

MARIE ANNE E A TÁBOA PERIÓDICA

ANA M. GONZÁLEZ NOYA

XOANA PINTOS BARRAL

MANOLO R. BERMEJO

Departamento de Química Inorgánica

Universidade de Santiago de Compostela

1. INTRODUCCIÓN

Neste ano no que se están a conmemorar os 150 anos da publicación da Táboa Periódica por Dimitri Mendeleev e se están a celebrar moitas outras efemérides ben coñecidas, nunca, ata o momento, se expresou de forma explícita alusión algunha á contribución de Marie Anne Paulze ao desenvolvemento da táboa periódica ao longo da historia. Deberíamos considerar e lembrar algunha posible contribución de Marie Anne á historia da táboa periódica? Podemos e debemos dicir algo, hoxe, sobre as achegas de Marie á construción da táboa periódica total? Contribuíu realmente, Marie, á evolución e construción da Táboa Periódica? Nós levamos publicado achegas diversas sobre as contribucións de Marie Anne ao mundo da química, ao longo de distintos relatorios presentados nos nosos congresos de ENCIGA. Hoxe pretendemos reflexionar sobre cales puideron/deberon ser as achegas de Marie á construción das táboas periódicas do seu tempo.

Debemos insistir en que a táboa periódica que hoxe coñecemos e celebramos é froito do xenio de Mendeleev; pero tamén é obrigatorio citar as contribucións de Julius Lothar Meyer -quen fai 150 anos-chegou ás mesmas conclusións que Dimitri, pero non se atreveu a publicalas e chegou tarde á historia. Tamén cómpre saber que houbo moitas outras achegas na historia á construción da táboa periódica definitiva. Hai algunha evidencia da posible contribución de Marie Anne á construción ou elaboración das distintas táboas periódicas da historia? Estivo presente ou actuou significativamente no descubrimento dalgún elemento químico?.

É necesario citar que a ONU decidiu que, neste Ano Internacional, se insista sobre a importancia de promover o desenvolvemento da docencia no uso da táboa periódica na aula. Pareceunos pois de grande interese utilizar a relación de Marie Anne coa táboa periódica das substancias simples elaborada por Lavoisier, para poñer en valor as achegas e o posible papel xogado por Marie Anne e, por extensión, de todas as mulleres, aínda non recoñecidas ao longo da historia da ciencia.

Nesta comunicación pretendemos reflexionar sobre en que medida se implicou Marie Anne na elaboración do *Tratado Elemental de Química* de Lavoisier e, moi particularmente, na construción da táboa das substancias simples nas que se contempla todos cantos elementos químicos se coñecían polo momento.

Nesta comunicación pretendemos facer: un breve repaso sobre a formación científica de Marie Anne, ao longo da súa vida; recorrer a cronoloxía da táboa periódica ata o momento histórico da publicación do tratado de Lavoisier e estudar a posible implicación de Marie na elaboración da táboa das substancias simples, publicada no *Tratado*.

Coa a nosa intención de **Instruír, Educar e Divertir**, presentamos hoxe esta comunicación que pretende reflexionar sobre a posible implicación de Marie Anne na construción dunha das primeiras táboas dos elementos químicos da historia.

2. BREVE REPASO DA SÚA VIDA

Coñecemos por outros traballos realizados por nós sobre Marie, como foi a súa vida ata que se atopou con Antoine Lavoisier, pero permitámonos facer un breve resumo da mesma.

Marie naceu no ano 1757 e quedou orfa á idade de 3 anos; polo que seu pai meteuna interna, para a súa formación educativa, nun colexio de señoritas rexido por monxas no convento de Montbrison. Alí estivo en formación, da man das monxas adoratrices, ata a idade de 12 anos.

Desta etapa cómpre lembrar o importante que foi para a súa posterior formación a aprendizaxe recibida no convento, particularmente a forza de vontade adquirida e a forxa do seu carácter. Da instrución no convento podemos subliñar a formación en valores, que había acompañala toda a vida: adquiriu disciplina, que forxaría o seu carácter e facilitaría a súa formación científica; aprendería o mantemento da orde na súa vida de nena que lle sería esencial no seu traballo no laboratorio; formaríase no amor aos seres queridos e a fidelidade ás persoas, o que a levaría a ser amiga dos amigos; conseguiría unha profunda formación humanística (dominando a música, a danza, o canto, as linguas, etc.) que lle permitiría converterse nunha famosa “*salonnière*” do París da época. En conclusión a formación no convento habíaa transformar nunha moi completa muller de ciencia da sociedade europea da época.

Cando Marie Anne cumpre os 12 anos o seu pai, Jacques Paulze, quere montar un salón na súa casa e necesita da axuda da súa filla. Paulze ten un alto cargo na administración da monarquía francesa da época e é membro da Ferme Générale, polo que lle cómpre montar un salón na súa casa onde poida recibir aos seus importantes invitados e establecer as relacións públicas que necesita na súa vida político/ social: Marie está chamada a ser a “*salonnière*” que Jacques Paulze necesita para dirixir o salón da súa casa.

A mociña que é Marie pola época ten que montar e levar adiante o salón do seu pai e, ao tempo, continuar a súa formación educativa. As súas formas comezan a ser de muller e o seu traballo é de muller, polo que os homes comezan a fixarse nela; pero, sobre todo, chama a atención deses homes a espléndida dote económica con que conta unha nena tan noviña e tan feitiña. Por todo elo os homes moscóns, que a están a roldar, lánzanse a por ela e a súa apetitosa dote.

O conde de Amerval é un dos moscóns máis interesados, pois con máis de 50 anos non ten nin oficio nin beneficio e cómprelle facerse coa dote de Marie. A nena rexeita tal pretensión, trata ao pretendente de ogro, e non quere oír do tema; pero Amerval ten moitos medios para conseguir casarse e facerse coa dote: e irmán da duquesa de Lagarde, quen utilizará todos os seus recursos para colocar ao toleirán do seu irmán e, ao tempo, desentenderse dun inútil. Estas fortes influencias son as do abate Terray, alto representante da monarquía capeta, que presiona a Paulze para que permita casar á súa filla co de Amerval.

Por todo isto, o ano 1770, foi un ano duro para os Paulze; pero non ceden no casamento de Marie, a pesares de todas as ameazas de Terray, co conde de Amerval. Neste angustioso momento é cando Lavoisier e Marie se coñecen: Lavoisier é un mozo ben maior que Marie, de 27 anos, colaborador do seu pai na comisión do tabaco e membro coma el da *Ferme Générale* e da administración capeta. Ambos os mozos entran en coñecemento, pásano ben xuntos e, cando poden, están un do lado do outro; Paulze ve o ceo aberto ao pensar no casorio dos dous mozos e, ao mesmo tempo, o alto

comisionado de finanzas (Michel Bouret) posiciónase do lado de Jacques Paulze, defendéndoo contra o abate Terray.

Deste xeito é como, Marie e o seu pai, rexeitan definitivamente ao conde de Amerval e fan público o compromiso de Marie e Antoine: é deste modo como, en decembro do ano 1770, cando Marie ía cumprir os 14 anos, casan estes mozos.

3. A FORMACIÓN CIENTÍFICA DE MARIE ANNE

Cando Marie Anne coñeceu a Antoine Lavoisier quedou impresionada polos coñecementos globais que posuía: era un home de mundo, tiña xa 28 anos e contaba cunha moi acomodada posición económica e social; pero non era nada prepotente senón máis ben humilde e contaba cun enorme afán por ensinar e compartir os seus coñecementos con quen os quería. Este comportamento e actitude foron os que seduciron a unha nena de 14 anos. Desde ese momento, Marie non só namora de Antoine, senón que quere e decide emular ao seu “*Pygmalion*”.

Logo de casar, Marie, queda axiña embarazada pero perde a súa descendencia e, o que resulta peor, non poderá ter fillos na súa vida. Antoine e Marie non se amedrentan e deciden como deberá ser o futuro do matrimonio: Marie quere dedicarse ao mundo da ciencia, como Antoine, pero aínda que conta cunha boa base formativa carece da instrución científica precisa, por ser unha nena. Lavoisier planifica como vai ser a educación de Marie para que chegue a converterse nunha verdadeira científica e a súa completa colaboradora no traballo de química e en todo o resto de actuacións que van realizar en común. O plan preparado por Antoine, e aceptado por Marie, será do máis completo: Marie decide como finalidade da súa vida acadar unha educación o máis completa posible. Quere aprendelo todo para chegar a se converter no complemento necesario do seu amigo, home e compañeiro. Desde ese momento o amor e a liberdade han ser compartidos por Marie co seu desexo de adquirir unha formación o máis completa posible no mundo das artes e das ciencias. Como consecuencia o plan programado é o máis pleno posible, abranguendo tanto as humanidades como as ciencias; así:

–Na súa formación humanística hase dedicar a completar todo canto xa trae aprendido das monxas e, ademais comeza a aprender materias novas, como:

1º Linguas. Aprenderá latín e inglés e, co paso dos anos, chegará a comprender o italiano e o alemán. Esta formación en linguas tornarase fundamental na súa faceta de tradutora dos traballos científicos do grupo de investigadores do arsenal, pois Lavoisier non sabía ningunha lingua. Marie ha ser quen se encargue de relacionar aos científicos do Arsenal cos grandes científicos estranxeiros da época: Franklin, Black, Priestley, Scheele, Kirwan, Saussure, Bladgen, etc.

2º Música, canto e danza. Desde nena contaba con aptitudes e actitudes nestas disciplinas e, agora, ha completar tanto as súas habilidades musicais (no canto e na práctica de diversos instrumentos musicais), como as de danza variada. Con esta formación converterase nunha perfecta “*salonniere*” capaz de levar harmonicamente o salón dedicado á ciencia que, os Lavoisier, querían montar, e montarán, na súa casa do Arsenal.

3º Debuxo e pintura. Marie tiña habilidades artísticas para o debuxo e a pintura polo que quere aprender e completar a súa formación neste campo; por iso ten que conseguir comprometer ao gran pintor David para que se implique no seu perfeccionamento. Os Lavoisier están moi interesados nesta aprendizaxe para que, Marie, poida debuxar todo canto material científico cómpre na realización dunha investigación moderna. Marie transformarase nunha auténtica deseñadora industrial, das primeiras da historia e deseñará, da man de Meussnier o famoso gasómetro, xunto co máis variado material científico que se ha utilizar no laboratorio que, os Lavoisier, monten no Arsenal.

–Na súa formación científica o traballo é laborioso e profundo, pois debe iniciarse nos máis variados campos das ciencias experimentais, así:

1º Ten que aprender a Química Moderna que se está construíndo nese momento. Da man de Bucquet, gran amigo de Antoine, aprenderá o traballo químico no laboratorio. Bucquet tiña un gran sentido práctico de como se traballa nun laboratorio de química; é por iso que, Antoine, solicita do seu amigo que sexa o instrutor e mestre de Marie na aprendizaxe das técnicas experimentais no laboratorio. Marie Anne aproveitará moi ben as ensinanzas recibidas ata se transformar nunha moi boa axudante e colaboradora de Antoine e ha ser, tamén, a instrutora de cantos mozos inicien os seus traballos e a súa formación científica no laboratorio da familia no Arsenal.

2º A formación en Física recibíuna da man do físico Gengembre, outro dos amigos de Antoine e colaborador con el no seu laboratorio.

3º A formación recibida por cantos amigos da familia acudían a traballar no Arsenal. Todos eses científicos, xa moi prestixiosos (Meussnier, Berthollet, Fourcroy, La Place, Sage, Guyton, ...), serían os forxadores do xuízo crítico de Marie e íanse encargar non só da súa preparación científica senón tamén da súa formación intelectual. Os debates que se producían nas sesións científicas do salón do Arsenal sobre materias científicas e político-sociais, así como os experimentos de física e química que se facían e se discutían permanentemente no laboratorio dirixido por Lavoisier, foron o caldo de cultivo que permitiría agromar e desenvolver o coñecemento científico e intelectual de Marie Anne.

4º A preparación e formación cos científicos máis novos do equipo. Ao Arsenal acudiron a formarse, como científicos, novos futuros investigadores dos que se encargaba directamente Marie. Nunha perfecta simbiose con Marie Anne fóronse preparando como científicos baixo a atenta mirada e a dirección de Lavoisier; pero, ao tempo, tamén Marie ía medrando en coñecementos. Tanto Hassenfrantz, como Adet e Séguin ou os máis novos, Nicolás Saussure e Irenée DuPont, foron nun comezo formados por Marie, pero axiña contribuíron a engrandecer a formación de Marie coas súas ideas e comentarios sobre a ciencia.

Como colofón diremos que con todas estas contribucións e formacións no camiño da ciencia, Marie, conseguiu unha formación do máis completa posible, chegando a se converter nunha científica moi salientable aínda que, hoxe por hoxe, siga sen ser considerada unha verdadeira científica.

4. MARIE ANNE NA HISTORIA DA TÁBOA PERIÓDICA

A vida de Marie Anne está inxerida na historia da táboa periódica, acompañando toda a actividade creadora de Lavoisier. No século XVIII a teoría científica imperante no mundo da química era a *Teoría do Floxisto* de Sthal que consideraba que todo na natureza tivo a súa orixe nos Elementos Principio (*Terra, Auga, Aire e Fogo*). Lavoisier e Marie van ser os primeiros en dubidar de tal teoría e poñer en cuestión que todo canto existe derive destes elementos; pois, eles, están convencidos de que non son tales elementos senón compostos.

O tándem dos Lavoisier vaise constituír nos primeiros visionarios dunha nova ciencia que, eles, están axudando a agromar. Son conscientes de que os seus mestres os formaron mamando as ideas do floxisto; pero que están errados polo que enfrontarse a elas será enfrontarse a todos os científicos do seu tempo: como facer para, sen atacar esa teoría, crear unha nova? Toman a decisión de non se enfrontar directamente con eles, tan só van ir acumulando investigacións contrarias á tal teoría de modo que provocarán que cada un deses científicos tome a decisión de abandonala por incorrecta; así:

–Nunca dirán que o *Aire* non é un elemento; máis se se fala de diversos “aires” (CO₂, CO, H₂, N₂, Cl₂, NO₂, N₂O, etc.), se eles mesmos han demostrar a composición do propio aire (integrado por N₂, O₂, CO₂ e outros aires e cunhas proporcións ben estudadas e establecidas), como aceptar que se trababa dun elemento?

–Que dicir da *Auga*? Antoine coñecía, desde os seus primeiros traballos experimentais estudando as augas dos Vosgos, que había augas distintas e con composicións químicas diferentes. Mesmo chegaría a facer o experimento, na *Academie des Sciences* de París, no que realiza a descomposición da auga e a síntese da propia auga a partires dos elementos integrantes. Como podía alguén acreditar en que, a *Auga*, fora un Elemento?

–Por último, a *Terra* era o exemplo máis preclaro de que non era un Elemento. Falábase das “*Terras*” e dicíase que as terras estaban compostas de “*cales*” (óxidos). Como alguén podía pensar que a Terra fora un Elemento-Principio?

Todas as investigacións científicas citadas anteriormente foron deseñadas e realizadas por Lavoisier e, logo, publicadas nos seus traballos científicos; de modo que cando chegou o momento de posicionarse en contra da *Teoría do Floxisto*, non tivo case nada que facer e tan só debeu indicar o que eran para el os elementos químicos de modo que puido confeccionar con facilidade o que sería a súa táboa dos elementos: que chamou Táboa das Substancias Simples.

Na época da investigación intensiva dos Lavoisier -Antoine e Marie- (1772-1789) coñecíanse bastantes elementos químicos, sinalemos cales eran e como se podían clasificar:

-Os chamados elementos alquímicos. Eran os metais da historia (Au, Ag, Fe, Cu, Sn, Pb, Hg) e os coñecido non metais (C e S).

-Os elementos medievais: As, Sb, Bi.

-Os elementos descubertos e preparados no século das luces: Ti, Zr, Cr, Mo, W, Mn, Co, Ni, Pt, Te, U, N, H, O, P e Cl.

Todos eles eran xa coñecidos na época de Marie e Antoine, pero eran nomeados dun xeito caótico, nada organizado, ao igual que acontecía cos compostos preparados ata ese momento.

Marie Anne e Antoine eran conscientes nesa época da necesidade de dotarse, eles e a comunidade científica, dunhas *Normas* para chamar aos elementos químicos e aos compostos preparados, así como aos materiais de onde procedían (as chamadas xenericamente terras) dun xeito claro e preciso de modo que todos entenderan do que se estaba a falar. Estaban necesitados dunha linguaxe clara e precisa, como a existente no mundo das matemáticas e da física, para poder transformar a química da época nunha ciencia moderna; así que cumpría dotarse dunhas *Normas de Nomenclatura* claras e precisas coa obrigatoriedade de ser utilizadas por todos.

Non é o memento de afondar sobre a creación do “*Método de Nomenclatura Química*” realizado por Guyton de Morveau, Berthollet, Fourcroy e Lavoisier e publicado no ano 1789; pero si cómpre facer algúns apuntamentos:

-Guyton era amigo de Bergman, quen coñecía perfectamente a nomenclatura taxonómica creada por Carl Linneo para nomear tanto ao mundo vexetal como ao animal. Por todo elo estaba en condicións de intentar facer algo semellante na química; máis se consideraba maior e declinou o traballo en Guyton.

-Berthollet era moi amigo de Antoine e, como el, estaba polo labor de establecer esas *Normas de Nomenclatura*.

-Fourcroy era o máis novo do grupo. Discípulo de Antoine e amigo de Marie, coa que traballaba no Arsenal frecuentemente, era quen tiña capacidade de traballo para meterse no labor a fondo.

-Antoine era quen mais necesidade tiña das *Normas*, porque estaba escribindo o seu libro “*Tratado Elemental de Química*” e necesitaba que todos os lectores entenderan canto nel quería explicar. Non sabía como realizar as *Normas*; pero tiña a capacidade de liderazgo do grupo, sabía como encargar as tarefas a cada quen e era capaz de tomar as decisións cando cumprían. Máis tempo tiña pouco polas moitas ocupacións que, nese tempo, debía atender.

-E Marie Anne? Onde estaba e que facía Marie nese traballo? Ela estaba na cerna do grupo: era/foi a coordinadora de todo o grupo de traballo. Recibía os traballos que realizaba e enviáballos a Guyton desde Dijon e, logo de discutilos con Antoine, enviáballos a Berthollet e a Fourcroy; outro tanto facía cos traballos que lle chegaban destes últimos.

O traballo completo de Marie consistía en: 1º enviaba as directrices de Antoine sobre os capítulos a realizar; 2º recibía e coordinaba as recepcións dos traballos; 3º corruxía as probas recibidas; 4º poñía orde nas correccións, para reenvialas; 5º estudaba e completaba as achegas de Antoine que corruxía e enviaba aos demais; 6º organizaba as reunións periódicas do grupo; 7º tomaba as decisións necesarias en cada momento e, despois de tomadas, devolvía os traballos a todos e cada un dos membros; etc., etc., etc. Non colaboraba e traballaba na elaboración das *Normas de Nomenclatura*? Que facía?

Tivo que ser a “*alma mater*” do grupo: Antoine non tiña tempo para traballar neste necesario pero tedioso tema, ela era a que dispuña de todo o tempo para atender, resolver e contestar ás diversas achegas que enviaban todos e cada un dos membros do grupo. Era a coordinadora do traballo do grupo; polo menos temos que considerala a cooperadora necesaria.

Ao final do traballo, como en moitas outras ocasións, Antoine aproveitouse do esforzos de todos: el fixo a introdución do libro, el fixo a presentación das Normas diante da *Academie des Sciences*; el encargouse da publicación do Método; el ninguneou a Marie, que non aparece por ningures; el... Ao final Lavoisier está na historia da química como o autor do *Método de Nomenclatura Química*, pero u-lo os demais? Tan só aparecen como coautores nun segundo termo.

E Marie Anne? Quen se lembra dela? En que parte da historia da química está? Quen pon en valor o seu imprescindible traballo? Quen a ten en consideración como científica? Quen aprecia hoxe canto achegou á química?

O *Método de Nomenclatura Química* pasa por ser unha obra de Antoine Lavoisier; pero cómpre reivindicalo como un traballo de equipo, de todos, e tamén de Marie Anne. Os homes do grupo (Guyton, Fourcroy e Berthollet) están no libro; pero Marie non. Poñámola no seu lugar na historia da química.

5. MARIE ANNE, O TRATADO E A TÁBOA DAS SUBSTANCIAS SIMPLES

Nunca saberemos en que medida o chamado “*Tratado Elemental de Química*” de Lavoisier é obra exclusiva de Antoine ou se deberíamos consideralo máis como unha obra do matrimonio Lavoisier, aínda que fora elaborado baixo a dirección e as ideas de Antoine. Probablemente nunca saberemos en que medida foi importante a axuda e a colaboración de Marie Anne; pero si podemos facer moitas especulacións, como sempre derivadas do pouco tempo de que dispuña Antoine, por mor das moitas ocupacións que tiña que atender na súa vida ordinaria. Por todo elo permitímonos dicir e deixar constancia de:

1º Marie Anne quería que o seu home, o seu matrimonio, foran considerados os piares sobre os que se ía construír a nova química, o que requiría escribir un gran libro de modo que, porque podían, debían facelo. Ela estaba disposta a contribuír no que fora preciso, non só axudando a tomar a decisión de escribilo; senón, tamén, facéndoo na práctica.

2º Marie era consciente da necesidade de escribir o libro que plasmara as ideas do seu home e dela sobre a química que levaban feito e que, ademais, recollería as ideas sobre a *Teoría da Combustión* por eles elaboradas que, pensaban, transformaría a química anterior chegando a producir a revolución da química.

3º Marie tiña todo o tempo do mundo para dedicarse a plasmar as ideas de Antoine, mentres este se dedicaba ás súas moitas ocupacións. Baixo a dirección de Lavoisier podía escribir o que el planificaba, para que logo Antoine, con máis tempo e tranquilidade, fixera a corrección do traballo realizado por Marie.

4º Marie Anne reunía os seguintes condicionantes claves: sabía escribir perfectamente; estaba formada cientificamente para o que se quería facer; coñecía perfectamente a química necesaria para expresala con corrección; entendía canto se facía nun laboratorio; tiña desenvolvido coas súas mans a química que se ía recoller no libro,...; podía, e debía, facer o esbozo do libro que lle serviría, a Lavoisier, como material inicial sobre o que traballar para facer o documento final. Ambos debían constituír un tándem para traballar na elaboración do “*Tratado*”: seguro que o constituíron.

Se as reflexións anteriores se toman en consideración, como non aceptar que foi Marie a redactora manual do “*Tratado*”? Non era o seu libro, non era a súa obra, pero si debemos considerala como a cooperadora necesaria para realizar a obra cume do matrimonio Lavoisier. No libro aparecen, ao final do mesmo, as XIII pranchas asinadas por Marie, mesmo se coñecen as súas anotacións para os impresores das pranchas. Se a súa sinatura está nas pranchas, como non considerar a posibilidade de que, o “*Tratado*”, fora pensado por Antoine; pero redactado por Marie, para ser corrixido por el; para ser reelaborado por Marie, etc.? Finalmente o texto aparece como obra única de Antoine Lavoisier e, na historia da ciencia, el é o único autor; as mulleres, coma sempre, esquecidas da historia.

O “*Tratado*” figura, na historia da ciencia, coa única autoría de Antoine; pero non debemos, hoxe, expresar a nosa dúbida razoable da necesaria cooperación de Marie na obra? Se ela sempre estaba alí, se tiña tempo dabondo para escribilo, se estaba preparada para facer os esbozos dos distintos capítulos do libro, se podía axudar a realizar a obra do seu home, non o faría? No é lóxico pensar que se implicaría na realización da obra cume do matrimonio? Para que, se non, estivo preparándoa cientificamente Antoine? Como e por que ía desaproveitar, Lavoisier, a formación e a axuda que, Marie, lle podía prestar? Nós non temos dúbida algunha de que, Marie, foi a colaboradora necesaria nesta magna obra.

Ben, continuemos. Logo de expresar estas dúbidas razoables, pasaremos a analizar a contribución prestada polo “*Tratado*” ao nacemento e posterior desenvolvemento da química moderna.

O *Tratado* é a obra máis sobranceira de Lavoisier e o libro máis transcendental da historia da Química. Dende que Lavoisier tomou conciencia de que quería, e podía, facer a revolución química soubo que tería que escribir un libro: un “*Tratado Elemental de Química*” que ía servir non só como transmisor das súas ideas senón, sobre todo, como lugar onde aprender a nova ciencia e onde formarse aqueles que aspiraran a converterse en novos científicos.

Dende o comezo da súa vida científica, na década de 1770, nos anos de colaboración con Bucquet, Lavoisier tiña tomada a decisión de escribir un manual de química en colaboración co seu amigo. Malfadadamente a temperá morte do seu colaborador e amigo –a principios de 1780– truncou tal idea.

Lavoisier estaba convencido de que a revolución química que intentaba facer implicaba necesariamente a reforma das ensinanzas de química, de modo que as novas ideas se puideran espallar con facilidade, claridade e rapidez entre as novas xeracións; por iso ía dedicar toda a súa atención a elaborar un libro de texto: o libro de texto exemplar.

Os libros de ciencia famosos antes do Tratado: o “*De Re Metallica*” (1556) de Agrícola; a “*Alchemia*” (1597) de Andreas Libavius; os “*Elementos da Química*” (1610) de Jean Beguin; o “*Curso de Química*” (1676) de Nicolas Lemery; os “*Elementos Químicos*” (1732) de Boerhaave; os traballos sobre química na “*Encyclopedie*” (1751 – 1772) de Diderot e D’Alembert; o “*Dictionarie de chimie*” (1766) de Pierre Macquer; etc., son libros da historia da química; pero non tiñan nada que ver co libro que proxectaba Lavoisier. O novo Tratado estaba pensado, deseñado, e se ía presentar, coma un libro de investigación, coma un libro de presentación, divulgación e práctica dunha nova ciencia; mais nunca como un libro de texto ao uso.

Este foi o seu grande éxito e, quizais, o que o convertería nun dos libros de referencia na historia da ciencia. Todo o mundo concorda en que obras coma: “*De Revolutionibus*” (1543) de Copérnico; os “*Principia*” (1687) de Newton; A “*Orixe das especies*” (1859) de Darwin; son esenciais no mundo do pensamento e da ciencia moderna. Pode que non na mesma altura, pero si nun chanzo inferior, poderíamos e deberíamos poñer ao “*Traité Elementaire de Chimie*” (1789) de Antoine Laurent Lavoisier, pola súa contribución na historia da ciencia en xeral e da química en particular. Todos estes exemplares citados representan saltos cualitativos na historia do pensamento científico, actuando de xeito revolucionario no cambio das ideas e provocando tremendos saltos cara adiante da ciencia.

Por todo o anterior, o manual dos Lavoisier, non podía ser un libro de texto mais, como os de Macquer ou Baumé, tiña que ser o libro de texto que representara a pedra angular da nova química. No ano 1788, logo de estudar con vagar a obra de Condillac, Lavoisier retomou o seu proxecto de redacción do *Tratado*: ordenou todas as súas ideas e notas recollidas ao longo dos 20 últimos anos; deseñou os capítulos do que sería o libro; clasificou os materiais que debían integrar cada capítulo; pensou que táboas e gráficos debían acompañalos; indicoulle a Marie Anne que debuxara canto material de laboratorio cumpría para que se puideran levar á práctica as ideas presentadas no libro; etc. Cando todo isto estivo listo, Lavoisier, iniciou a escrita do seu libro: utilizou a orde analítica na súa exposición de como presentar o que é a química e pretendeu conducir ao lector dende as verdades máis sinxelas, as que supuñan menos coñecementos, a aquelas outras verdades máis complexas que ían esixir uns máis elaborados razoamentos. A dicir verdade, esta afirmación nin era totalmente novidosa –outros autores como Pierre Macquer, ou Antoine Baumé tamén a fixeran nos seus libros de texto desa época, pero non a cumpriran– nin tan pouco foi completamente seguida por Antoine no seu *Tratado*.

É necesario dicir que, Lavoisier, utilizou as *novas Normas de Nomenclatura Química* no seu libro, pero tan só na segunda parte do libro seguiu a orde “do máis sinxelo ao máis complexo”; mais por riba de todo, o libro, dálle un papel crucial ao uso da análise química nas clasificacións que establece nas súas famosas 43 táboas que compón e publica no seu “*Tratado*”. Todo isto supoñía unha rotura co pasado e implicaba a asimilación, cristalización, consolidación e difusión de todas cantas propostas de avance da ciencia, no campo particular da química, se formularan nas décadas anteriores.

O *Tratado* de Lavoisier tiña que ser o compendio dunha Ciencia nova. Non podía, no libro, recoller ningún concepto erróneo da química anterior, se quería ser realmente revolucionario e converterse no fundador da química. Por todo isto eliminou toda referencia ao pasado – no libro soamente se cita a Condillac, a Guyton, a Laplace,... e a moi poucos máis– non existen citas de traballos, nin referencias á preparación dos compostos nin os nomes dos descubridores da instrumentación que utiliza, nin ... nada. Lavoisier intentaba, utilizando a falta de historicidade do seu tratado, unha mellor comprensión

do seu contido por todos os non iniciados pero, tamén, dar por sentado que o seu libro, era a nova química e o pasado cumpría enterralo e esquecelo.

No *Tratado* se recollen, sintetizándoos, os derradeiros 20 anos –dende 1770 a 1789- de investigación na Química, tanto da feita por Lavoisier como da realizada polos demais destacados científicos da época; pero non presenta estas investigacións como nun libro de texto ao uso, senón que as presenta coma unha obra singular, nova, distinta a tódalas anteriores, pero que aspira a ser fundamental no futuro da historia da ciencia.

O *Tratado* consta de dous tomos: un primeiro tomo, no que se presenta o seu Discurso Preliminar con dúas partes químicas e o segundo tomo que contén a terceira parte da obra química, unha importantísima miscelánea e, o ramo final, pono a colección de Pranchas (XIII) feitas por Marie Anne Paulze de Lavoisier.

A primeira parte do *Tratado* ocúpase da formación dos fluídos aeriformes, da súa descomposición, da combustión dos corpos simples e da formación dos ácidos. O obxectivo desta primeira parte viña ben indicada no “Discurso Preliminar”: trátase da aplicación e do desenvolvemento da nova nomenclatura publicada e defendida dende 1787, así como a utilización do oxíxeno e do calórico como substitutos da *Teoría do Floxisto*.

Na segunda parte do *Tratado*, os Lavoisier, escriben sobre “A combinación dos ácidos coas bases salificables e da formación das sales neutras”. Esta é a única parte do *Tratado* que integra o coñecemento químico da época, aínda que presentado dun xeito sistemático e, por suposto, sen citar nunca aos autores que elaboraron eses coñecementos; todo o presenta como se fora obra súa. En realidade esta segunda parte do libro é a única que sigue, estritamente, a orde do “sinxelo ao complexo”. A razón de por que este principio de ordenación, defendido por Lavoisier no Discurso Preliminar, non se aplica no conxunto de toda a obra obedece á enorme dificultade que presenta tal aplicación. En 232 páxinas vai pasando revista, utilizando 43 táboas sinópticas por eles elaboradas, a todas cantas combinacións se podían formar partindo dos ácidos e das bases coñecidas no seu tempo, pero abrindo a maiores a posibilidade da preparación de novos compostos a deseñar polos novos investigadores utilizando cantos novos ácidos e novas bases se descubriaran ou se sintetizaran no futuro. En cada táboa se recolle o nome ou nomes vellos dos compostos coñecidos e o novo nome derivado da nova *Nomenclatura* por eles deseñada.

A terceira parte do *Tratado*, integrada no 2º tomo, trata “sobre os instrumentos de laboratorio e as operacións químicas”. Lavoisier trata de dar unha descrición detallada de todas as operacións de laboratorio relativas á química moderna. Esta é unha das grandes achegas do *Tratado* e convértese en autenticamente novidosa; nesta parte, obviamente, debería xogar un papel moi importante o labor de Marie, por ser unha gran debuxante, como resultado: o laboratorio e os numerosos instrumentos que nel se utilizaban representaban unha manifestación da enorme dignidade acadada pola nova ciencia. Practicamente ningún dos instrumentos son da autoría exclusiva de Lavoisier –agás o gasómetro deseñado por el, Laplace, Meussnier e Marie Anne– nin as operacións químicas son da súa autoría –a maioría viñan dende a alquimia, os químicos pneumáticos e sobre todo os químicos floxistas dese século– mais Lavoisier aparenta como se fora o “*Deus ex novo*”. Mais unha vez dita a verdade cómpre engadir que este apartado do *Tratado* é sublime. Os Lavoisier van presentando os aparellos de laboratorio, con debuxos pensados por el, pero realizados por Marie, que se deben utilizar en cada unha das operacións químicas: aparellos para as separacións mecánicas dos sólidos (triturasións, filtracións, separacións ... etc.); aparellos para a separación de gases, fermentación de substancias, descomposición da auga, combustións dos distintos materiais, etc. En resumo neste segundo tomo, ao longo de 235 páxinas, en oito capítulos, vai presentando o estado da cuestión química do momento considerando o punto de vista experimental e explicando como se fai a química nun laboratorio

moderno. Cómpre resaltar que a química que van presentando non ten nada que ver coa química anterior, a do floxisto: a nova química é a derivada da aplicación da *Teoría da Combustión* i é sistemática, precisa, cunha linguaxe entendible por cantos comezan o seu contacto coa química, que permite repetir con facilidade os experimentos, que ensina e permite realizar nova química. Todo como dende entón se ven facendo na química. Remata o segundo tomo cunha importantísima miscelánea dedicada a: táboas para o uso da química; unha táboa alfabética de materias da A (ácido) á V (volframio) e a X (Xofre) por orde de aparición no texto.

O ramo final da obra pon a colección de pranchas (XIII) con debuxos do material recomendado, na obra, para realizar cantas operacións químicas se queiran idear. Os debuxos son da autoría de Marie Anne Paulze e asina como Paulze Lavoisier *sculpsit*.

Lavoisier non debeu quedar totalmente convencido do resultado da súa obra, moi probablemente ao comprobar que non fora quen de cumprir a súa primeira norma de conducir aos seus alumnos dos coñecementos máis sinxelos a aqueles máis complicados¹. Doutra banda sufriu abondosas críticas de todos aqueles que, sendo defensores da *Teoría do Floxisto*, se radicalizaron na defensa das súas ideas. Consecuencia do devandito foi que, cara fins do ano 1792, iniciou a redacción dun novo proxecto para unha segunda edición do seu curso de química. Nunca chegou a ver a luz: a convulsa situación política, o dominio do terror, o encarceramento e a posterior morte na guillotina o 8 de maio de 1794; foron os causantes de que non tivera tempo de rematar co proxecto de escribir o novo libro e de editalo.

Volvendo ao relevante do libro e no tocante á súa relación coa táboa periódica indicaremos que, na páxina 229 da nosa edición en galego (ver bibliografía) presenta Lavoisier a súa famosísima táboa de substancias simples, que inclúe o que el consideraba elementos químicos: 33. Lavoisier divide as súas substancias simples en catro grupos: as substancias simples pertencentes aos tres reinos, que poden ser consideradas como elementos dos corpos; as substancias non metálicas oxidables e acidificables; as substancias simples, metálicas, oxidables e acidificables; e as substancias simples salificables terrosas. Obviamente o mesmo Lavoisier recoñecía que este número de 33 elementos axiña iría incrementándose e mesmo que as substancias terrosas se descompoñerían, na medida en que aprenderamos a descompoñer analiticamente tanto as terras coma moitos outros corpos materiais coñecidos e descoñecidos.

Cal é hoxe en día o interese desta táboa para nós? En que medida, Marie Anne, implicouse na elaboración desta táboa? Tentaremos responder estas preguntas, pero comecemos por indicar que o interese da táboa ten hoxe unha dupla dirección.

-Dun lado, a táboa, representa un salto cualitativo na química dese tempo: fala de substancias, pero xa introduce o concepto de elemento, nos compoñentes do primeiro grupo. Tamén significa un salto cuantitativo: pasa a considerar a existencia de 33 substancias, deixando a porta aberta á aparición de novas substancias descoñecidas que, axiña han aparecer. Lembremos que, ata o momento, non existía táboa algunha cos elementos químicos coñecidos.

-Doutra banda, e por vez primeira, os elementos e compostos xa coñecidos e que integran as substancias desta táboa, aparecen nomeados coas Normas modernas derivadas da aplicación do "*Método de Nomenclatura Química*". Debemos facer notar que, 230 anos

1 Tan só 12 anos despois Jane Marcet publicaría "*Conversacións sobre química*". Marcet si que foi quen de ensinar química "dende abaixo" a través de conversacións ficticias entre unha mestra e as súas dúas discípulas. Este popular libro pasou por numerosas edicións e foi editado en diferentes linguas. O destacado científico Michael Faraday indicou que a súa lectura levouno a dedicarse á ciencia.

despois, eses son os nomes que hoxe nos utilizamos tanto para os elementos como para os compostos.

Cómpre subliñar que, xunto aos grandes acertos derivados de ser a primeira táboa que ten unha certa relación coa que, logo, sería a táboa periódica de Mendeleev, existen notables erros derivados do descoñecemento químico da época. De todos os xeitos, os Lavoisier, quixeron deixar todos eses elementos recollidos na súa famosa táboa de substancias simples. Nunha análise da devandita táboa vemos que:

1º Recolle agrupados os 23 elementos químicos coñecidos polo momento; pero fai moito máis os clasifica en grupos que dan conta da súa reactividade e indican cal é o seu comportamento, así aparece os grupos con epígrafes:

-Os elementos dos corpos. Son os O, H, N, gases recentemente identificados e preparados, que corresponden aos tres reinos da natureza. Na táboa aparecen os nomes dados polos seus descubridores, pero tamén están os correspondentes á moderna Nomenclatura.

-Os elementos metálicos oxidables e acidificables. Recóllense 17 elementos coñecidos (Sb, As, Bi, Co Cu, Pb, Sn, Fe, Mn, Hg, Mo, Ni, Au, Pt, Ag, W e Zn). Este grupo indica, seguindo a súa teoría da combustión, a posibilidade de que, se poidan oxidar e dar lugar a sales cando se atacan con ácidos.

-Os elementos non metálicos oxidables acidificables. Neste grupo selecciona 6 substancias, pero de natureza moi diferente. O S, o C e o P eran ben coñecidos na historia e sabíase da súa capacidade de oxidación e de formación de ácidos e sales: nas 43 táboas que, Marie e Antoine confeccionan no *Tratado*, se indican non só as distintas combinacións binarias destes elementos senón tamén as sales derivadas das combinacións dos seus ácidos coas coñecidas bases. Neste grupo tamén integran tres radicaís: o muriático (hoxe Cl₂) o fluórico (hoxe F₂) e o borácico (hoxe B). O muriático e o fluórico foran anunciados e identificados por Scheele, pero aínda faltarían moitos anos ata que se puideran preparar e manexar con facilidade. Outro tanto corresponde dicir do radical borácico; pero, os Lavoisier, sabían da súa existencia e que cando, algún día, se prepararan comportaríanse como elementos non metálicos.

2º Erraron ao considerar á luz e á calor como elementos químicos. Aínda ían cumprir moitos anos ata chegar a desenvolverse e comprender o concepto que chamariamos enerxía.

3º Erraron, tamén, ao falar das substancias simples terrosas como se se tratara de elementos. A cal, a magnesia, a barita, a alumina e a sílice non son elementos senón compostos dos que se chegaría a obter os elementos integrantes.

En todo o exposto cremos distinguir con claridade a transcendencia desta táboa na historia da química, sobre todo pola porta que abre á preparación de novos elementos integrantes de cantas terras e compostos se atopan na natureza. Esta táboa foi un chanzo na escada que ía conducir aos químicos a establecer a táboa periódica que hoxe temos.

E cal foi a contribución de Marie Anne nesta táboa? A de sempre: traballar con Lavoisier, man con man, axudándolle a facer canto el proxectaba e deseñaba. Se Marie tiña tempo, non será lóxico pensar que, sería ela quen desenvolvese todas as ideas de Antoine? Se Antoine pensaba e creaba as ideas para a elaboración desta táboa, pero non tiña tempo dabondo como para facela na práctica, non había ser Marie quen a fixera e rematara? No *Tratado* hai elaboradas 43 táboas con todos cantos compostos diferentes se coñecían e se podían preparar, derivados tanto das combinacións binarias dos elementos canto das diferentes sales que se podían preparar cos ácidos e bases coñecidas. Pensadas e deseñadas a

creación desas táboas por Antoine, non sería Marie quen preparara os esbozo e, logo, Antoine as revisara de novo ata lle dar o visto bo para que, de novo Marie, pechara a composición das táboas?

Non resulta complicado entender e asumir cal debeu ser o papel xogado por Marie Anne tanto na elaboración da táboa das substancias simples, como na elaboración das 43 táboas do libro; e mesmo na confección global do Tratado: ela foi a colaboradora necesaria no proceso e construción na práctica de todo este traballo de Antoine.

6. CODA

Semella claro cal é a nosa opinión, derivada de todos os argumentos presentados, sobre a colaboración necesaria de Marie Anne Paulze en toda a inmensa obra de Antoine Lavoisier.

Para comprender por completo o papel xogado por Marie na planificación da táboa dos elementos químicos, deberíamos presentar o traballo realizado por Marie no descubrimento do osíxeno; pero, esta achega será obxecto dun traballo posterior.

7. REFERENCIAS

- Beretta, M. (1995). *Bibliotheca Lavoisieriana. The Catalogue of the library of Antoine-Laurent Lavoisier*. Firenze, Leo Solschi, Biblioteca di Nuncius, nº 16.
- Bermejo Patiño, M.R. e Pintos Barral, X. (2011). Marie Anne Paulze: muller de casa, salonniere, científica ou que? *Boletín das Ciencias*, 73, 139-140.
- Bermejo, M.R. (2013). As mulleres Científicas: esas descoñecidas da historia. *Reflexións e Testemuñas. As mulleres nas artes e nas ciencia*. Universidade da Coruña. ISBN 978-84-9749-570-7.
- Borgias, A.P. (1993). Marie Anne Pierrette Paulze Lavoisier en *Women in Chemistry and Physics: A Bibliographic Sourcebook*; Grinstein, Rose, Rafailovich Eds.; Greenwood Press: Westport.
- Brown, S.C. (1979). Count Rumford; Greenwood Press: Westport BRYSON, Bill (2005). Una breve historia de casi todo. 2ª. ed. México, Océano.
- Calado, J. (2012). Afinidade Eletiva: Antoine-Laurent e Mme Lavoisier. *Centenario SPQ, Química*, 126.
- De Frenza, L. Ritratto di signora: la scienza al femminile nell'íconografia tra sette e ottocento. *Revista Internacional de Culturas & Literaturas*.
- Duveen, D.I. (1954). Madame Lavoisier. *Chymia*, 4, 13-29. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- Eagle, C.T. e Sloan, J. (1998). Marie Anne Paulze Lavoisier: The Mother of Modern Chemistry. 1/Vol. 3, No.5, ISSN 1430-4171. The Chemical Educator <http://journals.springer-ny.com/chedr> Springer-Verlag. Nova York.
- Fara, P. (2005). *Scientists Anonymous: Great stories of women in science*. Wizard Books, U.R
- Fara, P. (2000). *Images of Monsieur and Madame Lavoisier*. Endeavour, vol. 24.
- Guizot (2004). *Madame De Rumford. 1758-1836*. Roy G. Neville . Neville, R.G., Roy G. Neville Historical Chemical Library.

- González Noya, A.M., Pintos Barral, X. e Bermejo Patiño, M.R. (2018). Os Amores de Marie Anne Paulze. Parte II: Os Amores interesados. *Boletín das Ciencias*, 86, 99-100.
- González Noya, A.M., Pintos Barral, X. e Bermejo Patiño, M.R. (2017). Os Amores de Marie Anne Paulze. Parte I: Os Amores desinteresados. *Boletín das Ciencias*, 84, 75-76.
- Hoffmann, R. (2002). *Mme Lavoisier. American Scientist*, 1, 22.
- Hoffmann, R.d (2008). More About Mme. Lavoisier than M. Lavoisier. *Contributions to Science*, 4, 111.
- Kawashima, K. (2004). Marie Anne Lavoisier (1758-1836): Une Vie, Deux Révolutions, La Révolution Chimique et la Révolution Française. Kagakushi Journal, *Diario da Sociedade Xaponesa da Hª da Química*, Vol. 31.
- Laituiller, E (1974). *Mujeres en la Revolución Francesa* Círculo de Amigos de la Historia, Madrid.
- Lavoisier, A.L. (2009) *Tratado Elemental De Química/ Prólogo*, Manuel R. Bermejo; Traducción, Sergio Casas Fernández y Mª Victoria Castaño Palazón. Madrid: Fundación BBVA; Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela, Servizo de Publicacións d Intercambio Científico, D.L. 2009. ISBN 978-84-9887-131-9.
- Millar, D. et al. (1996). *The Cambridge Dictionary of Scientists*, Ed. Cambridge University Press.
- Millar, D., Millar, I., Millar, J E e Millar, M. (1994). *Diccionario básico de científicos*. Tecnos, Madrid.
- Miller, J. (1990). *Women In Chemistry. Women in Science*, Kass, Indiana University Press.
- Paulze, A. (1988). Une Forézienne, Madame Lavoisier, Marie-Anne-Pierrette Paulze (1758-1836). Village Forez, Journal, Vol 36.
- Peumery, J.J. (2000). Marie-Anne Pierrette Paulze, Épouse et Collaboratrice de Lavoisier, Vesalius, VI, 2, 105-113. *Official Journal of the International Society for the History of Medicine*, Vol. VI, N. 2 December 2000.
- Pinault Sorensen, M. (1994). Madame Lavoisier, dessinatrice et peintre, *La Revue du Musée des Arts et Métiers*, 6.
- Pintos Barral, X. e Bermejo Patiño, M.R. (2010). Marie Anne Paulze, ilustradora e deseñadora industrial. *Boletín das Ciencias*, 71, 81-82.
- Pintos Barral, X., Bermejo Patiño, M. R. e González Noya, A. (2016). A ilustración científica traballo de Mulleres”. *Boletín das Ciencias*, 82, 79-80.
- Pintos Barral, X., Bermejo Patiño, M.R. e González Noya, A. (2016). Caroline Herschel vs. Marie Anne Paulze Lavoisier: dúas maneiras de facer ciencia”. *Boletín das Ciencias*, 83, 81-82.
- Poirier, J.P. (2004). *La Science et L’amour: Madame Lavoisier*. Pigmalion, París.
- Sanchis, R. (2002). Género y Ciencia: Anne Marie Paulze, Madame Lavoisier (1758-1836), Una Mujer En La Revolución Química. *Alambique*, N. 31.
- Schiebinger, L. (1991). The mind has no sex? Women in the origins of modern Science. *The American Historical Review*, Vol. 96, N. 5.
- Smeaton, W.A. (1989). Monsieur and Madame Lavoisier in 1789: The Chemical Revolution and the French Revolution. *Ambix* 36:1-4.
- Solsona, N. (1997). *Mujeres Científicas de todos los tiempos*”. Talasa, Madrid, 1997.

Troitiño Núñez, M.D. et al. (2007). El singular destino de Marie Anne Paulze, Mme. Lavoisier de Rumford". 100cias Uned, ISSN 1137-9537, N. 10.

VV.AA. (2019). *Boletín das Ciencias*, 87, 1-229