

L'EXPERIMENT D'ESCALFAMENT DE MERCURI EN LA *RUTBAT* *AL-ḤAKĪM* DE MASLAMA AL-QURṬUBĪ

ESTEVE SOLÀ SUGRAÑES

ENGINYER INDUSTRIAL QUÍMIC. GRADUAT EN ESTUDIS ÀRABS.

Resum: Aquest article analitza un fragment de la Rutbat al-ḥakīm de Maslama al-Qurṭubī, alquimista andalusí del segle x, en què es descriu un experiment d'escalfament de mercuri. Com a resultat de la recerca duta a terme s'edita i es tradueix el fragment esmentat a partir del manuscrit Beşirağa 505 del segle xiv; es revisa la interpretació que fa dels resultats i de les causes de la transformació produïda sobre la base del context cultural i científic de l'època, i es compara amb la proposada per Lavoisier en el segle xviii. S'aporta d'aquesta manera la descripció d'alguns conceptes bàsics i mètodes d'experimentació de l'alquímia àrab medieval i la corresponent referència en la química de finals del segle xviii, considerada com la base de la química moderna. L'article inclou també un apèndix amb la descripció codicològica del manuscrit esmentat i un altre amb la descripció d'una prova d'escalfament de mercuri a 110 °C.

Paraules clau: alquímia, al-Àndalus o Alandalús, Maslama al-Qurṭubī, Rutbat al-ḥakīm, escalfament del mercuri, Lavoisier, química moderna

The experiment of heating mercury in the Rutbat al-ḥakīm by Maslama al-Qurṭubī

Abstract: In this paper an excerpt of the Rutbat al-ḥakīm by Maslama al-Qurṭubī, a 10th century Andalusian alchemist, describing an experiment of heating mercury is analysed. As a result of the research carried out the above mentioned excerpt is edited and translated from Beşirağa 505 manuscript of the fourteenth century, and its interpretation of the results as well as the causes for the transformation produced are reviewed on the basis of the cultural and scientific context of that epoch, and a com-

* Correspondència: ESTEVE SOLÀ SUGRAÑES

estevesola@hotmail.com

parison is made with theory proposed by Lavoisier in the 18th century. Thus a description of some basic concepts and experimentation of Arabic medieval alchemy and the corresponding reference in the chemistry of late 18th century, considered as the basis of modern chemistry, is provided. This paper also includes an appendix with the codicological study of the above mentioned manuscript and another one with the description of a lab experiment of heating mercury at 110 °C.

Key words: alchemy, Al-Andalus, Maslama al-Qurṭubī, Rutbat al-ḥakīm, mercury heating, Lavoisier, modern chemistry

1. Introducció

En els segles del VII al IX s'inicià un extraordinari desenvolupament cultural i científic en terres de l'islam oriental, entenent així la zona d'orient on s'havia estès la civilització musulmana. En l'alquímia s'ultrapassaren les pràctiques i coneixements artesanals, s'establiren bases teòriques i es desenvoluparen mètodes sistemàtics de treball que dugueren a una gran esplendor d'aquesta ciència incipient.

Aquestes aportacions orientals de cultura i ciència arribaren aviat a Alandalús,¹ territori de la península Ibèrica i de les illes adjacents mentre van estar sota domini islàmic, on primer arrelaren i després tingueren un desenvolupament propi destacable. L'abast d'aquesta influència inclogué tant les ciències típicament àrabo-islàmiques (p. ex., la religió o la tradició lingüística-literària pròpies), com les anomenades pels àrabs «ciències dels antics», heretades de cultures estrangeres com la indo-iraniana i, sobretot, la grega, que inclouen la filosofia i el conjunt de les ciències exactes i fisico-naturals. J. Samsó (2011) explica aquestes aportacions, dedicant-hi el capítol «Orientalización de la ciencia andalusí», i els desenvolupaments autòctons d'Alandalús, entre els quals es compten l'alquímia i la màgia.

Pel que fa l'alquímia a Alandalús destaca l'obra anomenada *Rutbat al-ḥakīm, El grau del savi*, obra de Maslama al-Qurṭubī (906-964) i de la qual aquest article analitza un fragment.

2. Context en què es desenvolupà l'obra de l'alquímic andalusí Maslama al Qurṭubī

El desenvolupament de l'alquímia a Alandalús va estar aviat influït per obres que arribaven de l'islam oriental del mític Ġābir Ibn Ḥayyān (c. 721 - c. 825), conegut després a Occident amb el nom llatinitzat de Geber;² de l'obra enciclopèdica de les *Rasā'il Ihwān aṣ-ṣafā'* (*Epístoles dels Germans de la Puresa*), i del metge i alquímic ar-Rāzī (865-925).

1. Adopto aquesta grafia proposada per D. Bramon per restituir la pronunciació dels andalusins de l'època (Bramon, 2008).

2. En els segles XIII i XIV a Occident aparegueren les obres d'alquímia *De Summa perfectionis magisterii, i Liber fomicum*, a l'autor de les quals se li han atribuït els noms de Geber llatí, «Pseudo Geber» i simplement Geber. La seva identitat és encara objecte de discussió, amb posicions extremes de W. Newman (1985), que creu haver demostrat que va ser un monjo franciscà

A Ğābir Ibn Ḥayyān se li atribueixen més de tres mil obres de diferents disciplines. Ives Marquet (1986) i Paul Kraus (1986) han provat que una part va ser escrita posteriorment per diversos autors ismailites entre la segona meitat del segle IX i la primera meitat del segle X.

P. Kraus (1986) ha analitzat l'obra de Ğābir Ibn Ḥayyān i ha explicat com dissenyà l'alquímia partint de la sistematització que havien fet Plató i Aristòtil, a la qual incorporà les aportacions de les escoles de l'imperi sassànida. Entre els desenvolupaments teòrics de Ğābir Ibn Ḥayyān aquí se'n destaquen dos: la formació dels metalls per la unió del sofre i el mercuri, i la «teoria de l'equilibri».

Pel que fa la formació dels metalls Ğābir Ibn Ḥayyān partí de les teories aristotèliques de la constitució de la matèria pels quatre «elements» amb les quatre «qualitats», i del procés de formació dels metalls. Els quatre elements eren l'aire, el foc, la terra i l'aigua, i les quatre qualitats, la sequedat, la humitat, la calor i la fredor. I els metalls es formaven a partir de les exhalacions vaporoses atrapades a l'interior de la terra, mentre que les exhalacions seques formaven els fòssils i les roques.³ Ğābir Ibn Ḥayyān, influït pel *Llibre del secret de la Creació*, atribuït al pitagòric Apol·loni de Tiana (segle I EC), ho completà proposant que en aquests passos de la formació dels metalls hi ha unes conversions intermèdies. Així, l'exhalació seca produeix el sofre i la vaporosa el mercuri i posteriorment es formen els metalls per combinació de sofre i mercuri en diferents proporcions i sota la influència dels planetes en la terra. El sofre proporciona les qualitats de «calor» i «sequedat», i el mercuri les de «fredor» i «humitat». Si el sofre i el mercuri són purs (de naturalesa hipotètica perquè en la que els coneixem no ho són) i en proporcions d'un equilibri natural produeixen l'or, mentre que si són impurs o es combinen en altres proporcions donen lloc a la resta de metalls. D'aquí es dedueix que qualsevol metall amb un tractament convenient, que corregeixi els accidents de la seva combinació de sofre i mercuri, es pot convertir en or, la qual cosa és el principal propòsit de l'alquímia.

Les teories de la constitució de la matèria a partir dels quatre elements i de la formació dels metalls a partir del sofre i el mercuri es mantingueren amb alguns canvis pràcticament fins a l'arribada de la teoria del flogist⁴ en el segle XVII i ambdues serien superades per la de Lavoisier en el segle XVIII.

de nom Paulus de Tarento dels segles XIII i XIV, i Aḥmad Y. Al-Ḥassan (Al-Ḥassan, 2009: 53-104) que creu haver demostrat que les obres del Geber llatí van ser una traducció de l'àrab. Com que no s'han trobat manuscrits de Ğābir Ibn Ḥayyān anteriors al segle XII i entre Ğābir Ibn Ḥayyān i Geber van passar cinc-cents anys, pot ser prudent el que Holmyard (Holmyard, 1957: 134) va indicar, que per una banda no es pot posar en dubte que les obres de Geber estan basades en la doctrina alquímica musulmana i que, per l'altra, aporten un estil general clar i sistemàtic, la manca del qual en les obres de Ğābir Ibn Ḥayyān destaca P. Kraus (1986: Avantpropos X).

3. Teoria exposada a *De Generatione et Corruptione, Meteorologica*, i parts de *Metaphysica, Physica i De Caelo* (Aristòtil, edicions de 1930; 1952; i 1933, 1989).

4. Aquesta teoria considerava que els metalls es componien de les seves calçs (òxids) i d'un hipotètic principi intangible de la inflamabilitat, anomenat flogist. En el procés de combustió s'alliberava el flogist i quedava la calç. I en el procés invers,

Pel que fa a la «teoria de l'equilibri», Ğābir Ibn Ḥayyān tractà la quantificació dels graus d'intensitat de les qualitats elementals en els materials. Seguint Aristòtil, els materials només es diferencien entre ells per les diferents proporcions en què hi estan presents els quatre elements, aire, foc, terra i aigua, amb les seves qualitats corresponents. Ğābir, seguint el *Timeu* i el *Cràtil* de Plató, l'aritmologia pitagòrica i la teoria dels quatre humors de Galè plantejà la quantificació d'aquestes proporcions, la qual cosa permetria dissenyar el seu canvi, per exemple en el cas dels metalls per obtenir un metall més valuós, i seleccionar els materials per combinar les qualitats dels que interessarà aportar. Kraus ho explica en detall (1986: *Avant-propos* IX, i 187)⁵ i traduint la seva valoració: «la teoria de l'equilibri representa en l'edat mitjana l'intent més vigorós per fundar un sistema quantitatiu de les ciències naturals».

Sobre l'enciclopèdia de les *Rasā'il Ihwān aṣ-ṣafā'* (*Epístoles dels Germans de la Puresa*), es tracta d'una important obra filosòfica musulmana medieval. Va ser escrita per un grup de pensadors musulmans ismailites establerts a Basra en els segles IX i X. De caràcter pedagògic, tenien el propòsit d'ésser un *compendium* de totes les ciències conegudes en el seu temps, començant per les ciències dels antics i després tractant les dels «califes dels profetes» i els acompanyants més propers d'aquests. Està formada per cinquanta-dues epístoles que tracten de totes les ciències. L'alquímia hi és present en capítols referents a temes diversos com la música, les proporcions aritmètiques i geomètriques i els minerals. Els darrers capítols estan dedicats a l'alquímia i la màgia, considerades com la culminació del camí cap a la realitat més profunda de les coses. Marquet (1986) assenyala que les *Epístoles* fan una vintena de mencions a tractats de Ğābir, i que podria ser que un o diversos autors de l'obra de Ğābir haguessin col·laborat en dues o tres epístoles.

En aquest punt convé remarcar que tant l'obra de Ğābir Ibn Ḥayyān com l'enciclopèdia de les *Rasā'il Ihwān aṣ-ṣafā'* tenien un important component religiós, de corrent ismailita, i místic, Ğābir Ibn Ḥayyān també era adepte al sufisme,⁶ per la seva adscripció a aquest moviment. I aquesta circumstància és important pel que fa a la doble naturalesa de l'alquímia, una d'externa o exotèrica i una altra d'oculta o esotèrica. La primera tracta d'obtenir la pedra filosofal o Pedra, o Elixir, capaç de transformar els metalls vils, plom, zinc, ferro i mer-

anomenat reducció, en escalfar-se la calç amb una substància rica en flogist, com el carbó, es recupera el metall. La idea primera d'aquesta teoria era una variant de la dels quatre elements aristotèlics, eliminant-ne el foc i dividint la terra en tres elements: la inflamable, relacionada amb el sofre, la mercúria, i la fusible o vitria.

5. Per Ğābir l'ordre regna en el món material i els canvis qualitius de les substàncies es poden explicar numèricament. Les quatre qualitats es graduen segons una seqüència de nombres: 1, 3, 5, 8, que sumats donen 17, i el nombre 17 és qui governa el món. Explica Kraus: «Et pourtant, Ğābir déclare sans cesse que chaque chose de notre monde est gouvernée par le nombre dix-sept. ... «La Forme (ṣūra) de toute chose au monde est dix-sept». Et encore: «Il te faut savoir que chaque minéral possède dix-sept puissances». Dix-sept, c'est «la base même de la Balance», de la structure quantitative de toute chose, et doit être considéré comme le «canon d'équilibre» (qānūn al-ītidāl) de chaque corps» (Kraus, 1986: 227-228).

6. Entre les referències a l'individu, «*laqabs*» o sobrenoms, que completaven el seu nom de Ğābir Ibn Ḥayyān Ibn ʿAbd Allāh Al-Azdī, hi havia també el de aṣ-ṣūfī, és a dir, el sufí.

curi, en metalls preciosos, or i plata. En darrer terme es tractaria de prolongar indefinidament la vida humana. I la creença que només es podia obtenir per la gràcia i el favor divins conduïa a l'alquímia esotèrica o mística, que evolucionà gradualment cap a un sistema religiós en què la transmutació mundana dels metalls era un simple símbol de la transformació de l'home pecador en un ésser perfecte a través de les oracions i la submissió a la voluntat de Déu. Sovint les dues classes d'alquímia estaven íntimament unides i així ho puntualitza Holmyard: «[...] aquesta (l'alquímia exotèrica) no és degudament apreciada si l'altre aspecte (l'alquímia esotèrica) no es té sempre en compte».⁷ Es podria dir que d'alguna manera el desenvolupament de l'alquímia va abastar un triple nivell de la condició humana: el físic o experiència sensible, el metafísic o pensament que depassa l'experiència i el religiós entès com la relació amb una deïtat creadora de l'univers.

I, finalment, sobre el metge i alquímic, a més de filòsof, ar-Rāzī se sap que promogué la prevalença de l'experimentació sobre l'especulació, i que va dissenyar la primera classificació de les substàncies utilitzades en l'alquímia, dividint-les en animals, vegetals i minerals. Pel que fa l'alquímia, el seu *Kitāb al-asrār, Llibre dels secrets*, traduït i comentat per Julius Ruska (1937),⁸ és un manual de laboratori amb descripció dels reactius, els aparells i els processos alquímics de l'època. També se li atribueix el *Liber Lumen Luminum*, traduït de l'àrab per Gerard de Cremona (c. 1114-1187), que inclou la recepta més antiga que es coneix sobre la preparació de l'àcid nítric.⁹

Així queda descrit el context d'influència de l'alquímia islàmica oriental en el desenvolupament de l'alquímia a Alandalús fins al segle x en què es va produir l'esmentada obra *Rutbat al-ḥakīm, El grau del savi*, de Maslama al-Qurṭubī.

3. El posterior desenvolupament de l'alquímia d'Alandalús després de Maslama al Qurṭubī i la seva projecció a Europa

El seu interès rau en la relació que tingué l'alquímia andalusina amb l'alquímia medieval europea i que serà objecte de referència més endavant en aquest article quan es comenti l'experiment de Maslama.

Així, a partir del segle x la influència de l'alquímia islàmica oriental va seguir arribant a Alandalús amb l'obra del filòsof, metge i alquímic Ibn Sīnā (Avicena) (980-1037), figura genial descrita com l'«Aristòtil dels àrabs». El seu *Kitāb al-xifā', Llibre de la curació*, és una mena d'enciclopèdia científica i filosòfica, i en ell Ibn Sīnā es mostrà seguidor de Ġābir Ibn

7. «[...] this (exoteric alchemy) cannot be properly appreciated if the other aspect (esoteric alchemy) is not always borne in mind» (Holmyard, 1957: 14).

8. Text en alemany, retraduat a l'anglès per Gail Marlow Taylor (2015).

9. Aquesta recepta també apareix en un dels tractats del llibre *Ṣundūq al-ḥikma, L'arca de la saviesa*, atribuït a Ġābir Ibn Ḥayyān, un manuscrit del qual va ser trobat per Holmyard al Caire. Però posteriorment Al-Ḥassan ha comprovat que les receptes d'aquell tractat són receptes que ja estan atribuïdes a ar-Rāzī (Al-Ḥassan, 2009: 248).

Ḥayyān pel que fa a la formació dels metalls a base de sofre i mercuri. Es considera també provat que és autor de la *Risālat al-Iksir, Tractat de l'Elixir*, on l'Elixir és un colorant que permet fabricar sòlids que tinguin les mateixes qualitats sensorials que els metalls, però aclareix que la transmutació no és possible «perquè no hi manera de desdoblar una combinació metàl·lica en una altra».¹⁰

Per altra banda l'alquímia a Alandalús, tot i que com a tal tingué poques aportacions destacables al llegat de l'islam oriental, va estar molt present en els desenvolupaments extraordinaris de camps com ara la farmacologia, la medicina i l'agricultura. El desenvolupament en aquests camps es veié enriquit per la bona relació del califat de Còrdova amb Bizanci, hereva immediata de les obres de Dioscòrides i Galè. Aquesta relació estava motivada pel recel d'ambdós vers el poderós califat de Bagdad. La plenitud cultural d'Alandalús es produí en el segle XI i en serien exemples l'enciclopèdia mèdica de 30 volums d'Abū al-Qāsim Al-Zahrāwī (m. 1013), amb un dels capítols dedicat a la cosmètica i els perfums; el tractat de farmacologia d'Ibn Wāfid (m. 1074), i les obres de les escoles de Toledo i Sevilla sobre el tractament de terres, la tecnologia del qual arribà al màxim desenvolupament amb al Ṭignarī a principis del segle XII, esplendor que es va mantenir fins al segle XIV.

A partir de l'any 1100, segons explica Holmyard (1957: 104-105), estudiosos europeus descobriren que els musulmans posseïen gran part del saber de l'Antiguitat i emprengueren viatges a aquelles terres en busca del seu saber. I va ser principalment a Alandalús on es va dur a terme aquesta activitat amb avantatge sobre Sicília perquè a Alandalús la permanència dels àrabs es perllongà més anys. L'estudi era seguit de traduccions, i aquestes arribaven a Europa promovent el que s'ha anomenat «renaixement científic» en els segles XII i XIII. Pel que fa l'alquímia, l'any 1144 Robert Chester acabà la traducció del *Llibre de la composició de l'alquímia*. I aquesta és la primera obra d'alquímia que aparegué en l'Europa llatina,¹¹ perquè, tot i l'habilitat dels artesans, fins llavors els escassos manuscrits llatins relacionats amb l'alquímia eren merament col·leccions de receptes pràctiques.

Aviat a l'Europa llatina hi va haver estudiosos del saber alquímic àrab que aportaren els seus propis escrits, essent-ne un testimoni rellevant el Geber llatí,¹² amb obres com *De Summa perfectionis magisterii* i *Liber fornacum*, datades entre els segles XIII i XIV i traduïdes a l'anglès per R. Russell (Geber, 1686).¹³

Aquest renaixement científic europeu continuaria i al segle XVIII s'arribà a les bases científiques de la química moderna que establiria Lavoisier, que també serà objecte de comentari més endavant.

10. «[...] since there is no way of splitting up one metallic combination into another» (Holmyard, 1957: 94).

11. El mateix Chester explica en el prefaci: «Since what Alchymia is, and what its composition is, your Latin world does not yet know, I will explain in the present book», segons traducció de Holmyard (1957: 105).

12. Cf. nota 2.

13. Una nova edició, del 1928, aparegué amb una introducció de Holmyard (Geber, 1928).

4. La *Rutbat al-ḥakīm* (El grau del savi)

L'obra alquímica andalusina més destacada és l'anteriorment esmentada *Rutbat al-ḥakīm* (El grau del savi), escrita per Maslama al-Qurṭubī (906-964), que visqué l'autoproclamació del califat de Còrdova (929) i el desenvolupament científic que es produí a partir d'aquest esdeveniment. És del mateix autor l'obra de màgia talismànica *Gāyat al-ḥakīm* (L'aspiració del savi), que va ser traduïda al castellà i al llatí per ordre d'Alfons X, i va exercir una gran influència a Europa fins ben entrat el Renaixement popularitzada amb el nom de *Picatrix* (Samsó, 2011: 261, n. 30).

La *Rutbat al-ḥakīm*, que encara espera una traducció completa, ha estat objecte de diferents estudis. Destaca inicialment el dut a terme per Holmyard (1924: 293-305) a l'inici del segle xx i del qual s'han fet ressò investigadors posteriors com Vernet (1981: 176-179), Fierro (1996: 87-109), Samsó (2011: 260-261) i De Callataÿ (2013: 297-344). Aquest estudi de Holmyard conté una enumeració dels manuscrits coneguts d'aquesta obra, si bé no inclou el mateix manuscrit que aquí utilitzo, un plantejament dels problemes d'identificació tant de l'autor¹⁴ com de la cronologia de la seva composició,¹⁵ i una descripció comentada del contingut dels diferents capítols del llibre. Quan es refereix al capítol III dedica una especial atenció a l'experiment d'escalfament del mercuri, oferint-ne una traducció a l'anglès i destacant que aquest mateix experiment «en mans de Lavoisier va portar als desenvolupaments que van marcar una època en el segle XVIII».¹⁶

Posteriors estudis de la *Rutbat al-ḥakīm* s'han centrat en l'autor i en la cronologia, així com en la rellevància d'aquesta informació pel que fa a la situació cultural i científica a Alandalús. Així, M. Fierro (1996: 87-109), en estudiar l'heterodòxia a Alandalús durant el període omeia, ha identificat de forma convincent l'autor com el tradicionista i mag Abū l-Qāsim Maslama al Qurṭubī (906-964),¹⁷ que va estudiar a Orient i fou autor d'una extensa obra. Fierro atribueix la possible causa de l'ocultació del seu veritable nom a la pràctica de l'alquímia i la màgia com a ciències prohibides, i a la seva adscripció a la filosofia mística *bāṭinī*, heterodoxa en època d'implantació oficial del malikisme a Alandalús. Per altra banda, i pel que fa l'obra, G. de Callataÿ està duent a terme una extensa recerca de la qual ha publicat recentment una primera comparació textual de les ja mencionades *Rasā'il Ihwān*

14. Igual que en la *Gāyat al-ḥakīm* els manuscrits n'atribueixen l'autoria a Abū l-Qāsim Maslama b. Aḥmad b. l-Qāsim al Mağrīṭī al Qurṭubī, personatge que l'alquimista persa del segle xiv establert a Egipte Al-Jildakī va identificar amb el cèlebre matemàtic i astrònom Maslama al-Mağrīṭī (950-1007), sense inclinació coneguda cap a l'alquímia i de nom complet Abū l-Qāsim Maslama ibn al-Ḥāsib al-Faraḍī al-Mağrīṭī (Holmyard, 1937: 50). Al segle xiv Ibn Ḥaldūn (1968: 1088-1089) va fer el mateix, i autors posteriors el van seguir. Holmyard, però, ja va posar en dubte aquesta atribució seguint l'opinió de R. Dozy i M. J. de Goeje expressada públicament el 1883 en un congrés internacional d'orientalistes a Leiden.

15. En alguns manuscrits la data és 339-342/950-954, i en d'altres, entre els quals s'inclou el manuscrit consultat en aquest article (Beširağa 505 pàgina 3a), la data és 439-442/1048-1051.

16. «in the hands of Lavoisier led to such epoch-making developments in the eighteen century» (Holmyard, 1924: 302).

17. El nom complet del qual és Abū l-Qāsim Maslama b. Qāsim b. lbrāhīm b. ʿAbd Allāh b. Ḥātīm al Qurṭubī al Zayyāt.

aş-şafā' (*Epistoles del Germans de la Puresa*), *Rutbat al-ḥakīm* i *Gāyat al-ḥakīm*. Maslama al-Qurṭubī en la *Rutba* ja diu que aquest llibre «l'hem resumit d'aquelles nombroses epístoles»,¹⁸ a la vegada que es declara veritable alumne, admirador i compilador de Ġābir Ibn Ḥayyān.¹⁹ De Callatay conclou que Maslama al-Qurṭubī va portar aquella enciclopèdia filosòfica des d'Orient a Alandalús, on va ser àmpliament coneguda, i que la *Rutba* i la *Gāya* són continuacions d'aquella, essent-ne la *Rutba* un resum. Per tant, aquestes darreres no són obres d'alquímia i màgia aïllades,²⁰ sinó mostres del gran abast del desenvolupament cultural i científic d'Alandalús.

El present article ha sorgit de la lectura de la traducció de Holmyard del fragment de l'escalfament del mercuri, que acaba dient «[...] continuant el pes com era inicialment».²¹ Vernet (1981: 178) i Samsó (2011: 260-261) en comentar l'article de Holmyard tradueixen la frase anterior com «conservando el mismo peso original» i «sin que [...] el mercurio haya perdido peso», respectivament. Avui sabem que l'escalfament del mercuri en què aquest es converteix en una «pols vermella i tova», és una oxidació química.²² I això suposa un augment de pes perquè, essent l'estructura de l'òxid de mercuri una combinació de mercuri i oxigen de l'aire, el pes d'aquest oxigen se suma al del mercuri inicial. Per aquesta discrepància entre el relatat manteniment del pes inicial i l'augment de pes esperat amb els coneixements actuals, em va semblar adient consultar un dels manuscrits de la *Rutbat al-ḥakīm* i llegir-hi directament la descripció de l'experiment dut a terme per Maslama al-Qurṭubī.

El propòsit d'aquest article és oferir l'edició crítica i la traducció del fragment de la *Rutba* dedicat a l'experiment d'escalfament del mercuri; analitzar les conclusions i explicacions que allí es donen de les causes de la transformació, i comparar-les amb la interpretació que es fa avui d'aquest fenomen després de les aportacions de Lavoisier a finals del segle XVIII.

18. Manuscrit Beşirağa 505, p. 3a, l.25.

19. Manuscrit Beşirağa 505, p. 48a, l.23 a 25.

20. Mentre aquestes obres foren atribuïdes al cèlebre matemàtic i astrònom Maslama al-Mağrībī, van ser considerades com un mer apèndix de la matemàtica i l'astronomia.

21. «[...] the weight remaining as it was originally» (Holmyard, 1924: 302).

22. «Oxidació» és el nom que amb Lavoisier es va donar a la combinació química de l'oxigen amb un element. Posteriorment es va definir de forma més general com la pèrdua d'electrons d'un element, definició en què la combinació amb l'oxigen és un cas particular. Com s'indica més endavant (nota 44), seria més propi de l'alquímia medieval dir-ne «calcinació». Maslama al Qurṭubī, però, tot i que en la seva obra contempla la calcinació com una operació alquímica (capítol IV, p. 50b i 51a), no fa servir aquesta paraula per descriure l'experiment d'escalfament del mercuri. Més endavant es veurà per què i per això no la he introduït aquí, ni en el títol de l'experiment.

5. Edició, traducció i comentari del text àrab del fragment d'escalfament del mercuri

5.1. Criteris d'edició

El fragment d'escalfament del mercuri forma part del manuscrit de signatura Beşirağa 505 datat 756/1355,²³ Istanbul, Süleymaniye Kütüphanesi. El títol del manuscrit és *Kitāb Rutbat al-ḥakīm fi l-kīmiyā' wa-Kitāb al-rawḍa fi l-kīmiyā' wa-tāmaniya*²⁴ *wa-ṭalaṭūn kitāban fi l-kīmiyā' min qibal al-ta'lim*, *El llibre del grau del savi en química i el Llibre d'iniciació en química*, i trenta vuit llibres de química per a l'ensenyament. Tot i que a continuació s'hi anuncien fins a quaranta llibres, el títol uniforme del volum és consignat segons el primer i únic, *Rutbat al-ḥakīm fi l-kīmiyā'*, que consta de 59 folis amb cares a i b. El fragment que aquí es comenta es troba a la pàgina 19a, línies 16-27. No hi ha nom de copista ni data de la còpia. En l'Apèndix I al final d'aquest article s'adjunta amb més detall la descripció codicològica de tot el manuscrit, al qual he accedit a través d'una còpia electrònica.²⁵

Com a criteri general, en l'edició crítica del fragment s'han afegit els punts diacrítics i els *tašdīd*, que en moltes ocasions l'original omet, i s'ha mantingut el *tanwīn* de *fatha* que hi apareix. Així mateix, s'ha restituit el *hamza*, absent en el text, segons la grafia normalitzada de l'Acadèmia de la Llengua Àrab del Caire. S'ha restituit l'*ālif maqṣūra* on el text original l'indica com a *ālif* simple. A la *tā' marbūta* se li han afegit els dos punts, que hi manquen sistemàticament, i a la *kāf* el tram superior que falta generalment en la seva escriptura. Finalment, els punts, seguits i a part, que apareixen en el text original amb la marca Δ , s'indiquen amb punt i seguit.

(16/1) ... وأنا آمن لك من عقدة ما رأيته عيانا. أعلم أنني لم أورد إدخال (17/17) شيء عليه بئمة اتباعا مني لقوله إنهم عقدوا الدهن حتى اجتمعت فيه النارية وبرهن أن النار تزداد (18/18) بالنار حمرة أبدا ثم سوادا إلى آخر قوله فأخذت الزئبق عبيطا وجعلته في أنية زجاج وهو (19/19) عبيط لا شيء معه والأنية على شكل البيضة وجعلتها في أنية أخرى مثل قدر الطبخ ووضعها على نار (20/20) لينة في النهاية من اللتين وكان مبلغ حرها أني أمس جوانب تلك القدر فأجدها تحمل اليد لمستها (21/21) وأوقدت كذلك ليلا ونهارا أربعين يوما ثم أخرجت الزئبق وكان الوزن ربع رطل فوجدته ترابا أحمر (22/22) لئين المجسة كأنه قد سحق تلك المدّة كلها ووزنته فوجدته وزنه كما كان فعلمت أن الرطوبة التي علقت (23/23) فيه كانت المانعة لهذه الحمرة²⁶ من الظهور وصار الزئبق كله أحمر. وأصحاب المعادن (24/24) يزعمون أن من أخذ هذا الزئبق المعقود وحل له زنبقا رجراجا وأدخله عليه بالسحق

23. Any musulmà/gregoriana.

24. *tamān* en el text original.

25. Agraïixo al Dr. Miquel Forcada, professor de la Facultat de Filologia de la Universitat de Barcelona, que m'hagi facilitat aquesta còpia.

26. En el text i damunt la paraula الحمرة apareix afegida la paraula الحرارة. No sembla que la completi ni la substitueixi, per la qual cosa podria ser que el copista no entengués el raonament del text i cregués que l'escriptura de l'original no era clara o era errònia.

وبالتسوية (٢٥/25) قبله لأنه منه وإليه يعود ثم تضاف إليهما جسدان يقومان مقام الأفعال التي ذكرنا ويتم تصنيعه (٢٦/26) بزعمهم ولم أجرب ذلك غير أنني لم أر²⁷ للقوم طريقة في المعادن بيّنة ما أخبرتك من عقد الدهن (٢٧/27) وحلّه في الماء أعني في ما به غير هذه. ...

5.2. Traducció

(16: línia 16) [...] I et confio una composició que he vist amb els meus propis ulls. Sàpigues que no vull introduir (17) res en absolut de part meva al seu relat:²⁸ «ells²⁹ componen³⁰ la coloració³¹ de manera que s'hi combina l'element foc i es demostra que el foc és augmentat (18) pel mateix foc, en vermellor sempre i després en negror», i així fins al final del seu relat.³² Llavors, jo vaig agafar el mercuri novell i el vaig posar en un atuell de vidre que (19) era nou sense màcula.³³ L'atuell tenia la forma ovoide i el vaig posar en un altre atuell semblant a una olla de cuina i els vaig posar ambdós sobre un foc (20) summament suau; essent la seva calor tal que jo tocava els costats d'aquella olla i trobava que la mà en tolerava el contacte (21). Vaig mantenir la combustió d'aquesta manera de nit i de dia durant quaranta dies. Després vaig extreure el mercuri, el pes del qual era inicialment d'un quart de lliura, i el vaig trobar que era una pols vermella (22) i tova com si hagués estat polvoritzat en tot aquest període. Vaig pesar-lo i el seu pes era com el d'abans. Aleshores vaig saber que la humitat que li estava adherida (23) era el que li impedia mostrar aquest color vermell, ja que tot el mercuri s'havia tornat vermell. Els experts en metalls (24) sostenen que el qui agafa aquest mercuri coagulat³⁴ i el desfà en mercuri polvoritzat, aportant-li la mòlta i la tovor, (25) és la seva pròpia essència³⁵ perquè d'ella ve i a ella torna. I amb tot això, ells dos són cossos que es bescanvien l'estat dels actes³⁶ que hem esmentat i s'ha completat el procés (26) en opinió d'ells. Només he fet aquest experiment perquè no he vist que la gent tingués un procediment pel que fa als metalls que expliqués el que t'he informat sobre la composició de la coloració³⁷ (27) i el destenyiment en el líquid; havent fet jo ara al·lusió al que hi ha de diferent.

27. En el text original لم أرى.

28. Es refereix a ar-Rāzī, mencionat unes línies abans.

29. Es refereix a القوم, gent relacionada amb els tints de metalls.

30. Cf. Dozy, *Supplément aux dictionnaires arabes*: «mêler ensemble deux ou plusieurs substances, en faire une composition». I també: «Coaguler, cailler, [...] Alc. (cuajar) [...]».

31. Coloració dels metalls.

32. Id. 28.

33. Cal entendre, exempt totalment d'impureses.

34. Id. nota 30.

35. Cf. Kazimírski, *Dictionnaire arabe-français*: قَيْلَه chez lui, auprès de lui.

36. Amb «l'estat dels actes» es refereix al concepte aristotèlic d'acte, actualitat, realització, que es contraposa a la potència, possibilitat de ser. Correspon a «la forma» d'una cosa en un moment donat. Cf. nota 40 sobre «forma».

37. Id. 31.

5.3. Comentari

Com s'ha indicat anteriorment, el que més em va sobtar en llegir aquest fragment, primer en la traducció de Holmyard i després en el manuscrit consultat, va ser la notícia que «en pesar-lo [el mercuri], el seu pes era com el d'abans». Perquè, com podia ser que la «pols vermella i tova», és a dir, el que avui coneixem com a òxid de mercuri,³⁸ estructura formada per l'oxigen i el mercuri, no hagués incorporat el pes de l'oxigen?

Els comentaris que segueixen tenen aquest punt com a eix principal i comprenen: primer, les conclusions de Maslama al-Qurṭubī segons els coneixements de la seva època; després, la revisió d'aquestes conclusions a partir de l'experiment anàleg de Lavoisier, i, finalment, un comentari sobre tècniques de treball de l'època de Maslama al-Qurṭubī que es desprenen de la seva explicació de l'experiment.

Així, en primer lloc, Maslama al-Qurṭubī indica que «la humitat que li estava adherida era el que li impedia mostrar aquest color vermell. [...] el qui agafa aquest mercuri coagulat i el desfà en mercuri polvoritzat, aportant-li la molla i la tovor, és la seva pròpia essència perquè d'ella ve i a ella torna. I amb tot això ells dos són cossos que es bescanvien l'estat dels actes». Per tant, s'ha passat de mercuri «coagulat» a mercuri polvoritzat, és a dir, no ha deixat de ser mercuri, i potser per això Maslama no identifica l'operació com una calcinació amb el resultat de calç de mercuri, que suposaria una diferència d'essència entre el coagulat i el polvoritzat. En el context alquímic d'Alandalús en temps de Maslama exposat en la introducció d'aquest article, l'anterior explicació correspon a la teoria aristotèlica de la composició de la matèria a partir dels «quatre elements» i les «quatre qualitats», seguida després per Ġābir Ibn Ḥayyān. Amb més detall, aquesta teoria exposa que existeix una única «matèria primera»³⁹ que tanmateix té només una existència «potencial» fins que és afectada per la «forma»,⁴⁰ que és l'«acte»⁴¹ i la que confereix a un cos les seves propietats específiques. La forma és la pròpia substància primària, formada per una barreja de diferents proporcions dels «quatre elements»: aire, foc, terra i aigua. Cada element es diferencia dels altres tres per disposar de dues «qualitats» diferents entre quatre de possibles disposades en dos grups de qualitats anomenades contràries perquè no és possible disposar alhora de les dues qualitats d'un mateix grup: calor-fredor, sequedat-humitat. Així, l'aire és humit i calent; el foc, calent i sec; la terra, seca i freda, i l'aigua, freda i humida. Cadascun dels ele-

38. Cf. nota 22.

39. «For my definition of matter is just this—the primary substratum of each thing, from it comes to be without qualification, and which persists in the result» (Aristòtil, ed. W. D. Ross, 1930: 192a32).

40. Per Aristòtil la forma és qui determina la matèria, fa que una cosa sigui el que és, i està lligada a l'essència. Així, «by form I mean the essence of each thing, and its primary substance»; «when I speak of substance without matter I mean the essence», i «The essence of each thing is that which is said to per se» (Aristòtil, trad. H. Tredennick, 1933, 1989: 1032b1; 1032b14; i 1029b14).

41. «Further, matter exists potentially, because it may attain to the form; but when it exists actually (l'acte), it is then in the form» (Aristòtil, trad. H. Tredennick, 1933, 1989: 1050a9-17).

ments es caracteritza per excel·lir en una de les seves dues qualitats: l'aire, per la humitat més que per la fredor; el foc, més que per la calor que per la sequedat; la terra, per la sequedat més que per la fredor; i l'aigua, per la fredor més que per la humitat (Aristòtil, ed. W. D. Ross, 1930: 331a0-5). I, com que la «matèria primera» és única per a tots els elements, cada element pot convertir-se en un altre a través de la qualitat que tenen ambdós en comú, en perdre l'altra qualitat no comuna tot adquirint la del nou element. Per exemple, el foc, calent i sec, es pot convertir en aire, calent i humit, a través de la calor com a qualitat comuna, i perdent la qualitat de sec i guanyant-ne la d'humit. I així, seguint un cicle, un element es pot anar convertint en qualsevol dels altres tres.

Com que les qualitats dels elements, tal com es defineixen,⁴² no estan lligades als cosos sensibles, són imponderables. En el cas de l'experiment descrit, la «humitat adherida» al mercuri líquid seria la «qualitat d'humit» i no suposa un element o una substància afegida (com podria ser l'aire, element que té la qualitat d'humit en excel·lència, ni l'aigua que la té en segona prioritat). Per tant, quan en l'experiment el mercuri líquid perd la qualitat d'humit per guanyar la de sec no s'altera el pes del mercuri, i així es descriu en el fragment.

Com s'ha indicat també en la introducció, aquesta interpretació aristotèlica de la composició de la matèria a partir dels quatre elements es va mantenir en l'alquímia medieval europea. Com a exemple, el Geber llatí a *De Summa Perfectionis* descriu el mercuri i les seves propietats amb termes molt semblants als de Maslama en el seu experiment: «[...] és un tipus d'Aigua Viscosa de les Entranyes de la Terra, unida per la Calor [...] fins que l'Humit és contrarestat pel Sec, i el Sec és contrarestat per l'Humit, en el mateix grau. [...] Està fixat (és a dir ha passat de volàtil a no volàtil) i és un Tint de color Vermell de la més exuberant Reflexió i Esplendor fúlgida; i llavors retrocedeix no des de la Barreja, fins al punt que està en la seva pròpia Natura».⁴³ Per altra banda, en el capítol sobre la calcinació Geber, a més de donar una definició genèrica d'aquesta operació, explica el tractament diferent de cada cos segons la intenció de l'operació i la composició del cos en sofre i mercuri.⁴⁴

42. En els casos d'humit i sec: «"moist" is that which, being readily adaptable in shape, is not determinable by any limit in his own: while "dry" is that which is readily determinable by its own limit, but not readily adaptable in shape» (Aristòtil, ed. W. D. Ross, 1930: 329b30).

43. «Argentive, also is called Mercury, is a viscous Water in the Bowels of the Earth, by most temperature Heat united, in a total Union through its leaft (sic) parts, with the substance of white subtile (sic) Earth, until the Humid be contempered (sic) by the Dry, and the Dry by the Humid, equally. Therefore it easily runs upon a plain Superficies, by reason of its Watery Humidity; but it adheres not, although it hath (sic) a viscous Humidity, by reason of the Dryness of that which contemperates (sic) it, and permits it not to adhere. [...] For it is amicable, and pleasing to Metals, and the Medium of conjoining (sic) Tinctures; [...] It is fixed (ha passat de volàtil a no volàtil), and it is a Tincture of Redness of most exuberant Refection, and fulgid (sic) Splendor; and then it recedes not from the Commixion (sic), until it is in its own Nature» (Geber, 1686: *Summa perfectionis*, First Book, Part III, Chap. VI).

44. «Calcination is the Pulverization of a Thing by Fire, through Privation of the Humidity consolidating the Parts. [...] And because the Body it self (sic) is solid, and by reason of that solidity, the occult Sulphureity concealed within the Continuity of the

Aquesta teoria aristotèlica dels quatre elements va arribar al segle XVIII en què seria discutida amb noves alternatives com la del flogist⁴⁵ i finalment superada per la teoria exposada per Lavoisier (1743-1794) en el seu *Traité élémentaire de chimie* (Lavoisier, 1789), on precisament descriu un experiment anàleg al dut a terme per Maslama al-Qurṭubī.

L'aportació de Lavoisier es produí en un context d'intensa activitat científica europea, explicada en detall per Henry Guerlac (1961). En aquella època es coneixien les troballes de la química farmacèutica i mineral de l'Europa continental i de l'anomenada química pneumàtica desenvolupada a Anglaterra i Escòcia, referida a l'estudi dels gasos i al seu comportament en les reaccions químiques. I amb aquests coneixements Lavoisier dugué a terme experiments per trobar una explicació a tres incògnites no resoltes amb les noves teories del moment: el consum d'aire en les combustions, l'augment de pes dels metalls en ser calcinats i la naturalesa de les efervescències produïdes en la reducció de les calçs dels metalls.⁴⁶ Com a resultat d'aquests experiments Lavoisier desenvolupa una nova teoria d'enorme interès per al desenvolupament posterior de la química, atribuint-li Guerlac (1961: Introducció xiii i xiv) «una posició de pivot en la història de la química i un paper d'arquitecte en cap de la Revolució Química».

Com s'ha indicat anteriorment, Lavoisier va dur a terme un experiment anàleg al de Maslama al-Qurṭubī i ho descrigué en el capítol III del *Traité* abans mencionat. Descriu com va fer una calcinació del mercuri, i com va observar que es formaven unes partícules («parcelles») vermelles i una absorció d'aire en el matràs.⁴⁷ Després, pesà una part de la calç de mercuri obtinguda, l'escalfà fins a arribar al punt en què la calç es descomponia i el mercuri tornava al seu estat líquid d'abans de la calcinació. Observà que en tornar a l'estat líquid s'havia produït una disminució de pes, essent del 8,4 % la diferència entre el pes de la calç i el del mercuri líquid obtingut. Finalment va observar també que el «fluid elàstic», gas, que s'havia després en l'operació d'escalfament de la calç feia cremar una espelma amb una brillantor enlluernadora, per la qual cosa va anomenar aquest fluid «air éminemment respirable»,⁴⁸ i més endavant l'anomenaria oxigen perquè va creure que es tractava d'un «formador d'àcids». Amb aquests resultats va anunciar: «es veu que el mercuri, calci-

Substance of Argentvive, is defended from Adustion: therefore it was necessary to separate the Continuity thereof, that the Fire freely coming (sic) to every of its leaf (sic) Parts, might burn the Sulphureity from it, and the Continuity of Argentvive in the Body, not defend it» (Geber, 1686: *Summa perfectionis*, First Book, Part IV, Chap. XIV).

45. Cf. Nota 4.

46. Operació d'escalfament de les calçs (òxids) dels metalls per alliberar els metalls. De forma senzilla es pot dir que és el procés invers de l'oxidació. Utilitzada en metal·lúrgia per obtenir metalls a partir dels seus òxids minerals cremant carbó. Abans de Lavoisier no s'interpretava que es desprèn oxigen que és absorbit pel carbó.

47. El matràs es mantenia tancat i a pressió constant mitjançant una connexió a una campana segellada amb mercuri.

48. Lavoisier explica que «Cet aire que nous avons découvert presque en même temps, M. Priestley, M. Schéele & moi a été nommé, par le premier, air déphlogistiqué; par le second, air empiréal (sic). Je lui avais d'abord donné le nom d'air éminemment respirable; depuis on y a substitué celui d'air vital» (Lavoisier, 1793: 38).

nant-se, absorbeix la part salubre i respirable de l'aire, [...] l'aire de l'atmosfera és per tant compost de dos fluids elàstics de naturalesa diferent i, per dir-ho així, oposada».⁴⁹ Així va quedar establert que l'aire participava activament en la reacció química de calcinació dels metalls combinant-se una part d'ell, l'oxigen, amb el mercuri. I quan després s'escalfaven aquestes calçs s'alliberaven de nou els metalls.

Lavoisier, a partir d'aquest i d'altres experiments que dugué a terme, va establir una nova teoria pel que fa a la combustió i la calcinació. I amb el subsegüent desenvolupament de la química moderna interpretem avui, com ja s'ha indicat abans, que en l'experiment de Maslama al-Qurṭubī el mercuri va sofrir una oxidació amb l'oxigen de l'aire, convertint-se en òxid mercuríic.

El pes del mercuri, per la combinació química amb l'oxigen com a part respirable de l'aire, hauria d'haver augmentat en un 8 %, segons els càlculs de la química de la reacció. Però Maslama al-Qurṭubī afirma que «el seu pes era com el d'abans», i això hauria de tenir una explicació. Descartant la possibilitat d'un error del 8 % en la pesada perquè les balances eren instruments precisos i d'ús comú,⁵⁰ l'explicació que em sembla més probable és la de l'evaporació de part del mercuri durant l'experiment, escapant-se sense haver-se combinat amb l'oxigen.

Aquesta evaporació és afavorida per l'alta temperatura del mercuri, el moviment de convecció dels gasos calents i l'escombrada produïda per l'aire que ha de circular per aportar l'oxigen de reacció. En referència a la temperatura, Lavoisier indica que «el mercuri va ser escalfat fins al grau necessari per fer-lo bullir»,⁵¹ que és de 356,72 °C. I sobre el volum d'aire que havia de circular es necessitaria un mínim de 27 litres per aportar l'oxigen necessari per oxidar el quart de lliura de mercuri del fragment. Encara que l'olla tingués aquest volum i estigués tapada (Holmyard, 1924: 293-305),⁵² es produiria un buit al seu interior que seria impossible de mantenir amb els mitjans d'estanquitat disponibles a l'època. Per tant, amb el moviment de gasos originat per l'entrada d'aire fred, i la convecció de l'aire i els vapors calents interns, és possible que es produís una pèrdua de mercuri per la sortida de part dels seus vapors sense reaccionar. Maslama al-Qurṭubī no ho va detectar i acceptà que «el seu pes era com el d'abans» perquè encaixava amb el concepte aristotèlic que només s'havia produït un canvi de qualitat d'«humit» a «sec» que no afectava el pes.

49. «on voit que le mercure, en se calcinant, absorbe la partie salubre et respirable de l'air, [...] l'air de l'atmosphère est donc composé de deux fluides élastiques de nature différente & pour ainsi dire opposée» (Lavoisier, 1793: 38).

50. Ja figuraven en els Papirs de Hunefer i d'Ani en el *Llibre dels Morts*.

51. «le mercure fût échauffé jusqu'au degré nécessaire pour le faire bouillir» (Lavoisier, 1793: 36).

52. Holmyard indica en la traducció del seu manuscrit «[...] I opened», és a dir, que l'olla estava tapada durant l'escalfament. Però en el Beşirağa 505 d'aquest article no s'indica que s'obrí, ni que es fes servir tapa, ni cap altra mesura per tractar d'evitar l'evaporació.

Són possibles altres explicacions de la casualitat que el pes inicial i el final fossin el mateix. En tot cas, i encara que l'objectiu de Maslama era explicar la composició de la coloració en els metalls, «Només he fet aquest experiment [...]», són vàlides l'obtenció efectiva d'òxid de mercuri, la base aristotèlica de l'explicació donada i les tècniques adoptades, incloent-hi la cura d'haver fet pesades abans i després de l'experiment.

Pel que fa a les tècniques de treball alquímic de l'època de Maslama al-Qurṭubī que es desprenen del text de l'experiment,⁵³ destaquen la quantificació experimental, la mesura de la temperatura i el sistema de control d'aquest paràmetre. Així, sobre la quantificació experimental es descriu que es van fer pesades del mercuri abans i després de l'experiment, i la seva comparació confirma la incorporació d'aquest tipus d'anàlisi a l'experimentació alquímica, que, tot i la influència pitagòrica, habitualment se centrava només en la part qualitativa fins i tot per reconèixer els metalls preciosos obtinguts per transmutació.

I pel que fa a la mesura de la temperatura de l'experiment, és descrita com «un foc summament suau essent la seva calor tal que jo tocava els costats d'aquella olla i trobava que la mà en tolerava el contacte». Es tracta d'una referència típica de la literatura alquímica perquè els termòmetres no van tenir un ús ampli fins a principis del segle XVIII, quan René Antoine Ferchault de Réaumur desenvolupà el termòmetre d'alcohol amb graduació directa. En altres descripcions de l'època de Maslama al-Qurṭubī s'utilitzen expressions com «bany maria», «bany de cendres», «incandescent», «escalfat al roig blanc», i altres de més indefinides com ara «tan calent com un munt de fems», o «una gallina lloca».

Amb l'expressió «d'un foc summament suau [...]», es pot entendre tant la idea d'una temperatura baixa com la de mantenir-la per sota d'un límit. Vernet (1981: 178) ho explica en comentar la traducció de Holmyard en l'article esmentat: «[...] col·loqué a éste en una cazuela [baño maría] [...]». Però no s'ha trobat referència d'aquesta possibilitat. Per ampliar la informació sobre aquest punt s'ha fet una prova experimental per veure si era possible dur a terme aquest experiment a aquesta temperatura. Joan Antoni Forner, enginyer químic, ha provat en el seu laboratori l'escalfament de mercuri a 110 °C en un matràs amb un corrent d'aire i a reflux segons es descriu al final de l'article en l'apèndix II. Com a resultat de la prova ha conclòs que «el mercuri RA⁵⁴ no és oxidable amb l'aire a la temperatura de 110 °C i òbviament menys a la temperatura del bany maria».⁵⁵ Per tant, la temperatura de la reacció en l'experiment de Maslama al-Qurṭubī havia d'estar propera al punt d'ebullició del mercuri, 357 °C, per similitud amb l'experiment de Lavoisier que s'ha comentat abans. I la compatibilitat entre aquesta alta temperatura de reacció i una baixa temperatura dels

53. Com s'ha indicat en la nota 8, una descripció més completa de les tècniques de treball alquímic de l'època es descriu a *Kitāb al-asrār, Llibre dels secrets*, d'ar-Rāzī (854-925).

54. RA: grau de puresa «Reactiu Analític».

55. Tot i que afegeix que «No sabem si el mercuri amb un hipotètic alt contingut d'impureses podria haver tingut un comportament diferent», difícilment es donaria aquesta circumstància.

costats de l'olla, de manera que «la mà en tolerava el contacte», podia aconseguir-se amb una olla bastant més gran que el recipient que contenia el mercuri i extraient lateralment els gasos de combustió abans que contactessin directament amb els costats de l'olla.⁵⁶

L'objectiu del control de la temperatura, tan curiosament explicat per Maslama al-Qurṭubī, havia de ser el d'evitar arribar a la temperatura de descomposició de l'òxid de mercuri, reducció de la seva calç, 500 °C, en què es desprèn l'oxigen i torna a quedar com a mercuri lliure, líquid. Lavoisier també ho va experimentar així com s'ha explicat abans.

6. Conclusió

En aquest article s'ha analitzat l'experiment d'escalfament de mercuri que dugué a terme l'andalusí Maslama al-Qurṭubī en el segle x segons la descripció que en va fer en un fragment de la seva obra alquímica *Rutbat al-hakīm*.

L'objectiu ha estat primerament analitzar les interpretacions que el mateix text fa dels resultats obtinguts i de les causes de la transformació produïda basades en la teoria aristotèlica dels quatre elements que es mantenia vigent en l'època. I després revisar aquestes interpretacions a la llum de la nova teoria establerta per Lavoisier a finals del segle XVIII en el seu *Traité élémentaire de chimie*, on descriu un experiment similar al de Maslama al Qurṭubī.

En el decurs de l'exposició s'ha resumit el context científic a Alandalús en el segle x, fruit de la influència àrabo-islàmica oriental, i la continuació d'aquesta influència i el desenvolupament propi en segles posteriors. També s'ha resumit com a partir de principis del segle XII aquest saber va interessar a l'Europa llatina i va ser objecte de visites d'estudi i campanyes de traduccions. El *Llibre de la composició de l'alquímia*, traduït l'any 1144 per Robert Chester, és considerat com la primera obra d'alquímia apareguda a l'Europa llatina. I també es promogué un «renaixement científic» medieval amb obres pròpies, algunes de gran ressò com *De Summa perfectionis magisterii* de Geber de clara influència àrab.

En l'anàlisi del text de l'experiment de Maslama al Qurṭubī s'ha detallat la influència de la teoria aristotèlica dels quatre elements i després s'ha revisat el contingut amb l'ajut de la descripció que va fer Lavoisier d'un experiment similar i les teories que en va deduir. També s'ha descrit el context químic del segle XVIII en què Lavoisier dugué a terme els experiments dels quals es derivarien les seves teories que van revolucionar la química de l'època i, com s'indica en textos de química general, *crea les bases de la química moderna*, si més no pel que fa a la *divisió de les substàncies en dues classes: substàncies elementals i compostos*.

L'article s'ha centrat en l'experiment de Maslama al Qurṭubī del segle x a Alandalús, ha descrit succintament les etapes anteriors de l'alquímia i també la situació d'arribada de les bases de la química moderna amb Lavoisier al segle XVIII. Per a molts estudiosos de la ciència alquímica islàmica, aquest és el punt de partida de la ciència química moderna. I en

56. L'autor d'aquest article ho va comprovar amb una olla de terrissa de 4,5 litres i un foc elèctric: en el fons de l'interior de l'olla la temperatura arribava als 400 °C i els costats de l'olla es podien tocar amb la mà.

aquest article s'ha comentat la doble naturalesa de l'alquímia islàmica, una d'exotèrica, externa, i una altra d'esotèrica, oculta. Ambdues van estar ben conreades, la primera amb la física i la filosofia, i la segona amb la religió, la teologia i la mística. I com s'ha citat de Holmyard: «[...] aquesta (l'alquímia exotèrica) no és degudament apreciada si l'altre aspecte (l'alquímia esotèrica) no es té sempre en compte».⁵⁷ La qual cosa és una evidència més de la complexitat de la pròpia ciència química, que per establir-se com a tal ha necessitat de tota la potencialitat de l'ésser humà en el seu camí de més de dos mil·lennis, considerant els inicis de l'alquímia en l'Egipte hel·lènic.

Quedaria per a un futur l'esperada traducció de la *Rutbat al-ḥakīm* per aprofundir en les bases filosòfiques i científiques de l'alquímia d'Alandalús. I, de forma més general, continuar amb treballs relacionats amb la part més científica de l'alquímia islàmica. Al-Ḥassan (2009: Preface p. X, i Introduction p. 1-2) va destacar que des dels treballs de Stapleton, Holmyard, Ruska, etc. havien passat set dècades sense treballs seriosos relacionats amb aquest tema. Però també indicava que la major presència d'estudiants d'origen àrabo-islàmic a les universitats occidentals i la incorporació de la història de la ciència islàmica en les universitats àrabo-islàmiques, que s'han produït en les darreres dècades, hi aportaran un nou impuls.

57. Cf. Nota 7.

الزئبق

للدروسه وملك القوى المدوره في الحيوان فان وجدتها منه فقد والله قوت لان الحيوان
 اسهل في المعصيل واقرب في العمل بشر وان لم يجدها ووجدتها في المعادن فاصنع بها على
 ما ذكره القوم حتى يقف على ملك القوى فاذا ادى الملك لاسواق المشه في يدورها ما رسمت الملك
 من اليدبر و احمل امامك ما رسمه الرازي من عقيد الذهب او لا واخراج النار منه ثم حطبا
 في الما حتى يبر الصبح كله في الما وستر على ما رسمت له شيئا وانا انزلك شيئا لا يقف عليه ن
 العلم ان القوم قالوا في الحيوان يزعمون ان يدورها انها حيل وعقد وهو الذي قالوا فيه فتمسك
 وتركت فاذا سمع السامح حيا وعقد يدان الخ لاول الاسر والعقد اخر الاسر واما عمله في يدبر
 الحيوان فمعصيل الحظر ان اشد اخطا وتركه عقدا وتو بذلك وما عليك ابدا الطالبان بعض
 الاسر وخذت عليه معبال ان حال مطلوبك بايسر امير واقوم سحر اذ اخصت عن الابد فان الطبيعة
 ومسرت منها الحديثه والى سوانه اعنى الملك اذ عرفنا بالعلم فاصف الى هذه المعادن واخذت ن
 واذن هذا اليدبر والوزن يدل على ان دهنه الرقيق لان الكبريت منعقد و نارته محمعه فيه
 والرقيق شبه الصفة التي ذكرها الرازي لانه قال ان الصبح في الدهن محروق والرطوبة عليه
 غالبه فاذا ادع باثارة ونفت عنه فضل الرطوبة واجتمع لذلك وتكثرت وتكثرت وسغا لانه
 شغل النار اعنى الصبح وهذه الصفة ليربع بها الكبريت لانه ليرد لان الصبح فيه محروق ولان
 صنعه مجمع فيه ايضا ولان الرطوبة عليه غالبه لان المنس هو الغالب على الكبريت فغلبت
 ان يكون رادته الرقيق اقرب وانا انزلك من عقده ما رسمت عاتان اعلم انك لو اردت اذ الخ
 شي عليه به اساعا عنى لقوله انهم عقده والدهن حتى اصبحت فيه النار و سهرت ان النار تزداد
 بالنار حمر البيا فرسوا الى اخر قوله فاخذت الرقيق عسقا وجعلت في ايدي جراج ودمو
 عسقا لا شبعه والاب على شغل الصند و جعلت في ايدي اخرى مثل قدر الطبخ ووضعنا على نار
 ليته في النفايه من اللزج وكان يبلغ حرها الى المس حواب ملك الفدر فاخرجها مثل الدر شتمنا
 واوقرت لذلك للملا فاعاد ارجين مما تخرجت الرقيق وكان الزئبق رطل او حذوته نراب احمر
 لن الحسبه فانه قد سخن الملك المده طما وورته فوجرت وورته فان عملت ان الرطوبة التي ملتفت
 فيه كانت المنصه عند الحمر من الظهور وصار الرقيق صكله احمر واحجاب المعادن
 يزعمون ان من اخذ هذا الرقيق المعقود ودخله زسقا رجراجا وادخله عليه بالحق والستوب
 قبله لانه منه واليه يعود م نضاق البيه حسدان فهو مان مقام الاسا في اللزج واما وجه الصفة
 بزعمهم ولما جرب ذلك عنوا في لمدارى للقوم طريقت في المعادن بسره ما اخبرتك عن عقده الرقيق
 وحله والماعنى في ما به عنده و وطرق المعادن وان لم يرك في الذهب وهو والله فاعلم

16/16

21/21

27/27

Página 19a, línies 16 a 27, on es descriu l'experiment d'escalfament del mercuri.

7. Apèndix I: Descripció codicològica⁵⁸

Manuscrit apògraf, complet i en suport fotogràfic poc nítid, que dificulta la distinció dels punts diacrítics i vocalitzacions, quan hi són, respecte de petites marques degudes a la poca nitidesa.

- Signatura i dades topogràfiques: Beşirağa 505 datat 756/1355, Istanbul, Süleymaniye Kütüphanesi.
- Títol del manuscrit en guarda volant:

كتابا في الكيمياء من قبل التعليم. كتاب رتبة الحكيم في الكيمياء وكتاب الروضة في الكيمياء وثمان وثلاثون⁵⁹

(El llibre del grau en química i el llibre d'iniciació en química, i trenta vuit llibres de química per a l'ensenyament)

Tot i que en aquesta entrada principal s'anuncien quaranta llibres, el manuscrit només conté el primer, i així ho corrobora el títol uniforme que dona la biblioteca, *Rutbat al-ḥakīm fī l-kīmiyā'*.
- Títol de l'obra: كِتَاب رُتْبَةِ الْحَكِيمِ الْمَوْسُومِ بِمَدْخَلِ التَّعْلِيمِ (El llibre del grau del savi anomenat *Introducció a l'ensenyament*)
- Títol uniforme, segons el títol conegut: رُتْبَةُ الْحَكِيمِ (El grau del savi)
- Posseïdor:

الْمَلِكُ اللَّهُ دَخَلَ فِي حِفْظِ عَبْدِ الْحَاجِيِّ بَشِيرٍ أَغَا دَارِ السَّعَادَةِ الشَّرِيفَةِ

(El poder és de Déu i va entrar [el llibre] en la custòdia del seu serf Başir Ağâ⁶⁰ de la *Dār al-Saʿāda al-Şarīfa*)
- Tres segells i una marca a la portada: s'ha pogut desxifrar en el tercer segell la indicació حَسَنِي عَبْدِ اللَّهِ مُحَمَّدَ أَمِينَ, Husnī ʿAbd Al-lah Muḥammad Amīn, possiblement el nom de la persona encarregada de guardar el manuscrit. No s'han pogut desxifrar els altres dos. La marca porta la numeració 2616.
- Autor: segons l'*incipit* és Abū l-Qāsim Maslama b. Aḥmad b. l-Qāsim al-Mağritī al-Qurṭubī. S'ha de reconsiderar la identificació d'acord amb la proposta de M. Fierro explicada en l'article.⁶¹
- Data d'escriptura: en el foli 3a figura l'inici en l'any 439/1048 i l'acabament en el 442/1051 coincident amb altres manuscrits però erroni un cop identificat l'autor, com s'ha indicat anteriorment. Hauria de ser un segle anterior, des de 339/950 a 342/954, com s'indica en altres manuscrits.
- Copista: no s'esmenta.
- Lloc i data de la còpia: no s'esmenten, tot i que la portada indica que en data 1158/1745 el llibre va formar part de la biblioteca Beşirağa amb la signatura 505. La discrepància

58. En aquest punt he seguit les *Reglas para la edición crítica de textos árabes* de Šalāh al-Dīn al-Munajjid (1958).

59. En el text original ثمان وثلاثون.

60. Ağâ: títol de respecte, equivalent a senyor, per a funcionaris otomans de certa importància.

61. Cf. Nota 17.

entre aquesta data i la indicada en la signatura del manuscrit (756/1355) podria ser deguda al fet que la primera correspon al conjunt dels quaranta llibres indicats en aquella portada, i la signatura de la biblioteca és la vàlida per al manuscrit de la *Rutba*.

- Característiques físiques i cal·ligràfiques: consta de 59 folis amb cares a i b, que inclouen portada i folis numerats de 1b a 59a. La numeració és moderna occidental sense marcar les cares b: guarda anterior, portada amb el títol i el nom del propietari, amb número «I», corresponent a 1a, *incipit* amb 1B, pàgines 2a, 2b sense marca de numeració, ... 45b, 45b bis, 46a bis, 46a..., 58b sense marca de numeració, i *explicit* 59a. No hi ha reclams. La caixa de text és de 27 línies per cara.
- Pel que fa la cal·ligrafia, és del tipus oriental, utilitària, i el seu traç mostra la pressa del copista. La portada presenta una mà diferent a la de la resta del manuscrit.
- Altres característiques físiques: suport en arxiu electrònic de 119 fotografies.
- Correccions i marques:
 - Al marge de les pàgines s'inclouen correccions, 12 % de les pàgines, i notes en àrab, 15 %.
 - Les pàgines inclouen també subratllats, 10 % de les pàgines, i emmarcats en vermell en 3 pàgines.
 - Dues pàgines porten el mateix segell superior de la portada.
 - En la pàgina 33a hi ha unes ratlles en el text que semblen emmarcar la frase que queda a l'interior.
- Contingut del text:
 - El llibre està dividit en una introducció i quatre tractats, *maqālāt*, i cada tractat està dividit en capítols, *fuṣūl*.
 - La introducció, pàgines 2b a 4b, explica la raó per la qual ha escrit el llibre, la ignorància dels que es creuen savis i s'han apartat de la ciència divina. Presenta un resum de les 51 epístoles dels Germans de la Puresa. Explica que l'alquímia i la màgia estan en el punt més alt del coneixement de les deu ciències dels antics i que són necessàries per entendre els secrets de la naturalesa i treure'n benefici. I acaba amb la descripció de l'estructura del llibre.
 - La *maqāla* I, pàgines 4b a 6b, recomana una selecció de llibres dels «antics i els moderns», suggerint la manera de llegir-los i com procedir en cas que no estiguin disponibles.
 - La *maqāla* II, pàgines 6b a 11b, discorre sobre la Pedra Filosofal.
 - La *maqāla* III, pàgines 11b a 26b, tracta de l'Elixir.
 - La *maqāla* IV, pàgines 26b a 59a, és una disquisició sobre els enigmes dels experts i la manera de desentrellar-los. I acaba amb l'habitual admonició al lector del llibre dels riscos socials del coneixement de l'Art (l'alquímia).
- *Incipit*:

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

هذا كتاب رتبة الحكيم الموسوم بمدخل التعليم تأليف الإمام أبي القاسم مسلمة بن أحمد بن القاسم المجريطي القرطبي رضى الله عنه ورحمه أمين الحمد لله العزيز الوهاب المسبب الأسباب المفتح الأبواب الملهم الألباب مالك الرقاب ومنشئ السحاب ورب الأركاب الغفار لمن تاب ذي الفضل والمئة والإحسان والطول والعزة الامتنان العظمة والقدرة والسلطان.
 أعلم أيها الأخ الحكيم الطالب العلوم الإلهية والأسرار الطبيعية أن لكل أمر سبباً والذي دعاني إلى تأليف هذا الكتاب الذي رسمته ...

• *Explicit:*

... ويطاعون عند رؤسائهم فلنسع صدرك واکتم شرک وإن بلغت بك الحال والحيلة إلى أن تعود وما بك تطلب شيء من هذه العلم المخفية تجد السبيل بذلك إلى الاستهزاء معهم والتضاحك منها معهم فتلك الحكمة البالغة والسياسة التامة وإحتفظ بما تسمع وهو المفيد لك من وصايا في دقيقتها وجليلها فكل صغير من الحكمة كبير عند أهله وإن كنت على غير ما رسمت لك فقد تركت هذا لنفسك والله الموفق للصواب وهو حسبي في كتابي هذا الذي سميت رتبة الحكيم ومدخل التعليم وهذا تمامه بقدرة الحكيم العزيز العظيم. كمل ذلك و الحمد لله وحده.

8. Apèndix II. Descripció prova d'escalfament de mercuri a 110 °C

1) OBJECTIU

Comprovar si l'oxidació del mercuri amb aire es pot produir a la temperatura del bany maria.

2) APARELLS

- 1 Matràs de 3 boques esmerilades i volum de 1.000 ml. Amb aquest volum molt més gran que el del mercuri s'aconsegueix que l'aire circulant surti del matràs a baixa temperatura i per tant el seu contingut en vapor de mercuri sigui mínim.
- 2 Columnes de fraccionament tipus Vigreux de 450 mm d'alçada útil cadascuna i muntades en sèrie a la boca central del matràs actuant com a reflux.
- 1 Entrada d'aire per una de les boques laterals del matràs dirigida de forma que no anés directament sobre el mercuri per evitar pèrdues de mercuri en arrossegar els seus vapors.
- 1 Termòmetre digital (+/- 0,1 °C) per a la mesura real de la temperatura del mercuri, muntat a la tercera boca del matràs.
- 1 Balança electrònica de 0-2000 g amb exactitud de 0,01 g.
- 1 Petit compressor d'aire i rotàmetre per a la mesura del cabal d'aire.
- 1 Placa calefactora termostatitzada.

3) DESCRIPCIÓ DE L'EXPERIMENT

En un matràs de tres boques esmerilades es van muntar les columnes de reflux, l'entrada d'aire constant i un termòmetre digital.

Es van afegir 99,99 g de mercuri RA i es va tarar tot el conjunt en fred (22 °C) tenint un pes de 743,23 g.

El conjunt tarat es va posar sobre la placa calefactora, es va connectar l'aire a raó de 0,5 l/min i es va ajustar el termòstat de la placa fins que la temperatura del mercuri va assolir els 110 °C. El termòstat va mantenir la temperatura del mercuri a 110 °C, +/- 1 °C durant tota la duració de l'experiment.

Transcorreguts 8 dies amb les condicions abans esmentades, es va desconnectar la placa calefactora i l'entrada d'aire i es va deixar refredar tot el conjunt fins a la temperatura ambient (22 °C). Durant el refredament es va tapar la part alta del reflux i l'entrada d'aire per evitar una possible humectació.

Una vegada a la temperatura ambient, es van treure els taps i es va pesar el conjunt de nou. El pes fou 743,23 g, el que indica que en 8 dies a 110 °C no es produí cap increment de pes i per tant el mercuri no es va oxidar.

4) OBSERVACIONS

La part baixa de les columnes Vigreux durant tot l'experiment no es va escalfar i un termòmetre situat a la part alta de la columna no va passar mai de 23 °C.

5) CONCLUSIONS

Podem assegurar que el mercuri RA no és oxidable amb l'aire a la temperatura de 110 °C i òbviament menys a la temperatura del bany maria (100 °C màx.).

Aquesta conclusió ve avalada també per la bibliografia,⁶² que cita que el mercuri s'oxida amb l'aire a temperatura propera al punt d'ebullició (356,9 °C).

L'experiment s'ha fet amb mercuri RA. No sabem si el mercuri amb un hipotètic alt contingut d'impureses podria haver tingut un comportament diferent.

Agost 2014

Joan Forner Benito, enginyer químic.

9. Agraïments

Atès que l'article ha estat fruit d'un treball acadèmic a la Facultat de Filologia de la Universitat de Barcelona, vull expressar el meu agraïment als professors D. Bramon, E. Calvo, J. Casulleras, M. Forcada, R. Puig i M. Viladrich, que en un moment o altre m'han fet de tutors.

Agraeixo també a J. A. Forner, enginyer químic, col·lega i amic, els seus suggeriments sobre l'experiment de Maslama al-Qurtubī i les proves complementàries dutes a terme en el seu laboratori. I, finalment, als meus primers professors de llengua àrab, els germans Mustafa i Muhammad Mahmud Muhammad Ibrāhīm, de l'Institut alQantara, l'ajut en la lectura del manuscrit.

62. Kirk-Othmer. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Volume 15. Third Edition. Nova York: John Wiley & Sons, 1981, p. 161.

Bibliografia

AL-ḤASSAN, A. Y. (2009), *Studies in al-Kimmya', Critical Issues in Latin and Arabic Alchemy and Chemistry*, Hildesheim: Georg Olms Verlag.

ARISTÒTIL (1930), *The Works of Aristotle*, translated into English under the editorship of W. D. Ross, vol. II: *Physica; De Caelo; De Generatione et Corruptione*, Oxford, Clarendon Press. Disponible a: <<https://archive.org/stream/workstranslatedi02arisuoft#page/n3/mode/2up>> [consulta: 8 de març de 2016].

ARISTÒTIL (1952), *Meteorologica*, with an English Translation by H. D. P. Lee, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press; Londres, William Heinemann Ltd. Disponible a: <<https://archive.org/stream/L397AristotleMeteorologica/L397-Aristotle%20Meteorologica#page/n1/mode/2up>> [consulta: 8 de març de 2016].

ARISTÒTIL (1933, 1989), *Metaphysics, Aristotle in 23 Volumes*, vols. 17, 18, translated by Hugh Tredennick, Cambridge, MA, Harvard University Press; Londres, William Heinemann Ltd. Disponible a: <<http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Perseus%3Atext%3A1999.01.0052>> [consulta: 8 de març de 2016].

BRAMON, D. (2008), «Arabismes del català i altres mots relacionats amb l'islam en la segona edició del Diccionari de la llengua catalana», *Estudis Romànics (Institut d'Estudis Catalans)*, vol. 30, 127-139.

DE CALLATAÏ, G. (2013), «Magia en Al-Andalus: *Rasā'il Iḥwān aṣ-ṣafā'*, *Rubat al-ḥakīm* y *Gāyat al-ḥakīm* (Picatrix)», *Al-Qanṭara* XXXIV 2, fasc. 2, 297-344.

FIERRO, M. (1996), «Bāṭīnism in Al-Andalus. Maslama b. Qāsim al-Qurṭubī (d. 353/964), author of the *Rubat al-ḥakīm* and the *Ghāyat al-ḥakīm* (Picatrix)», *Studia Islamica*, 84, (2 novembre), 87-112.

GEBER (1686), *The works of Geber*, translated by Richard Russel, Londres, printed for William Cooper at the Pelican in Little Britain. Disponible a: <<https://archive.org/details/WorksOfGeber>> [consulta: 5 de novembre de 2015]. GEBER (1928), *The works of Geber*, englished by Richard Russel (1678); a new edition with introduction by E. J. Holmyard, Londres, J. M. Dent.

GUERLAC, H. (1961, reimprès 1990), *Lavoisier-The crucial Year. The background and Origin of His First*

Experiments on Combustion in 1772, Nova York, Gordon and Breach.

HOLMYARD, E. J. (1957), *Alchemy*, Harmondsworth Middlesex, Penguin Books; 1990, editions unabridged and unaltered republication by Mineola, N. Y. Dover Publications Inc. Disponible a: <<https://books.google.es/books?id=vHz7VQz-ucgC&pg=PA24&dq=Alchemy+E.J.+Holmyard+Aristotle&source=bl&ots=oRfqdSGSYB&sig=CihOOffvwZctFNL3sG-nOIEyLQO8&hl=ca&sa=X&output=reader&pg=GBS.PA2>> [consulta: 6 de març de 2016].

HOLMYARD, E. J. (1924), «Maslama al-Majrī and the Rutbatu'l-Hakim», *Isis*, 6, 293-305.

HOLMYARD, E. J. (1937), «Aidamir al-Jildakī», *Iraq*, Vol. 4, N. 1 (Spring), 47-53.

IBN ḤALDŪN (1968), *Discours sur l'Histoire Universelle (al-Muqaddima)*, 3 vol., traducció per Vincent Monteil, Beyrouth, Commission Libanaise pour la traduction des chefs d'œuvre.

KRAUS, P. (1986), *Jābir ibn Ḥayyān, Contribution à l'histoire des idées scientifiques dans l'islam. Vol. II Jābir et la science grecque*, París, Les Belles Lettres.

LAVOISIER, A. L. (1789), *Traité élémentaire de chimie: présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes*, 2 vol., Seconde Édition, París, Chez Cuchet, Libraire. Volume 1 disponible a: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3930k/f9.image.r=Trait%C3%A9%20%C3%A9l%C3%A9mentaire%20de%20chimie:%20pr%C3%A9sent%C3%A9%20dans%20un%20ordre%20nouveau%20et%20d'apr%C3%A8s%20les%20d%C3%A9couvertes%20modernes>> [consulta: 25 de setembre de 2016]. Volum 2 disponible a: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3931w/f1.image.r=Trait%C3%A9%20%C3%A9l%C3%A9mentaire%20de%20chimie:%20pr%C3%A9sent%C3%A9%20dans%20un%20ordre%20nouveau%20et%20d'apr%C3%A8s%20les%20d%C3%A9couvertes%20modernes>> [consulta: 25 de setembre de 2016].

MARLOW TAYLOR, G. (2015), *The Alchemy of Al-Razi: A Translation of the «Book of Secrets»*, CreateSpace Independent Publishing Platform, USA. Disponible a: <http://juliusruska.digilibrary.de/q220/q220_e_transl_taylor/q220_e_transl_taylor.pdf> [consulta: 27 de març de 2016].

MARQUET, Y. (1986), «Quelles furent les relations entre 'Jābir ibn Ḥayyān' et les Iḥwān aṣ-ṣafā' ?», *Studia Islamica*, 64, 39-51.

NEWMAN, W. (1985), «New Light on the Identity of "geber"», *Sudhoffs Archiv*, 69.1, 76-90.

RUSKA, J. (1937), *Al-Rāzī's Buch Geheimnis der Geheimnisse: Quellen und Studien zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin*, band 6, Berlín, Verlag von Julius Springer. Disponible a: <<http://juliusruska.digilibrary.de/q231/q231.pdf>> [consulta: 30 de març de 2016].

ŞALĀḤ AL-DĪN AL-MUNAJJID, S. D. (1958), *Reglas para la edición crítica de textos árabes*, traducción del árabe de J. M. Fórneas, El Caire, Instituto de la Liga Árabe.

SAMSÓ, J. (2011), *Las Ciencias de los Antiguos en Al-Andalus*, Almería, Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes; Fundación Cajamar; Ayuntamiento de Roquetas de Mar, 2a ed. con «addenda y corrigenda» a cargo de J. Samsó y M. Forcada.

VERNET, J. (1981), «La Alquimia». A: *Historia de la Ciencia Árabe*, Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1-21 i 163-183.