objetos de la geometría, de la mecánica, en fin, de la ciencia, para comprobarlo; todos son medidos por magnitudes matemáticas (*e.g.* duración, peso, volumen, densidad, *et sit cetera*). Pero, si esto es así, entonces, las entidades que pertenecen al mundo tienen una dimensión que les es propia, exclusiva. De aquí se sigue una importante consecuencia que subraya Aristóteles: si las entidades que pertenecen al mundo poseen una dimensión exclusiva, entonces, las entidades que pertenecen al mundo son *entidades, singulares (particulares) distintas y separadas*. El mundo está compuesto sólo por entidades singulares.

3. La ciencia, el mundo de lo universal

Decía que los filósofos no dan cuenta de lo que hacen, sólo lo hacen. Por ello, Aristóteles precisa hacer explícitos algunos de sus “movimientos”. Así por ejemplo, cuando los filósofos formulan enunciados *a*, en realidad no dicen sólo *a*, sino dicen: ‘para todo *a*’ (en los sucesivo ‘(a) *a*’, donde ‘(a)’ indica el cuantificador universal). Pensemos en el enunciado que el propio Aristóteles refiere: ‘La suma de los

André, *Aristotle sa vie, son oeuvre, cit.*; Diógenes Laercio, 5.1.35; Düring I., *Aristotle and The Ancient Biographical Tradition*, Goeteberg, 1957; Greene, Majoire, *Portrait of Aristotle, cit.*, Hornblower, Simon, G. y Spowforth, Antony. *The Oxford Classical Dictionary, cit.*, Jaeger, W. W., *Aristotle. Fundamental of the History of the Development, cit.*, Ross, W. D., *Aristotle*, Londres, 1949; etcétera).

⁹ Aristóteles insiste de que en la ciencia se asume la existencia de un conocimiento preexistente. (*Vid.*: *Anal. Post.*, 71a 71b 8, en *Aristotle. Posterior Analytics. Topica*, trad. de Hugh Tredennick, Cambridge, Mass. Harvard University Press, 1966. (Loeb Classical Library, 391).

¹⁰ Sobre el principio de comunidad de lo real, *vid. supra*: capítulo I. *Thales de Mileto vs. resto del mundo*.

ángulos interiores de un triángulo es igual a dos ángulos rectos'. En realidad, lo que se afirma es: 'para *todo* triángulo, la suma de sus ángulos interiores es igual a dos ángulos rectos'; esto es, para todo triángulo posible. En ese mismo sentido tendríamos que proceder con todos los enunciados *a*. Así, el Teorema de Pitágoras tendría que formularse en un enunciado precedido por el cuantificador universal: 'En *todo* triángulo rectángulo, el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma del cuadrado de los otros dos lados'.¹¹ La ciencia, consecuentemente, se compone sólo de enunciados universales.

Dice Aristóteles que "sólo hay ciencia de lo universal", pero aquí surge un conflicto o al menos una paradoja. Por un lado tenemos que el mundo se compone de seres singulares y, por el otro, que la ciencia se compone de enunciados universales. La pregunta es obvia: ¿cómo pueden los enunciados universales explicar el mundo, compuesto únicamente de entidades singulares? En el mundo no existen universales. La respuesta la da Aristóteles al hacer explícito otro "movimiento" de los filósofos, en este caso el célebre mecanismo de $\epsilon\beta\alpha\gamma\omega\gamma\eta$ / $E\beta\alpha\gamma\omega\gamma\eta$ es un término complicado de traducir.¹² Quizás sea más fácil entender su alcance observando a qué "movimientos" de los filósofos se aplica.

Pensemos en una breve descripción gráfica. El mundo puede ser representado como un conjunto de entidades singulares (todas con su dimensión exclusiva):¹³

$$M = \{ x, \dots \}$$

Las entidades del mundo, ciertamente, son entes singulares. Pero el hecho de que los entes del mundo sean singulares no impide que éstos compartan características comunes. Supongamos que en el conjunto mundo (*empeiria*) existen entes que comparten la cualidad *P*:

$$M = \{ x, xP, x, xP, xP, x, x, xP, x, xP, x, \dots \}$$

¹¹ *vid.*: Proclus *Commentary on Euclid, cit.*, 426-9 (*Vid.*: Barnes, Jonathan [ed.], *Early Greek Philosophy, cit.*, p. 210).

¹² El verbo griego $\epsilon\beta\alpha\gamma\omega$ significa: *to bring on* ('transportar', 'hacer pasar'), *to bring upon* ('exponer'), *to bring in* ('introducir'), *to supply* ('proporcionar', 'suministrar'), *to bring forward* ('impulsar', 'llevar adelante'), etc. De ahí que $\epsilon\beta\alpha\gamma\omega\gamma\eta$ se entienda como a *bringing in, supplying, introduction, drawing on*, etc. ('introducción', 'intercalamiento', 'construcción'). (Liddell, H.G. and Scott, *Greek-English Lexicon, cit.*, p. 278).

¹³ *Vid. supra*: capítulo I. *Thales de Mileto vs. resto del mundo*.

De este modo tenemos que en este mundo existen entes que compartan la cualidad P y otros no. Pues bien, lo que la ciencia describe no son singulares, sino *clases de cosas*. En realidad, la ciencia se ocupa de subconjuntos del mundo; en el caso, del conjunto de todos los entes del mundo que tengan la cualidad P :

$$\{x: xP\}$$

¡No hay ciencia de lo singular! ¡No hay ciencia de la lombriz pálida que la madrugada del jueves horadó la tierra de la maceta roja de la terraza del ala sur...! No, no hay ciencia de lo singular. ¡Hay ciencia de los anélidos! suponiendo que ' P ' sea: 'animal, invertebrado de cuerpo segmentado y sangre roja...'. Hay ciencia de los nematelmintos; en fin, hay ciencia de *clases de cosas*.

Supongamos que ' P ' es la cualidad de ser figura plana cerrada por tres líneas rectas cuyos ángulos interiores suman dos ángulos rectos. Si esto es así, entonces, la ciencia, *i.e.* la geometría, describe "el triángulo". Pero, ahora hay que tener en cuenta que 'triángulo' no designa una cosa. 'Triángulo' es un nombre, el nombre que nombra una *clase de cosas*, a saber: el conjunto de todas las entidades que satisfacen la regla de formación del conjunto (figura plana cerrada por tres líneas rectas cuyos ángulos interiores sumen dos ángulos rectos). Así son los demás conceptos geométricos ('círculo', 'tangente', 'parábola'); así son los de la mecánica, al igual que los de la astronomía. Pero, así también lo son los nombres comunes; son nombres de clases de cosas, por lo que 'pulpo', por ejemplo, no sería una cosa, sino el nombre que designa el conjunto de todas las entidades que satisfacen la regla de formación: 'animal, marino, molusco, cefalópodo, octópodo'. Como quiera que sea, este "paso" se realiza a través de $\epsilon\theta\alpha\gamma\omega\eta$

Si su dimensión (su mensura en magnitudes matemáticas) es lo que hace que un singular sea un singular, el hecho de compartir propiedades comunes lo convierte en miembro de una clase. Es así como Aristóteles resuelve el paso, aparentemente enigmático de cómo es posible para la ciencia, pertrechada sólo de herramientas generales, definiciones ($\omicron\beta\omicron\iota$), tesis ($\gamma\epsilon\theta\epsilon\lambda\eta\gamma$), conceptos ($\omicron\theta\eta\sigma\mu\omicron\iota$) e, incluso los (primeros) principios ($\alpha\theta\lambda\alpha\iota$), describir el mundo compuesto únicamente de entidades singulares y separadas. Aristóteles, nos muestra que lo que la ciencia realmente hace consiste en describir *clases de cosas*.

4. La generalización empírica

$\epsilon\beta\alpha\gamma\omega\eta$ /no cancela la observación empírica. Por el contrario, una clase es construida sólo sobre la base de enunciados empíricos (existenciales). La clase se construye a partir de propiedades empíricas compartidas, que no dejan de ser empíricas. El dato empírico es indispensable para que el resultado de $\epsilon\beta\alpha\gamma\omega\eta$ /sea igualmente empírico.

La “clase” es construida $\epsilon\beta\alpha\gamma\omega\eta$ /para partir de enunciados empíricos. Aristóteles distingue dos tipos de $\epsilon\beta\alpha\gamma\omega\eta$ /. Ambas comparten la característica de “pasar” de enunciados singulares a enunciados generales. La más importante, sin duda, es conocida como ‘generalización empírica’. Aristóteles claramente señala que el mecanismo que lleva a la “generalización” de una clase es obtenida de datos empíricos. La generalización empírica consiste en una simple enumeración en la cual los enunciados sobre (cosas) singulares son tomados como base de una “generalización” sobre una especie de la cual estos singulares devienen miembros.¹⁴ El “movimiento” es simple. La revisión de instancias (no necesariamente en gran número) en las que un atributo aparece común a ellas, nos lleva a proponer un enunciado general que asumimos válido para los casos aún no examinados.¹⁵

Obsérvese el siguiente ejemplo. Pensemos en un típico argumento por simple enumeración donde ‘ x ’ es la variable que cubre cualquier cuervo y ‘ P ’ la propiedad de ser negro:

x_1 es P
 x_2 es P
 x_3 es P
 x_4 es P
 x_5 es P

...

\therefore Todo x es P

Que P sea compartida por varias instancias de singulares empíricamente verificados (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) conduce a los hombres de ciencia a proponer un enunciado general. Este enunciado es válido para las

¹⁴ En un argumento inductivo de simple enumeración las premisas y la conclusión contienen los mismo términos descriptivos. (Cf.: Losee, John. *Historical Introduction to the Philosophy of Science*, cit., p. 7).

¹⁵ Cf.: Allan, D.J. *The Philosophy of Aristotle*, cit., p. 8

instancias de las que proviene (*ergo*, empíricamente válido), pero, válido también, para los casos que no examinamos (los muchos cuervos no contabilizados). Esto nos lleva a una consecuencia importante. Aristóteles nos enseña que los enunciados generales, los cuales afirman un predicado sobre un concepto clase es un enunciado empíricamente verdadero porque la generalización es simplemente la extensión de enunciados singulares que son empíricamente verdaderos. Ciertamente, el enunciado ‘todos los cuervos son negros’ es empíricamente verdadero, porque todos los cuervos vistos hasta hoy han probado (empíricamente) ser negros. En cuanto a la objeción de que ‘no todos los cuervos han sido contabilizados’ simplemente se invierte la carga de la prueba: el enunciado ‘todos los cuervos son negros’ es lógicamente verdadero mientras alguien no presente un cuervo no negro’. De esta manera tenemos que los enunciados establecidos por generalización empírica son enunciados (empíricamente) verdaderos porque todas las instancias singulares que sirvieron para su construcción son empíricamente verdaderas, y, además, es lógicamente verdadero mientras no pueda ser contradicho (vencido) por un enunciado empíricamente verdadero (*i.e.* por un contraejemplo asociado). Esta situación proporciona a los conceptos de la ciencia peso y solidez, además, como más adelante mostraré, garantiza la ulterior construcción de la ciencia.

De lo anteriormente mencionado resulta que entre los enunciados *a* y los singulares del mundo se puede intercalar un mundo intermedio: las *clases de cosas*. Algo más o menos así:

$$\begin{aligned} & \{ a, a, a, a, a, a, a, a, a, a \} \\ & \{ x: xP \} \\ & \{ x, x, x, x, x, x, x, x, x, x \} \end{aligned}$$

El segundo tipo de inducción que refiere Aristóteles es una intuición directa de los principios generales. Esta inducción intuitiva es una cuestión de comprensión, de penetración; es una aptitud especial para ver lo que es esencial en los datos de la experiencia sensible.¹⁶ Como quiera que sea, los enunciados generales alcanzados por cualquier

¹⁶ A este respecto Aristóteles expresamente dice:

Una rápida perspicacia es la facultad de dar con el término medio de forma instantánea. Esto podría ejemplificarse con un hombre que vio que la Luna siempre tiene su lado

tipo de $\epsilon\beta\alpha\gamma\omega\eta\theta$ (inducción) son usados como premisas para la obtención de otros enunciados.

5. Las premisas y el “conocimiento con causa”

Ahora bien, los enunciados universales establecidos por “generalización” habrán de servir como premisas para la deducción de enunciados sobre los “singulares”. A este respecto Aristóteles realiza una importante observación: Los enunciados que pueden funcionar como premisas y conclusiones de argumentos deductivos de la ciencia son sólo aquellos que afirman que una clase está, o no, incluida en otra.¹⁷

Los enunciados universales afirmativos, señala Aristóteles, son los más importantes de los enunciados de la ciencia. Una explicación científica apropiada se construye con enunciados de este tipo. Por ello Aristóteles considera que la “primera figura” (*i.e.* el silogismo Barbara) constituye el paradigma de la demostración científica.¹⁸

Con independencia de las cosas que las premisas nombren, la conclusión se sigue de manera necesaria. Esto es así porque el silogismo es “un discurso en el que, ciertas cosas habiendo sido establecidas, alguna otra... se sigue por necesidad”.¹⁹ Sobre el particular observa John Losee que uno de los logros de Aristóteles fue, precisamente, insistir en que la validez de un argumento en la ciencia es determinado únicamente por la relación entre premisas y conclusiones.²⁰ Y observa que con la aplicación del paso deductivo, el científico ha avanzado de la mera detección de un hecho al entendimiento de por qué este hecho es como es.

luminoso volteando hacia el Sol y rápidamente penetró la causa de ello, a saber que ella toma prestada su luz del Sol. (*Anal. Post.*, 89b 10- 20).

¹⁷ (*Cf.*: *Historical Introduction to the Philosophy of Science*, *cit.*, p. 8).

¹⁸ Aristóteles expresamente señala:

De todas las figuras la más científica es la primera. Esta forma es el vehículo de la demostración de todas las ciencias matemáticas, tales como aritmética, geometría y óptica y, prácticamente de todas las ciencias que investigan causas... es claro, por tanto, que la primera figura sea la condición primaria del conocimiento (*Anal. Post.*, 79a 17-20 y 32).

¹⁹ *Anal. Prior.*, 24b 19-20. El razonamiento —insiste Aristóteles— es un argumento en el que habiendo establecido ciertas cosas, cierta otra, a través de ellas, se deriva necesariamente. Es una demostración cuando las premisas de las que el razonamiento parte son verdaderas y primarias (*Topica*, 100a 25-29, en *Aristotle. Posterior Analytics. Topica*, trad. de E.S. Forster, *cit.*

²⁰ *Cf.*: Losee, John, *Historical Introduction to the Philosophy of Science*, *cit.*, p. 9.

El conocimiento racional (*i.e.* el proporcionado por la ciencia) difiere del dato obtenido por la práctica, en que el conocimiento científico incluye el conocimiento de *la causa*. Los que han aprendido por la práctica –dice Aristóteles– saben lo que se debe hacer; pero no saben por qué. El hombre de ciencia, por el contrario, conoce el por qué y la causa.²¹

De esta manera tenemos que el conocimiento científico, propiamente hablando, se logra cuando los enunciados sobre los hechos (o propiedades) son “deducidos” de los principios (*i.e.* los enunciados generales alcanzados mediante). La ciencia es un proceso que va del “conocimiento de los hechos” (*i.e.* de la *empeiria*) al “conocimiento de la causa de los hechos”.²²

Como señalé al hablar de la generalización empírica, las premisas de una explicación científica deben ser verdaderas.²³ Pero, además de verdaderas deben de ser necesarias. Aristóteles señala:

Si, por tanto, el conocimiento demostrativo ($\eta\alpha\rho\delta\epsilon\iota\kappa\tau\iota\kappa\eta\epsilon\pi\iota\sigma\tau\eta\mu\eta$) proviene de (primeros) principios necesarios (porque aquello que conocemos no puede ser posible de otra manera)... es evidente que las premisas de las que son obtenidos los silogismos demostrativos tendrán esta naturaleza.²⁴

La exigencia de que las premisas sean verdaderas es uno de los requerimientos extralógicos que Aristóteles impone a las premisas de la demostración científica. A este respecto Aristóteles dice:

²¹ Cf.: *Meta.phy.*, 981a 28-30.

²² Aristóteles dice: “Suponemos tener... conocimiento científico de una cosa... cuando pensamos que conocemos la causa de la que el hecho depende, como la causa de tal hecho y no de otro y, más aún, de forma que el hecho no podría ser otro del que es.(Cf.: *Anal. Post.*, 71b 9-11). El arte [*i.e.*, la ciencia] nace cuando, de una multitud de nociones tomadas de la experiencia, se obtiene un solo juicio universal. Puesto que juzgar que cuando Callias estaba enfermo de cierta enfermedad, esto le hizo bien y, similarmente a Sócrates y en muchos casos individuales, es una cuestión de experiencia; pero juzgar que le ha hecho bien a todas las personas de cierta constitución, miembros de una clase, cuando estaban enfermos de esa enfermedad *e.g.* biliosos esto es una cuestión de ciencia (Cf.: *Meta.*, 981a 712). En la transcripción de este pasaje sigo la versión en inglés de Hugh Tredennick (*Meta physica*, en *Aristotle XVII* y *XVIII*, Cambridge, Mass. Harvard University Press, 1969 (Loeb Classical Library).

²³ Son empíricamente verdaderos y lógicamente verdaderos. (*Vid. supra*).

²⁴ *Anal. Post.*, 74b 5-10. (En cuanto a la transcripción, uso la versión en inglés de Hugh Tredennick, en *Aristotle, Posterior Analytics, Topica, cit.*, pp. 53-55.).

... si el conocimiento es tal y como hemos asumido, el conocimiento demostrativo ($\alpha\theta\omicron\delta\epsilon\iota\kappa\tau\iota\chi\eta\ \epsilon\pi\iota\sigma\tau\eta\mu\epsilon\upsilon$) tiene que proceder de premisas que sean verdaderas, primarias, inmediatas, mejor conocidas que y previas a la conclusión.²⁵

Si estas condiciones no son satisfechas, los principios, dice Aristóteles, no serán apropiadas para las conclusiones. Es cierto que puede haber silogismos en que no concurren estas condiciones, pero tales silogismos, sostiene Aristóteles, no son productores de conocimiento científico.²⁶

Siguiendo con las características de los principios, Aristóteles señala que las premisas tienen que ser primarias e indemostrables.²⁷ La existencia en la ciencia de algunos principios indemostrables es necesaria para evitar un *regressus ad infinitum*. Por tanto, en la ciencia, apunta John Losee, no todo conocimiento es susceptible de prueba.²⁸

Aristóteles insiste que en la ciencia, las premisas tienen que ser la causa de la conclusión, porque poseemos conocimiento de una cosa sólo cuando conocemos su causa.²⁹ De acuerdo con John Losee éste es el más importante de los requerimientos que refiere Aristóteles.³⁰

6. Estructura y diversidad de la ciencia

Aristóteles, aunque impresionado por el poder de la axiomatización; no participaba de la optimista opinión de que todo el conocimiento

²⁵ *Anal. Post.*, 71b 20-23. (En cuanto a la transcripción, uso la versión en inglés de Hugh Tredennick, en *Aristotle, Posterior Analytics, Topica, cit.*, pp. 30 y 31.).

²⁶ *Cf.*: *Anal. Post.*, 71b 22-24.

²⁷ *Anal. Post.*, 71b 26. Aristóteles explica este requerimiento así:

Al decir que las premisas tienen que ser primarias, quiero indicar que tienen que ser las verdades fundamentales apropiadas, puesto que yo identifico premisas primarias y verdades fundamentales. Una verdad fundamental en una demostración es una proposición inmediata. Proposición inmediata es aquella que no tiene ninguna otra proposición que le preceda (*Anal. Post.*, 72a 68). No todo conocimiento es demostrable..., el conocimiento de las premisas inmediatas es independiente de demostración. La necesidad de esto es obvia, puesto que tenemos que conocer las premisas previas, de las cuales la demostración es obtenida y puesto que el *regressus* tiene que terminar en verdades inmediatas, dichas verdades tienen que ser indemostrables (*Anal. Post.*, 72b 18-23).

²⁸ *Historical Introduction to the Philosophy of Science*, cit. p. 10.

²⁹ *Anal. Post.*, 71b 29-30.

³⁰ *Cf.*: *Historical Introduction to the Philosophy of Science*, cit., p. 10. Aristóteles admite la posibilidad de silogismos con premisas verdaderas que no establecen, sin embargo, la

científico (ἐπιστήμη) pudiera estar fundamentado en un solo conjunto de axiomas. Aristóteles estaba más bien impresionado por la manifiesta diferencia entre las ciencias. Aunque todas siguen un mismo esquema y el mismo proceso general, matemáticos, astrónomos, físicos y geómetras trabajan en diferentes dominios, explican diferentes objetos y obtienen y aplican diferentes principios.³¹ Para Aristóteles, consecuentemente, cada ciencia tiene sus propios géneros y predicados y, por tanto, en la demostración no podemos pasar de un género a otro, “no podemos, por ejemplo, probar —afirma Aristóteles— verdades geométricas por la aritmética”. En el mismo lugar agrega:

La demostración aritmética y las otras ciencias por igual poseen, cada una de ellas, sus propios géneros, de tal manera que si la demostración ha de pasar de una esfera a otra, el género tiene que ser o bien absoluto o, en algún sentido, el mismo. Si no es así, la transferencia es claramente imposible... Es por ello que no se puede probar por la geometría que... el producto de dos cubos es un cubo. Tampoco un teorema de cualquier ciencia puede ser demostrado por los medios de otra ciencia...³²

Aristóteles observa que una ciencia individual constituye un conjunto de enunciados deductivamente organizados. En el más alto nivel de generalidad se encuentran premisas últimas. Estas últimas premisas son de dos tipos. Primero se encuentran los axiomas (ἀξιώματα, koinai koinai, ἀρχαί) dentro de los cuales Aristóteles coloca no sólo los principios universales como la no contradicción y el terso exclusivo, sino principios (como ‘réstense iguales de iguales y se obtendrán iguales’).³³ Éstos son principios aplicables a todo argumento deductivo (*ergo*, a toda ciencia).³⁴

En segundo lugar en el nivel más alto de generalidad se encuentran las *qeseij*, (principios y definiciones de cada ciencia particular). Estos principios pueden ser *uqeseij*, principios asumen que los objetos de la ciencia existen, *ofoi*, definiciones, *o'is moi*, definiciones nominales de términos técnicos.³⁵ Los primeros principios de

causa del predicado atribuido en la conclusión. (Véase el ejemplo del muro en: *Anal. Post.*, 78b 16-29).

³¹ Vid.: Barnes, Jonathan, *Aristotle, cit.*, p. 23.

³² Cf.: *Anal. Post.*, 75a 38-39 y 75b 6-15.

³³ Vid. Tredennick, Hugh. “Introduction”, en *Aristotle. Posterior Analytics. Topica*, trad. de Hugh Tredennick, Cambridge, Mass. Harvard University Press, 1966. (Loeb Classical Library. 391), p. 6.

³⁴ Cf.: *Anal. Post.*, 76a 38-6b 2.

³⁵ Vid. Tredennick, Hugh. “Introduction”, *cit.*, p. 6.

cada ciencia no son susceptibles de deducción de otros principios más fundamentales: son los enunciados más generales que se pueden hacer de los predicados propios a cada ciencia. Como tales, estos principios constituyen el punto de partida de toda demostración.³⁶

En todo lo anterior podemos ver que Aristóteles encuentra que el conocimiento científico (aunque con sólida estructura) es un proceso, una sucesión de “movimientos” que realizan los científicos. Se comienza por acumular experiencias (*empeiria*) por las que se recoge lo que ha sido repetidamente observado. De la etapa de la experiencia se pasa a la etapa de la ciencia, al encontrar el elemento común en los casos particulares observados.³⁷ El paso clave en la transición de la experiencia a la ciencia lo constituye *επαγωγη*, procedimiento mediante el cual se inicia la construcción de clases a partir de la detección del elemento común que une los casos particulares, así hasta los primeros principios.³⁸ Cuando los primeros principios de la ciencia han sido descubiertos, éstos tiene que ser formulados en proposiciones. Los principios básicos en las ciencias son *υποθεσις*, (hipótesis), *αξιωματα* (axiomas) y *οβοι* (definiciones).³⁹

Estos elementos fundamentales proveen a la ciencia de sus mínimos presupuestos. Sólo cuando este primer paso en la construcción de la ciencia ha sido completado, es decir, cuando los principios fundamentales han sido descubiertos y establecidos en proposiciones, entonces la deducción es posible.

Finalmente, la ciencia tiene que presentarse sistemáticamente y, así, los materiales obtenidos en estos dos procesos (establecimiento de principios y deducción de enunciados) tienen que ser organizados de acuerdo a su género y especie.⁴⁰ Existe así, desde la aparición de los Segundos analíticos, la compartida opinión de que la estructura de la

³⁶ Cf.: Losee, John, *Historical Introduction to the Philosophy of Science*, cit., p. 12.

³⁷ Cf.: *Anal. Post.*, 100a-110b 1.

³⁸ Cf.: *Topica*, 105a 13-16.

³⁹ Para Aristóteles un axioma es una “tesis” que constituye una verdad fundamental (*i.e.*, principio) que no es susceptible de ser probado (Cf.: *Anal. Post.*, 72a 14-17). “Le llamo axioma dice Aristóteles porque existen tales verdades...” (*Anal. Post.*, 72a 17). A continuación dice: “Si una tesis asume una o la otra parte de un enunciado, *i.e.*, afirma la existencia o no existencia del sujeto, es una hipótesis” (*Anal. Post.*, 72a 19-20). La definición es también una tesis, en que se establece algo (Cf.: *Anal. Post.*, 72a 21). Sin embargo, “la definición— dice Aristóteles— no es una hipótesis, puesto que definir algo no es lo mismo que asumir existencial (*Anal. Post.*, 72a 23-24).

⁴⁰ Cf.: *Top.*, 120b 12-128b 10.

ciencia se debía al hecho de ser un sistema deductivo de enunciados. Aristóteles, como señalé, concibe la demostración científica como una deducción de conclusiones a partir de los principios fundamentales.

7. *Eπιστήμη* y *meta επιστήμη*

Al inicio de este capítulo insistí en el hecho de que Aristóteles no hace ciencia (*επιστήμη*) sino que habla de ella. Al respecto es importante establecer un claro deslinde entre el discurso de la ciencia (*i.e.* el conjunto de los enunciados α) y el discurso que habla de ella (*i.e.* el discurso de los *Segundos analíticos*). Para hablar de la ciencia Aristóteles hace uso de enunciados cuyo objeto es un lenguaje (un conjunto de enunciados, *i.e.* los enunciados α). Esta situación podría representarse fácilmente así:

$$\begin{aligned} \text{Meta } E &= \{ a, a \} \\ E &= \{ \alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha \} \\ M &= \{ x, x, x, x, x, x, x, x, x, x \} \end{aligned}$$

Sobre la estructura de la ciencia y la forma en que sus resultados son sistematizados y expuestos, podría decirse que la actividad científica no siempre corresponde al esquema que observa Aristóteles en los *Analytica posteriora*. Sobre este particular señala Jonathan Barnes que el sistema de Aristóteles es más bien el esquema de una ciencia terminada y completa. Los *Analytica posteriora* no describen la actividad de un investigador científico, *in opera*, sino más bien la forma en la cual sus resultados tienen que ser sistemáticamente organizados y expuestos.⁴¹

8. Epílogo

a. *Eπιστήμη* y el paradigma

En los anteriores párrafos creo haber mostrado que los *Analytica posteriora* básicamente son la descripción de los procesos, (“movimientos” y estrategias usados por los φιλοσοφοί). Durante esta exposición he insistido en el hecho de que los *Analytica posteriora* son, en gran

⁴¹ Vid.: Aristotle, *cit.*, p. 38.

medida una “crónica” del nivel alcanzado por ἐπιστήμη en el siglo IV a C. Aristóteles da cuenta lo que los geómetras, matemáticos y otros hombres de ciencia (φιλοσοφοί) hacen. En los *Analytica posteriora* Aristóteles no hace ciencia; la describe. Sin embargo, no obstante el contenido de los *Analytica posteriora* y con independencia de las intenciones de Aristóteles, sea por el prestigio del autor, por el impacto de la obra o, por cualquier otra razón, el caso es que Aristóteles lega a la posteridad un “modelo” de cómo hacer ciencia. Los *Analytica posteriora* se convierten, así, en un paradigma. La regla anankástica reza así: ‘quieres convertir algo en ciencia, constrúyelo de conformidad con los Segundos analíticos’. Ésta fue la idea que heredaron los romanos.

b. Una enigmática laguna

Prácticamente todo lo importante en el mundo de la cultura ha sido una invención griega. Lo griegos inventaron la geometría, la física, la lógica, la retórica, la poesía, el teatro, la historia, la ética, la ciencia política y muchas otras cosas. Pero, ¿si los griegos inventaron prácticamente todas las disciplinas de la cultura occidental, cómo es que no crearon una específica ciencia dedicada a describir δίκαιον (i.e. el derecho)? ¿Cómo es que falta una ciencia del derecho en la enciclopedia del conocimiento griego? Nadie ha podido explicar satisfactoriamente esta laguna; pero es el caso que los griegos no tuvieron una ciencia del derecho. Por extraño como pueda ser, no hubo juristas entre los griegos. Esta tarea la historia la habría de asignar a Roma.

c. Racionalidad

En el exordio de este trabajo preguntaba: ‘¿A qué llamamos ‘racional’?’ y ‘¿a qué llamamos ‘irracional’?’ Inquería, además, por las condiciones que gobiernan el uso de estas expresiones. Al respecto señalé, lacónicamente, que los significados originarios de estas expresiones se encontraban en la Antigua Grecia.

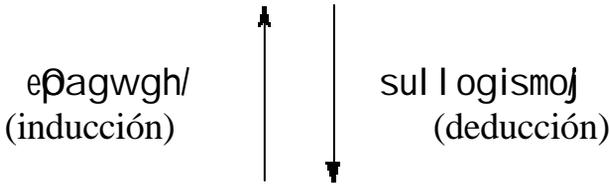
Emprendí su búsqueda con la idea de que muchos de los complejos problemas de la cultura y de la ciencia contemporáneas son mejor entendidos cuando se estudian en el momento que surgen. Como detalladamente referí, las expresiones ‘razón’, ‘racional’ y otras relacionadas nacen a la par que la ciencia griega. ‘Razón’ (λογος) y ‘ciencia’

(ἐπιστήμη) son palabras cuyos significados están estrechamente unidos. Observé que de ahí proviene el marcado antagonismo entre ciencia y creencias, viejo enfrentamiento entre la objetividad del λόγος, inmanente a ἐπιστήμη y el impenetrable πάθος de las creencias (δόξαι). Razón y emoción se separan con el advenimiento de la ciencia (ἐπιστήμη).

Indiqué que en la formación del paradigma (παράδειγμα) de la racionalidad se presentan varios momentos, todos importantes. Primeramente y fundamental, la aparición de la ciencia (ἐπιστήμη) con la irrupción de Thales de Mileto. El surgimiento de la ciencia fue acompañado de un claro deslinde entre el mundo de la razón (el mundo de la ciencia, ahí donde caben operaciones intelectivas) y las creencias (δόξαι). La irrupción de los enunciados a trajeron como consecuencia una nueva concepción del mundo: el mundo inteligible.

Además de la ciencia jonia, se presentaron otros factores que hicieron posible que ἐπιστήμη se convirtiera, precisamante, en el paradigma de la racionalidad. Estos factores son dos. Primeramente, el humanismo sofístico y la expansión de la ciencia hasta la aparición de la ciencias de la οἰκουμένη (la tierra habitada), a saber: la historia (ἱστορία), ética (ταῦτα ἠθικά) y la ciencia política (ἡ πολιτική, τα πολιτικά). El hombre dejó de ser creatura y se convirtió en creador de su destino. El hombre griego adopta la divisa de Protágoras. El otro factor es el impacto y la difusión de los *Segundos analíticos* (*Analytica posteriora*), magistral trabajo de Aristóteles donde describe qué cosa es y cómo se hace ἐπιστήμη. Los *Segundos analíticos* son el vehículo de mayor expansión de la ciencia griega (o, simplemente, de la ciencia). El plan arquitectónico de la “racionalidad” (i.e. de ἐπιστήμη) se encuentra prácticamente inscrito en los *Segundos analíticos*. Con los *Segundos analíticos* la racionalidad se “materializa”, adquiere una específica fisonomía, tiene nombres, conceptos, procesos. El paradigma de la racionalidad ahora se presenta en un texto, con esta estructura:

Primeros principios
υποθέσειj , (hipótesis),
ἀξιωματά (axiomas) y οβεί (definiciones)



$x, x, x, x, x, x, x, x, x, x$

HECHOS
(singulares observados)