

Algunas Notas Metodológicas sobre los Experimentos de Van Helmont

por

Steffen Ducheyne

I. Introducción.

Johannes Baptista Van Helmont (1579-1644) realizó numerosos experimentos, o *experimenta mechanica*, para sostener sus proposiciones sobre los fenómenos visibles en la naturaleza. Tanto es así que su práctica ha venido siendo etiquetada como “cuantitativa” y “controlada”¹. Robert Halleux ha declarado que podemos ver en la obra de Van Helmont: “...las primeras tendencias de un método de investigación fundado en experimentos organizados y demostrados”². William R. Newman y Lawrence M. Principe, reconocidos investigadores de la historia de la alquimia, nos han ayudado recientemente a comprender la praxis experimental de Van Helmont poniendo de manifiesto que utilizaba la ciencia matemática tanto como un químico moderno³.

En este ensayo analizaré y comentaré cuatro experimentos significativos de la obra de Van Helmont:

- (1) el experimento con el termoscopio,
- (2) el experimento de la transmutación,
- (3) el experimento con hielo, y
- (4) su célebre experimento con un sauce.

La mayoría de los datos aquí considerados proceden de su obra *Ortus Medicinæ* (1648), no obstante, cuando ha sido necesario, he consultado también el tratado

¹ W.H. BROCK (1991), *The Fontana History of Chemistry*, Fontana, Glasgow, pp. 50-51.

² R. HALLEUX (1988), “Theory and Experiment in the Early Writings of Johan Baptist Van Helmont”, en: D. Batens y J. P. Van Bendegem (eds.), *Theory and Experiment, Recent Insights and New Perspectives on Their Relation*, Springer, Dordrecht/Boston/Lancaster/Tokyo, pp. 93-102, p. 98.

³ WILLIAM R. NEWMAN & LAWRENCE PRINCIPE (2002), *Alchemy Tried in The Fire, Starkey, Boyle and the Fate of Helmontian Chymistry*, University of Chicago Press, Chicago/London, p. 319.

Dageraad (1644). He seleccionado estos experimentos basándome en su depurada metodología y en el importante nivel de detalle que ofrecen acerca de la práctica experimental de Van Helmont. De ellos se desprende que los experimentos llamados “mecánicos” (literalmente: *mechanijcke* o *handtdadige Mechanica*⁴) fueron de gran importancia para este autor. Intentaré explicar más adelante el carácter de ese tipo de experiencias, si bien ya puedo subrayar, como Newman y Principe han hecho, que el término “mecánico” es aquí algo engañoso, porque no se refiere a la mecánica del aristotelismo. La expresión equivalente en holandés, “*handtdadelijcke mechanijcke bewesen*”, ilustra mejor en qué pensaba Van Helmont. Para él, un experimento mecánico era una experiencia controlada, en la cual el filósofo natural manipula un proceso de manera premeditada y “*de su propia mano*”.

Aunque muchas de las conclusiones de los experimentos de Van Helmont son erróneas, la idea implícita en su praxis experimental fue muy fecunda.

II. *Los Experimentos.*

II.1. Empecemos con un análisis del experimento con el termoscopio.

Van Helmont expone esta experiencia acentuando que está fundada en la comprensión matemática, a la que denomina “*demonstratio mathematica*”⁵. El objetivo de todo el proceso es falsar la proposición según la cual el agua y el aire pueden convertirse uno en el otro por medio del calor.

Primero haré la descripción del ensayo. Dos esferas llenas de aire, llamadas A y D, estaban unidas por medio del tubo *BCE* (vid., *infra* fig. 1). Este tubo iba relleno de vitriolo, o “*liquor vitrioli*”, previamente teñido de rojo por un baño de rosas. Van Helmont montó el experimento para comprobar que el fluido en *BC* no se desplazaba cuando se calentaba el aire en la esfera A, siempre y cuando la espita *F* estuviera perfectamente cerrada (vid., *infra* fig. 1). Así, el vitriolo localizado en *BC* quedaba inmóvil en lugar de descender a la posición *E*, pues la fuerza ascendente causada por la presión atmosférica más alta en *D* era equilibrada por la fuerza de gravedad.

⁴ JOHANNES BAPTISTA VAN HELMONT (1644), *Dageraad ofte Nieuwe Opkomst der Geneeskunst, in verborgen grond-regulen der Nature*, Joannes Næranus, Rotterdam, p. 238.

⁵ JOHANNES BAPTISTA VAN HELMONT (1648), *Ortus Medicinæ, Id est Initia Physicæ Inaudita. Progressus medicinæ novus, In Morborum Ultionem. Ad Vitam Longam*, Elsevir, Amsterdam, p. 61.

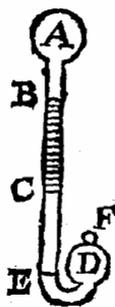


Figura 1

Van Helmont admitió que la preparación del experimento fue muy complicada, pero no dio instrucciones precisas para que otra persona lo pudiera reproducir⁶. Apenas subrayó la absoluta necesidad de que las esferas estuvieran perfectamente cerradas (“*perfectissime clausum*”)⁷. Sabemos que cuando el aire en A era calentado, no se producía ningún fluido adicional, es decir, el aire no pasaba a ser agua, pues el volumen del vitriolo no se desplazaba. Van Helmont explicó este fenómeno suponiendo que el aire en la parte superior de la esfera A se expandía⁸. Esta teoría contradecía la opinión de Henricus van Heer, médico de Lieja y autor de los tratados *Spadacrene* (1614) y *Deplementum supplementi de Spadanis fontibus* (1624), quien defendía la posibilidad de producir agua por medio de la compresión de aire calentado⁹. Van Helmont aseguró que no es posible comprobar empíricamente tal cosa y destacó que la tesis errónea de van Heer era el resultado de su incapacidad matemática¹⁰.

A continuación Van Helmont planteó lo contrario, a saber, que el agua confinada en BC no se podía disipar (*exsiccare*) o evaporar (*exhalare*) por el calentamiento mientras las esferas A y D estuvieran perfectamente cerradas¹¹. Como la cantidad de agua no aumentaba ni disminuía durante el calentamiento de la esfera, Van Helmont rechazó la tesis de que el agua podía convertirse en aire por medio del calor.

⁶ *Ibíd.*, p. 64: “*Praeparatio demonstrationis. Est maxima, quod aer patiatu dilationem, & constructionem juxta qualitates caloris, & frigoris, & quod juxta extensio quantitatis in aëre non habeantur, nisi cum est temperatus.*”

⁷ *Ibíd.*, p. 65.

⁸ *Ibíd.*, p. 64: “*Aër [...] accrescit per augmentum dimensionum, & ideo occupat plus loci, quam antea.*”

⁹ *Ibíd.*, p. 65: “*quod aer compressus, conversatur in aquam.*”

¹⁰ *Ibíd.*, p. 65: “*Heer autem apud Idiotas ostentabat, se quandoque Patavii suisse Matheseos Professorem. Quare volui in charta demonstrare, ipsius omnimodam ignorantiam Matheseos.*”

¹¹ *Ibíd.*, p. 65: “*Itaque juxta hypothesin Heer (quod aer compressus, conversatur in aquam) liquor nunquam defuisset in vase. [...] Non potest autem siccitatem admittere, in vitro exquisite clauso nisi sua hypothesis destruat, (nimirum quod aer compressus, mutetur in aquam) nec iterum ista hypothesis subsistere potest, nisi admiserit continuationem liquoris.*”

La conclusión final de todo el experimento es que no se puede convertir agua en aire o viceversa. Las características generales del proceso son las siguientes:

- a) El posible movimiento del líquido se visualiza mediante el vitriolo teñido.
- b) Utilizando esferas selladas el volumen de aire y agua se mantienen controlados y se anula la influencia de factores externos (e.g., agua o aire adicional).
- c) Las esferas garantizan la realización de todo el proceso dentro de un sistema “relativamente aislado” (cfr. *Infra* sec. III).
- d) El carácter matemático depende, según Van Helmont, de la conservación de las cantidades de aire y agua.

En resumen, se puede decir que dos aspectos llaman la atención en este experimento: 1º) un hipotético incremento del fluido únicamente podría producirse por el aire contenido en la esfera cerrada, ya que no podía entrar aire o agua adicional del exterior y 2º) una hipotética disminución del fluido solo podría deberse a la transformación de agua en aire, puesto que no era posible extraer agua de la esfera sellada.

II.2. Van Helmont intentó demostrar, con “*handtdadelijcke mechanijcke bewesen*” y “*mathese*”, que la doctrina de los cuatro elementos de Aristóteles era falsa y que toda la materia tiene su origen en el agua¹². Para acreditar esta tesis diseñó lo que yo denomino el experimento de la transmutación. Con él intenta probar que toda sustancia puede ser reducida a una sal, cuyo peso es idéntico al de la materia original antes de ser consumida por el fuego. Cuando se mezcla esta sal con el llamado “*specificum corrosivum*” de Paracelso (i.e. un disolvente universal llamado “alkahest”, que supuestamente podía reducir toda sustancia en su materia prima), obtenemos un agua volátil, a partir de la cual podemos recuperar, por medio de una filtración, la misma cantidad de dicho disolvente¹³.

¹² *Ibíd.*, p. 61, p. 64, cfr. p. 114.

¹³ J.B. VAN HELMONT (1644), *Dageraad*, (óp. cit.), pp. 64-65, cfr. p. 61: “*Voorts bewijst oock onze ervarentheyt dat alle vast lichaam, des hout, gewas, visch, vleesch, alle sout, swavel, keye, marchasite, aerde, sandt, steen, metael en bergwerck, wordt by konst verkeert tot een daedelijck sout, bestaende in het selve zijn voorigh gewichte, en dat van dit sout, wordende daer nae dickwils geprobeert met het specificum corrosivum van Paracelsus [= el disolvente], verandert gansch en geheel in een vluchtig water 't welck ten lesten soet wordt als regen-waeter, mits dat het voorsegde corrosijf daer van wordt gescheyden sonder verlies van het gewichte, soo des vorigen sandt, als des voorseyden corrosifs[.]*”

La vaguedad de Van Helmont a la hora de aclarar de qué disolvente se trata es evidente, pero esto no es relevante aquí, pues sólo quiero plantear el desarrollo de su argumentación. Nuestro autor concluyó (equivocadamente, porque sus mediciones no tuvieron la exactitud exigible para advertir diferencias pequeñas pero relevantes), que la sustancia inicial debía entrañar de antemano el agua. La validez de su tesis depende de la suposición de que la masa del reactivo inicial se conserva durante el ensayo. Interpretó este hecho desde un punto de vista matemático que podría esquematizarse de la siguiente manera:

a) Toda la materia \rightarrow (consumida por el fuego) = sal.

El peso de la cantidad de materia inicial es idéntico al peso de la sal final.

b) Sal + solvente \rightarrow (mezclar) = agua volátil.

c) Agua volátil \rightarrow (filtrar) = solvente + agua clara.

El peso del solvente es idéntico al peso del solvente en el paso (b).

d) Toda la materia \rightarrow (consumirse por el fuego, mezclar y filtrarse) = agua clara.

Para los pasos (a)-(c).

Nótense que de los pasos (b) y (c) Van Helmont pudo inferir que:

Sal + solvente \rightarrow (al mezclarse y filtrarse) = solvente + agua clara.

Como la cantidad del solvente es igual en (b) y (c), obtenemos que:

Sal \rightarrow (al mezclarse y filtrarse) = agua clara.

Visto que el peso de la sal es idéntico al peso de la materia inicial que teníamos en el paso (a), obtenemos:

Toda materia \rightarrow (al consumirse por el fuego, mezclarse y filtrarse) = agua clara.

Insgelijcks men bevindt oock, dat het waeter wordt verkeert in alle sijzen, den bergwerck en alderhartste gesteente door de natuere, maer noyt tot sandt."

Además de esta refutación experimental de la doctrina de los cuatro elementos de Aristóteles, Van Helmont incorpora una prueba bíblica. Para ello cita el libro del *Génesis*, donde no se menciona la creación de los cuatro elementos Aristotélicos¹⁴.

II.3. El experimento siguiente es el experimento con el hielo¹⁵. Su objetivo era demostrar que el aire no puede convertirse en agua en caso de congelación. Van Helmont rellenó una botella con hielo y la cerró herméticamente (“*sigillo Hermetis*”). Después de fundir el hielo, comprobó que el producto obtenido pesaba más que el hielo original (“*erit ponderosior seipsa glacie*”). Para evitar malentendidos tengo que subrayar, como T.S. Patterson ya hizo, que aludo aquí a un incremento del peso específico del agua, esto es, al peso de un volumen dado, y no al peso absoluto¹⁶. También Newman y Principe notan correctamente que Van Helmont no distinguió sistemáticamente entre el peso relativo y el peso absoluto¹⁷. De nuevo podemos constatar que Van Helmont utilizó el alambique como un medio para aislar cierta cantidad de aire y agua, puesto que cuando el alambique está cerrado herméticamente no puede entrar ni agua ni aire. En otras palabras, las variaciones en el peso específico del agua no pueden ser causadas por el hecho de que alguna cantidad de aire sea convertida en agua (esto significaría que el peso absoluto cambiaría). Por eso, solamente es posible atribuir las variaciones en el peso específico a la expansión del agua cuando ésta se congela. Su interpretación coincide con el contenido de una epístola escrita a Marin Mersenne el 30 enero 1631: “...*glaciari ipsum est actus effectivus et primarius aquae*”¹⁸. Van Helmont describió el proceso como un claro ejemplo de experimento mecánico: “*probatur per mechanicam*”¹⁹.

II.4. Por último, una descripción de su experimento más conocido, el experimento con el sauce, que Van Helmont también consideró como una prueba “mecánica”

¹⁴ *Ibid.*, p. 64.

¹⁵ J.B. VAN HELMONT (1648), *Ortus Medicinae*, (óp. cit.), p. 79: “*Imple lagenam vitream & magnam, fructis glaciei, collum vero claudatur sigillo Hermetis, id est, per vitri Ibídem liquationem. Ponatur haec tum lagena, in bilance, adjecto pondere, in oppositum, & videbis quod propemodum octava sui parte, aqua, post resolutam glaciem, erit ponderosior seipsa glacie. Quod cum millesies ex eadem aqua fieri potest, reservante semper idem pondus, dici non potest, quod ejus pars aliqua in aerem sit versa.*”

¹⁶ T. S. PATTERSON (1936), “Van Helmont's Ice and Water Experiments”, en: *Annals of Science*, 1, pp. 463-464.

¹⁷ W. R. NEWMAN y L. PRINCIPE (2002), *Alchemy Tried in The Fire*, (óp. cit.), pp. 72-74

¹⁸ MARIN MERSENNE (1932-1988), *Correspondance du P. Marin Mersenne, religieux minime. T. 3 (1631-1633) publiée par Mme Paul Tannery ; éditée et annotée par Cornelis de Waard*, Presses universitaires de France, París, p. 61.

¹⁹ J.B. VAN HELMONT (1648), *Ortus Medicinae*, (óp. cit.), p. 79.

(“*ostendi in mechanica*”)²⁰. Newman y Principe hacen notar que este experimento ilustra con acierto el carácter cuantitativo de la praxis experimental de Van Helmonts²¹. Aquí, el *explanandum* es el peso y el crecimiento del árbol durante un período de cinco años. Antes de nada se determina el peso de la tierra en la maceta (200 libras). Nótese que la tierra ha sido secada sobre un fuego y se utiliza aislada del entorno por medio de un enrejado que encierra perfectamente el tronco del árbol. Esto garantiza, según Van Helmont, que solamente se encuentren en la maceta la tierra seca original y el agua que incorporemos a lo largo del experimento. Este agua era pura, según Van Helmont, pues era agua destilada o agua de lluvia. Después de cinco años el sauce creció hasta aumentar de 5 libras a 169 (164 libras adicionales). Van Helmont solamente pesó la madera, el tronco y las raíces (“*ligni, corticum, & radicum*”), empero no sé por qué no pesó las hojas. Tampoco tuvo en cuenta que la cantidad de tierra había disminuido algo durante estos años. Además, hay que tener presente que nuestro autor desconocía el aporte de minerales que el agua hace a las plantas²². Como Van Helmont pensó que solamente incorporaba el agua pura, y como supuso que ninguna partícula pudo entrar en la planta, concluyó que sólo el agua pudo generar el crecimiento del sauce.

III. *El Carácter Cuantitativo y Controlado de los Experimentos de Van Helmont.*

Aunque los aspectos cuantitativos importan en la práctica experimental de Van Helmont, (cfr. su énfasis en la conservación de la materia y el peso), y aunque hay muchas referencias a la matemática en las descripciones de sus experimentos, sería engañoso decir que sus experimentos estaban tan “matematizados” como los actuales. Por ejemplo, Van Helmont informaba muy pocas veces a su lector acerca de mediciones

²⁰ *Ibíd.*, pp. 108-109: “*Omnia vero vegetabilia immediatè, & materialiter, ex solo aquae elemento prodire hac mechanica didici. Caepi enim vas terreum in quo posui terrae in clibano arefactae ^{lb} 200, quam madefeci aqua pluvia, illique implantavi truncum salicis, ponderantem ^{lb} 5. ac tandem exacto quinquennio, arbor inde prognata pendeat ^{lb} 169, & circiter unas tres. Vas autem terreum, sola aqua pluvia, vel distillata, semper (ubi opus erat) maduit, eratque amplum, & terrae implantatum, & ne pulvis obvolitans terrae commisceretur, lamina ferrea, stanno obducta, multoque foramine pervia, labrum vas tegebat. Non computavi pondus soliorum quaterno autumnno deciduorum. Tandem iterum siccavi terram vasis, & repertae sunt eadem librae 200 duabus circiter unciis minus. Librae ergo 164 ligni, corticum, & radicum, ex sola aqua surrexerant.* “

²¹ W. R. NEWMAN y L. PRINCIPE (2002), *Alchemy Tried in The Fire*, (óp. cit.), p. 79.

²² James Woodward demostró en el año 1700 que los minerales son distribuidos por el agua en los vegetales: JAMES WOODWARD (1700), “Some thoughts and experiments concerning vegetation”, en: *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 21, pp. 193-227.

concretas que el autor obviamente ejecutaba, de manera que la importancia de la matemática se limitaba a determinar de una manera aproximada el peso y la densidad de una materia dada. Ciertamente, a veces los valores calculados por Van Helmont se acercan a los manejados hoy día. Por ejemplo, Newman y Principe han indicado que su ordenación de las proporciones de la densidad de estaño (su patrón), hierro, plata, plomo, mercurio y oro difiere solamente un dos por ciento de la actual²³. Empero, en la mayoría de los casos Van Helmont se contentaba con un “más o menos” (“*quam proxime*”, “*circiter*”).

En la obra de Van Helmont vemos claramente una metodología digamos “intervencionista”, que difiere radicalmente de la obsesión escolástica por limitarse de hacer distinciones conceptuales. Según esta metodología “intervencionista”, el hombre descubre las relaciones causales de un fenómeno o hecho natural con el fin intervenir de forma activa en la naturaleza. En términos generales: si queremos saber si *A* causa *B*, tenemos que comprobar si las variaciones en *A* (que son producidas por nosotros) provocan variaciones en *B*, y todo ello manteniendo los otros factores causales tan constantes como sea posible. La idea subyacente es que, como todas las otras causas están ocultas, las variaciones en *B* sólo pueden ser causadas por las variaciones en *A*. para eso se precisa de un sistema “relativamente cerrado”²⁴ que permita controlar posibles factores causales y aislar procesos en la naturaleza. Tal y como hemos visto, el alambique ejemplifica bien esta idea en varios experimentos.

²³ *Ibid.*, 74-75.

²⁴ Véase: ANDREW PICKERING (1981), “The Hunting of the Quark”, en: *Isis*, 72(2), pp. 216-236 y HANS RADDER (1988), *The Material Realization of Science, A philosophical View on the Experimental Natural Sciences, Developed in Discussion with Habermas*, Van Gorcum, Assen/Maastricht.