

QUEN FOI O DESCUBRIDOR DO OSÍXENO?

BERMEJO PATIÑO, MANOLO; FERNÁNDEZ-FARIÑA, SANDRA; GONZÁLEZ NOYA, ANA M.; MANEIRO MANEIRO, MARCELINO; VELO-HELENO, M. ISABEL

Departamento de Química Inorgánica, Universidade de Santiago de Compostela

Resumo: A importancia do uso da historia da ciencia na didáctica da aula é, hoxe, un feito incuestionable. Pero utilizamos, coa frecuencia que debemos, os feitos gloriosos das nosas ciencias para ensinarlle ao noso alumnado como se constrúe o pensamento científico? Que é e que significa, hoxe, o feito do descubrimento científico? Estamos en condicións de adscribir a alguén a paternidade dun descubrimento científico determinado? Distinguimos ben entre descubrimentos científicos e descubridores?

Neste artigo meditamos sobre estas preguntas e tratamos de buscar resposta, utilizando un feito transcendental da ciencia, á pregunta de, quen foi o descubridor do elemento químico con $Z=8$, chamado Osíxeno.

A resposta desta pregunta, aparentemente tan sinxela, hanos abrir as portas para aproximarnos á busca de respostas a outras preguntas da historia da ciencia relacionadas co feito do descubrimento científico ou, cando menos, abrir un debate sobre a busca entre todas e todos desas respostas.

Palabras chave: historia da química; didáctica da química; importancia do osíxeno; descubrimento e descubridores do osíxeno; o descubrimento na ciencia

1. Introducción

Que diferenza existe entre: descubrir, descubrimento, *descubrición*, descubridores, ...? Somos quen de distinguir con claridade a autoría dun descubrimento? Ao longo da historia identificáronse do mesmo xeito aos descubridores?

O baño maría é de María a hebrea; as leis de Newton son del inequivocamente; o principio de Avogadro; a regra de Cramer; a teoría da relatividade; a teoría da orixe das especies; as leis de Mendel; a clasificación de Linneo; etc. Claro que somos quen de recoñecer a autoría, pero... é sempre así de sinxelo esa identificación?

Pode ser interesante debater no noso Boletín sobre este tema? Parécevos importante levar ás vosas aulas a proposta deste tema ao voso alumnado?

Ao noso colectivo *CienciaNosa* parécelle moi relevante facernos preguntas desta natureza, para reflexionar sobre elas e levarllas ao noso alumnado coa intención de que comprendan mellor como é a transcendencia do feito científico, que é e como se chega aos descubrimentos; se os descubrimentos/descubricións son, hoxe, persoais ou froito do traballo colectivo, a quen debemos considerar os descubridores, etc.

Moitas preguntas, temas moi suxestivos, moitos posibles debates a realizar entre todas e todos nós,...

Vaiamos ao concreto e propoñamos unha pregunta tamén en concreto.

Quen foi o descubridor do osíxeno?

Nun *anterior* artigo publicado por algúns de nós no Boletín de Ciencias (González Noya et al., 2020), con título "*Marie Anne Paulze no descubrimento do Osíxeno*", dabamos conta do traballo realizado por esa científica na química (Bermejo & Pintos, 2011; Bermejo, 2013). Nel explorabamos algunhas das súas achegas sobre como foi o seu compromiso coa elaboración da Táboa Periódica (González Noya et al., 2017; González Noya et al., 2018; González Noya et al., 2019) e, máis concretamente, no descubrimento da química do *Osíxeno* (lede con vagar ese traballo, para comprender moito mellor a transcendencia histórica que representa este descubrimento no século XVIII).

Ese traballo *estaba* a dicir que Marie Anne foi unha descubridora do Osíxeno? Non, en modo algún. Pero esta pregunta sérvenos para aproximarnos ao tema da exploración de quen foi, realmente, o auténtico descubridor deste transcendental elemento. Facer algo de historia permítenos achegar novas informacións para, logo, poder tomar mellor decisión sobre a autoría deste descubrimento.

Vexamos algo da nosa recente historia.

No ano 2019 o noso colectivo ENCIGA celebrou o "*Ano Internacional da Táboa Periódica*" (VV. AA., 2019; VV.AA., 2020); nese mesmo ano o grupo de investigación educativa *CienciaNosa*, convocou un premio científico de vídeos, co título "*O Meu Elemento*", para lograr a participación de todo o alumnado dos diversos niveis educativos do noso país e implicalos no coñecemento e na utilidade da Táboa Periódica. Ningún dos participantes nese premio escolleu como elemento químico o *osíxeno*. Como podemos interpretar este resultado? Ninguén o considerou do seu interese? Críano todos tan transcendente que... mellor escoller outro? Significa, para o noso alumnado, que o osíxeno **É a Vida** mentres que, os outros elementos químicos son **Para a Vida**?

Cando se lle preguntou ao alumnado dunha facultade de química sobre que elemento químico consideraban o máis transcendente da historia, cal foi a súa resposta? A resposta dada a un de nós foi, maioritariamente, o *osíxeno*.

Se se fixera esta pregunta neste Boletín ao noso colectivo ou nun dos nosos congresos de ENCIGA ao persoal asistente, seguro que a resposta sería tamén: o *osíxeno*.

No ano 2002, Rohald Hoffman e Carl Djerassi, publicaron unha moi interesante obra de teatro titulada "*O₂xygen*" (Djerassi & Hoffman, 2002). Non podemos demorarnos aquí contando todo o argumento desta obra, pero si debemos comentar, dun xeito breve, que esta obra de teatro ten como argumento un hipotético debate sobre a concesión dun único Premio Nobel a aquel científico/a ou científicos/as do pasado que, co descubrimento dun dado elemento químico, máis tivera colaborado ao desenvolvemento da ciencia. Acórdase que o feito máis relevante e que máis contribuíu a ese desenvolvemento da química e da sociedade foi o descubrimento do *osíxeno*. Polo tanto, ao autor ou autores que o descubriron débíaselles dar ese galardón, (o resto do argumento da obra así como dos debates débédolos ler pola vosa conta nesta interesante obra de teatro; asegurámosvos que non os habedes arrepentir da súa lectura).

Cómpre lembrar que o éxito da denominación do *osíxeno* por Lavoisier, para o elemento con Z= 8, foi tan grande que aínda hoxe se lle segue a chamar así, e tal vez sexa por este feito polo que para unha gran maioría de cultivadores da química, Antoine Lavoisier, pasa por ser o único

descubridor deste elemento químico: novo erro da historia da química sobre o que deberemos reflexionar máis adiante.

Situado así o elemento *osíxeno* na historia, quen foi o seu descubridor? Podemos, hoxe, decidir con seguridade quen foi o seu descubridor? Que papel xogaron os Lavoisier -se é que o xogaron- na historia deste descubrimento? Por que están os Lavoisier, nesa historia da química como se eles foran os únicos e auténticos descubridores mentres nos esquecemos dos restantes e, tal vez, verdadeiros descubridores?

Neste traballo pretendemos presentar un feito de relevancia histórica, “*O descubrimento do osíxeno na historia*”, para tentar coñecer mellor como actuaba a ciencia na Ilustración (Ford, 1993); analizar o feito dun importante descubrimento científico para tentar identificar o seu descubridor ou descubridores; tamén para tratar de comprender mellor que papel xogaron os Lavoisier neste descubrimento (Eagle & Sloan, 1998; Hoffman 2002; Hoffman 2008) e, sobre todo, comprender o papel xogado polo *osíxeno* no desenvolvemento da química moderna.

2. Que pretendemos neste traballo?

O obxectivo deste traballo é moi amplo, como iremos vendo, pero deses obxectivos poderedes conseguir tantos canto vos propoñades. Os fins a conseguir van dende a lembranza da historia do descubrimento deste elemento transcendental na historia da química, ata aspectos filosóficos (tales como que se entende por descubrir algo en ciencia, a intolerancia na ciencia, o acto de apropiación de coñecementos na ciencia, etc.); pasando polos aspectos didácticos derivados do coñecemento da historia das nosas disciplinas científicas, ou da creación e do desenvolvemento das ciencias experimentais na Ilustración, etc.

Pretendemos conseguir con este traballo:

1º Presentarlle ao noso alumnado o elemento químico *osíxeno* para que cheguen a comprender a súa transcendencia: non só para a vida (*respiración*), senón tamén para o desenvolvemento da propia vida (*aparición da vida tal e como a coñecemos, o seu papel na combustión, a importancia da teoría da combustión, o papel por el xogado nas oxidacións, etc.*).

2º Este elemento foi descuberto por tres investigadores do século XVIII, foi algún deles o seu real descubridor? Que se entende por descubrir na ciencia? Que se entende por ser un descubridor? Podemos dicir hoxe quen foi o descubridor do *osíxeno*?

3º Como tivo lugar o descubrimento do *osíxeno*? Pode servirnos este feito para poder afondar no concepto de como ten lugar o descubrimento científico? Podemos ensinar hoxe nos nosos laboratorios dos centros educativos como tivo lugar o descubrimento do *osíxeno*? Seremos quen de ensinar a construír a ciencia do futuro, ensinándolle ao noso alumnado como se realizou a construción da ciencia na historia?

4º Como foron de importantes as achegas científicas realizadas por cada un dos descubridores do *osíxeno*? Deberemos lembrar e insistir en que se estaba traballando na Ilustración no século XVIII. Debemos ensinar como se estaba realizando o descubrimento científico nesa época?

5º Houbo intolerancia por parte dalgún ou dalgúns dos descubridores do *osíxeno* neste descubrimento? Alguén se puido aproveitar dos traballos dos outros? Pode ser de interese para a formación do noso alumnado, facerlles reflexionar sobre as debilidades das e dos científicos?

Todos estes puntos e moitos destes interrogantes que propoñemos intentaranse contestar neste traballo. Ao tempo moitas destas preguntas ficarán abertas para que sexan traballadas por todos e todas nós, xunto co noso alumnado na aula.

Este traballo será presentado e desenvolvido en tres actos e un epílogo.

- a) *Primeiro acto*: **Carl Scheele**, o caza elementos frustrado, e o seu desafortunado papel xogado no descubrimento do O₂.
- b) *Segundo acto*: un científico “*fumado*”, **Joseph Priestley**, que foi quen de descubrir este elemento químico esencial.
- c) *Terceiro acto*: os traballos do Arsenal no descubrimento e os múltiples usos do O₂. Os **Lavoisier** danlle o nome e colocan a este elemento na cerna da historia da química.

Cal será este o *Epílogo*? Chegade ao final e saberedes del.

Primeiro Acto:

Carl Scheele, o caza elementos frustrado e o seu desafortunado papel xogado no descubrimento do O₂.

Digamos de entrada que **Lavoisier non foi**, historicamente, o descubridor deste transcendental elemento químico (comprenderemos o por qué desta afirmación neste traballo).

Para comprender mellor a historia do descubrimento do *osíxeno* debémonos parar un chisco a reflexionar e realizar a reconstrución histórica de como foi aparecendo e se foi estudando este elemento, na vida real a partires dos diversos descubrimentos e das achegas científicas logradas por moitos dos investigadores nelas implicadas ao longo do século XVIII. Con todos eses coñecementos presentados pretendemos que, cada quen logo, conceda a paternidade do descubrimento do *Osíxeno*.

O *Osíxeno* foi o elemento químico, probablemente, máis importante descuberto na historia da humanidade. Repitamos que Lavoisier **non foi** o seu descubridor, pois sábese tamén que o día 1 de agosto do ano 1774 foi cando Joseph Priestley publicou o seu achado nas “*Philosophical Transactions*”.

Significa isto que foi Priestley o seu descubridor? Houbo máis descubridores?

A resposta é **SI**. Un deles foi Scheele.

Carl Wilhem Scheele

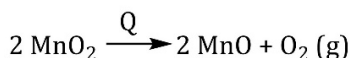
Iniciemos por presentar a Carl Wilhem Scheele (Figura 1), un dos máis importantes e creativos químicos nórdicos do século XVIII. A súa vida científica foi tremendamente produtiva, descubrindo e preparando diversos elementos químicos e moitos compostos. Pero foi o que se chama un *cazaelementos* frustrado: podía ter estado na historia da química por ter preparado moitos e diversos elementos (Mn, Cr, Mo, W, etc.) que el descubriu nos seus minerarios, pero tan só puido illar, identificar e estudar dous (o cloro e o elemento que estamos a comentar, o *osíxeno*).

Nas súas investigacións, entre os anos 1771-72, obtivo un gas ao que chamou “*aire ígneo*” ou “*aire do fogo*”, dado que o obtiña por quecemento -hoxe diríamos, logo das ideas de Lavoisier, combustión- de moi distintos materiais. Entre os produtos que utilizou para obter o *osíxeno* por quecemento, citemos: o HgO, chamado no tempo “*mercurio calcinatus per se*” ou tamén cal roxa de mercurio; o MnO₂ (a pirolusita); o KNO₃ (a potasa) e o Mg(NO₃)₂ (unha das moitas magnesias).



Figura 1. Carl Scheele (1742-1786). En A. Muñoz Páez, *La Química Moderna. Lavoisier* (p. 68).

A reacción que tiña lugar para a obtención do novo gas por quecemento do dióxido de manganeso, podémola representar hoxe como:



Este novo gas semellaba moi interesante dado que, entre outras accións, permitía que a madeira ardera mellor e máis tempo na súa presenza.

Desafortunadamente os seus resultados non aparecerían publicados ata o ano 1777 (nun libro seu), aínda que tentou publicar e divulgar os seus resultados por moi diversos medios; pero a desgraza perseguiu. Vexamos algunhas das súas múltiples desgrazas:

- Cando descubriu o seu novo gas, sobre o ano 1772, enviou o traballo a unha revista escandinava e o editor gardouno nunha gabela e esqueceuse del; Scheele perdeu a paternidade e a primacía da publicación.

- O día 30 de setembro do ano 1774, cansado de agardar pola publicación do traballo, enviou unha carta a Lavoisier (este xa era considerado unha autoridade mundial no campo da química), pedíndolle opinión sobre os seus resultados, que os repetira el, e que os fixera coñecer no seu ambiente científico para difundir o achado e o seu posible interese. Antoine xamais admitiu ter recibido tal carta. Por que sabemos que o enviou o 30 de setembro dese ano 1774? Logo se explicará.

- Nese mesmo ano 1774, envioulle ao seu amigo T.O. Bergmann un libro con todas as súas achegas descubertas sobre o *osíxeno*, para que llo enviara a un editor amigo. Bergmann esqueceuse de enviar o libro por un tempo.

- Non foi ata o ano 1777 que se soubo destas súas achegas no tema do *osíxeno*, cando se publicou o seu libro "*On Air and Fire*". Neste libro, entre outros moitos traballos, ían as súas achegas sobre o descubrimento e as moitas propiedades, por el estudadas, sobre o *osíxeno*.

Como se ve, todo foron desgrazas na vida de investigador de Scheele (Severinghaus, 2002), pero aquí queremos deixar constatación tan só da súa achega ao descubrimento deste importante elemento (quen queira coñecer máis da súa vida e obra que consulte a bibliografía).

Segundo Acto:

Un científico “fumado”, **Joseph Priestley**, descubre un elemento químico curioso e esencial.

Joseph Priestley

Polo mesmo tempo e de modo completamente independente, outro insigne científico inglés do século XVIII, Joseph Priestley (Figura 2), deu conta do descubrimento do mesmo gas.

As inquiredanzas intelectuais de Priestley foron enormes e diversas, abrangendo dende a teoloxía ata a filosofía nos seus máis amplos aspectos, pasando polas súas achegas nas ciencias experimentais, na pedagogía, na historia, ...



Figura 2. Joseph Priestley (1733-1804). En “Chemistry, Developed by Facts and Principles Drawn Chiefly from the Non-Metals”, 1987.

Comentemos algo das súas achegas no mundo da ciencia.

Son moi importantes no campo da física, entre as que destacamos: un libro sobre electricidade “*A historia e o estado actual da electricidade*” e outro sobre óptica “*O estado histórico e actual dos descubrimentos relacionados coa visión, a luz e as cores*”.

No mundo da química destacan os seus traballos na mansión de lord Shelburne, quen o contratou pola súa amizade con Benjamin Franklind. Durante os 7 anos que traballou cos Shelburne (Figura 3), Priestley dedicouse a investigar duramente no campo da química, sendo a súa época máis produtiva e sobranceira. Chegaría a se converter nun químico moi avezado na obtención de novos gases, aos que el chamou “aires”.

Nesa época mesmo chegou a ser o primeiro en obter auga de soda ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$) disolvendo na auga o “aire fixo” (CO_2) que se formaba e se desprendía nas fábricas de cervexa. Esta e outras achegas valéronlle para acadar a obtención da moi prestixiosa medalla Copley no temperán ano de 1773. Como resumo da súa vida científica no campo da química preparativa dos novos gases, indiquemos que chegou a publicar seis volumes sobre as diversas clases de aires coñecidas no seu tempo, así como as propiedades e utilidades deses novos aires. Con anterioridade ás súas achegas sobre descubrimentos deses aires, tan só se coñecían 3 gases (CO_2 , H_2 e N_2), e el chegou a preparar 9 máis ao longo da súa vida (NO , NO_2 , N_2O , O_2 , SO_2 , HCl , SiF_4 , H_2S e NH_3): 4 na época na que traballou en Leeds e 5 no precioso laboratorio co que o dotou Shelburne na súa mansión.

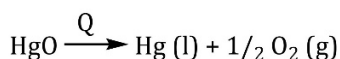


Figura 3. Laboratorio de Priestley na mansión de lord Shelburne. En “Joseph Priestley” por P. Mason, 2012, https://www.ypsYork.org/resources/yorkshire-scientists-and-innovators/joseph_priestley/.

Durante esta época científica mellorou o deseño de novas cubas pneumáticas e creou novos trebellos que lle permitiron manexar e estudar os gases que preparaba, chegando a ser unha autoridade mundial neste campo da química experimental.

Con todo esta bagaxe científica experimental e cultural, así como por mor da tranquilidade que lle concedía a paz do traballo, Priestley preparou e descubriu no ano 1774, o gas que chamou “aire desfloxiado”.

Observou que cando quentaba o cal roxo do mercurio, o HgO, cunha lente de combustión que tiña da súa propiedade, se desprendía un novo gas que era certamente curioso: facía brillar máis intensamente as candeas e os ratos vivían máis tempo e con máis actividade que o que acontecía no aire común.



Estes resultados foron publicados o día 1 de agosto do ano 1774 nas “*Philosophical Transactions*”, co título de “*On different kinds of air*”.

Tal traballo chegou ás mans de Marie Anne que, logo de lelo, comunicoullo ao Antoine Lavoisier para que tivera coñecemento da obtención deste novo e interesante gas. Lavoisier non só tomou nota deste importante descubrimento senón que comezou a pensar sobre a posible transcendencia científica e, tamén, na utilidade deste novo gas (Kawashima, 2004; Poirier, 2004).

Terceiro Acto:

Aos traballos do Arsenal no descubrimento do O₂, os Lavoisier danlle o nome e colocan a este elemento na cerna da historia da química (Smeaton, 1989).

Por que unha maioría de químicos e químicas, e por suposto o noso alumnado, pensan aínda hoxe que Lavoisier foi o descubridor do osíxeno? Se comezamos o Primeiro Acto sinalando que isto era falso, que Antoine non foi o descubridor, **por que** e sobre todo **para que** escribimos este Terceiro Acto?

Confiamos en que presentando as achegas e, sobre todo, o interese de Lavoisier (Figura 4) neste tema do *osíxeno* sexamos quen de comprender o **por que** deste Terceiro Acto. Confiamos en que, estudando o **para que** dos moitos traballos de Lavoisier realizados sobre este tema do osíxeno, poidades completar máis a vosa formación e, así, levar ás vosas aulas este tema para lles ensinar ao voso alumnado: que é un descubrimento científico; como se realiza e se completa un descubrimento científico; que se entende por ser un descubridor; como se construíu a química na historia; que é e como se desenvolve a investigación na química; cal é a transcendencia deste elemento químico e o importante que é estudar para que serve un descubrimento; por que é necesario completar un descubrimento; ser quen de distinguir entre o **por que** e o **para que** na ciencia, etc. En suma, a necesaria comprensión do acto completo da **descubrición**.



Figura 4. Antoine Lavoisier (1743-1794). En *Rev. Superinteressante*, nº 23, 2008.

No que segue imos ir presentando na forma de apuntamentos informativos e formativos, como se foi producindo o achegamento dos Lavoisier ao tema do *osíxeno* e cales foron as súas achegas máis notables (Lavoisier, 2009; Holmes, 1986).

Lavoisier chegou a interesarse no tema do *Osíxeno* dunha forma totalmente colateral aínda que, logo do ano 1775, constituiría a cerna da súa *Teoría da combustión*. Sobre o ano 1771, Antoine nin sequera pensaba na *Teoría da combustión* (carecía dos coñecementos e da bagaxe intelectual precisa para creala), nin pensaba en botar por terra a *Teoría do floxisto* (aínda que xa dubidaba da súa validez). Lavoisier iníciase no tema de estudo do *osíxeno* dunha forma indirecta e, a partires de 1772 dun xeito completamente experimental, directo e completo. Logo do ano 1774 cando, como xa indicamos, chega a coñecer por medio de Marie Anne a publicación do traballo de Priestley sobre o descubrimento do *Osíxeno*.

Para comprender canto queremos dicir e entender o alcance da tarefa dos Lavoisier (Peumery, 2000), deberemos considerar os seguintes feitos históricos:

a) Sobre os anos 1771-72, Antoine Lavoisier e outros científicos da *Academie des Sciences de Paris*, dedicábanse a comprobar cal era a natureza do diamante (C_a). En concreto pretendían estudar se esta valiosa xema podía ser destruída pola calor e se se comportaba como os carbóns xa coñecidos. Na compañía de Macquer, Cadet e Brisson, os Lavoisier mercaron un diamante e dedicáronse a queimalo utilizando a gran lente que tiñan na Academia (Figura 5). Comprobaron que, cando se queimaba o diamante, este non se evaporaba senón que ardía e desprendía un gas

que identificaron como “*aire fixo* (CO_2)”. Chegaron á conclusión de que o diamante se trataba dun carbón, especial, pero tan só un carbón (hoxe sabemos que o diamante é unha forma alótropa do carbono, como o grafito, o fulereno, o grafeno,...).



Figura 5. Lupa xigante da Academia usada por Lavoisier para queimar C_d . En “El cuaderno del químico escéptico”, <https://wolframio1783.blogspot.com/2014/11/un-experimento-no-apto-para-todos-los.html>.

b) Nese mesmo ano 1772, a *Academie des Sciences*, encargoulle a Antoine a revisión dunha memoria presentada polo boticario Mitouard, na que explicaba que “*ao arder o fósforo no aire, incrementábase o seu peso*”. Lavoisier comprobou que tal afirmación era certa e que ese resultado ía en contra do que dicía a *Teoría do floxisto*, pois se ao arder as sustancias perdían floxisto, deberían perder peso e non ganalo. A este mesmo resultado chegou Antoine cando queimaba outras sustancias distintas como o xofre, o chumbo, etc. Ante tales resultados, os defensores da *Teoría do floxisto* sentíronse na necesidade de postular que o floxisto tiña que ser negativo. Por esta razón foi pola que Priestley chamou ao seu novo gas (O_2) “*aire desfloxistizado*”.

c) Unha nova evidencia para os Lavoisier de que algo importante estaba acontecendo no campo da química experimental foi a publicación de Guyton de Morveau, da memoria “*Disgressions Académiques*” onde relatava categoricamente que todos os metais gañaban peso cando se quentaban ao aire no proceso da calcinación. Todo o anterior eran novas evidencias, nas ideas de Lavoisier, en contra da *Teoría do floxisto*; pero aínda non eran consideradas tales contradicións polos defensores da “*sublime teoría*”.

d) Lavoisier repite todos estes experimentos no laboratorio da súa casa e, tras comprobar a veracidade dos resultados, conclúe que son contrarios aos postulados da *Teoría do floxisto*. Logo, esta teoría ten que ser falsa e cómpre unha nova reformulación da mesma ou crear unha nova teoría: se o floxisto non existe compre un novo principio activo que sustente unha nova teoría. Hoxe sabemos que ese principio activo é o elemento chamado *osíxeno* e a nova teoría é: a *Teoría da combustión*. Lavoisier, aínda, non se enfrontaba/opoñía abertamente á *Teoría do Floxisto*.

Para poñer máis de manifesto o interese que neste tempo comezaba a ter Antoine tanto no campo de traballo co *osíxeno* como no tema das calcinacións (queima dos máis diversos materiais ao aire), abonda con indicar como o día 1 de novembro do ano 1772, entregou un “*pli cacheté*” ou “prego selado” ao secretario da *Academie* para que fora gardado na Academia e, así, manter a súa paternidade no traballo entregado. No prego ían recollidos os resultados dos seus experimentos sobre a calcinación do chumbo pero que aínda estaban sen rematar, pois quería facer máis

experimentos para completar a súa investigación: Lavoisier tiña prisa por publicar estes resultados e quería resgardar a súa autoría, pero quería ter máis certeza nos resultados.

e) Ao longo dos anos 1772-74 e 1775, Antoine Lavoisier seguiría realizando os máis variados estudos sobre calcinacións con metais e non metais; pero non remataba de atopar explicacións convincentes para os resultados obtidos por non entender que estaba acontecendo neses experimentos. Será logo do descubrimento do *osíxeno* por Scheele e Priestley cando se lle han abrir os ollos para comprender o por que, de modo que pode chegar a esbozar a súa *Teoría da combustión*. Lavoisier decátase de que se as calcinacións se realizan ao aire, algo debe haber nese aire atmosférico capaz de favorecer as calcinacións e de permitir que os metais e os non metais incrementen o seu peso. Pero se ese algo non pode ser o floxisto, por ir en contra da propia *Teoría do floxisto*, que pode ser? Esta pregunta halle roldar no seu máxín ata que atope a resposta axeitada.

f) Neses anos, 1772-75, Lavoisier estaba interesado nas súas investigacións polo coñecemento da composición do *aire*. Xa sabía que o "*aire*" non era un Elemento- Principio; pois no *aire* había moitos "*aires*" (*aire mefítico*, *aire fixo*, *aire eminentemente respirable*, *aire desfloxistizado*, *aire fixo*,... etc. -formas nas que se chamaba aos N_2 , O_2 , CO_2 -); pero aínda se descoñecía moito da súa natureza (a súa composición, o seu peso, a súa densidade, as proporcións nas que se atopaban os *aires* que o integraban,...). Neses estudos iniciais chegou a coñecer a súa composición e, logo de moitos traballos, chegaría a coñecer con máis precisión ata que publicou que había 1/5 de O_2 e 4/5 de N_2 , CO_2 , e tamén cría doutros descoñecidos gases. Estes felices resultados publicaríaos nunha famosa memoria no ano 1777.

g) No ano 1777 publicou tamén o seu famoso libro "*sur le combustion en generale*" onde dá conta de moitos dos seus experimentos sobre a calcinación/combustión de varios elementos químicos, así como da composición do aire. Como se ve, nesa época seguía a investigar sobre a mesma idea: o papel xogado polo *aire*, que chegaría a chamar *osíxeno*, en múltiples procesos.

3. Quen foi, para vós, o verdadeiro descubridor do osíxeno?

Despois de todo canto levamos indicado, debémonos parar a facer un breve resumo para que cada quen poida tomar a súa posición sobre quen considerades que foi o auténtico descubridor do *osíxeno*.

A modo de resumo:

1º Debemos considerar a Priestley? El foi o primeiro que **publicou** a obtención do novo gas, chamouno "*aire desfloxistizado*", e publicou o seu traballo no ano 1774, mais todo canto estudou do *osíxeno* rematou nesa publicación.

Esporadicamente volvía retomar as súas achegas sobre este gas, de modo particular, cando outros investigadores falaban ou escribían sobre el e lle negaban a súa paternidade, ou esquecían nomealo como o auténtico descubridor.

2º Sería Carl Scheele? Xa indicamos que tivo moi mala sorte nos seus traballos de investigación, pero semella claro que foi el quen primeiro descubriu o *osíxeno*. El foi quen achegou os mellores *métodos* de obtención e chamouno "*aire igneo*", aínda que non fora coñecido este descubrimento pola comunidade científica. Nin daquela nin aínda hoxe.

Scheele estaba máis interesado na obtención de elementos e compostos que en estudalos para coñecer **para que** podían servir. Obtivo o *osíxeno* e xa está. Non se preocupou por estudar nada máis.

3º Debemos considerar a Lavoisier como o descubridor? Evidentemente NON, **el non foi** o seu descubridor, pero o seu comportamento posterior con este gas, foi moi contrario ao de todos os descubridores. Antoine preocupouse por estudar canto se podía facer con el, para que servía, como se podía obter a nivel industrial, etc.

Poderemos consideralo como o auténtico descubridor?

Lavoisier non foi o primeiro en obtelo; pero si temos que sinalar que foi **quen máis traballou con este gas**, o que lle deu o seu sentido na historia da ciencia. Foi quen o chamou “*osíxeno*”.

Antoine Lavoisier foi quen **se decatou da transcendencia deste descubrimento** e, tras desta importante achega, xa non abandonou este tema do *osíxeno* ata chegar a explotalo ao máximo: conseguiu descompoñer o aire nos distintos “*aires*” que o integran (N₂, O₂, CO₂ e outros) e, mesmo atopou a proporción na que estes gases están no aire atmosférico, realizou a descomposición da auga nos seus elementos integrantes (H₂+O₂) e realizou a súa síntese no seu famosísimo experimento da *Academie*. Tamén chegou a crear a súa **Teoría da combustión**, iniciou os seus estudos sobre a respiración animal, sentou as bases da fisioloxía moderna, etc.

Chegou a crer que o *osíxeno* era un elemento químico fundamental.

Pero, con todo o dito, Lavoisier **non foi** o descubridor deste elemento, foron os outros investigadores citados quen o fixeron. El **só** soubo ver a transcendencia do descubrimento e explotala ao máximo.

Lavoisier esqueceuse dos descubridores e ocupouse tan só do futuro: deseñar para que podería servir o descubrimento deste elemento químico esencial.

Como remate debemos constatar que Antoine foi no tema do *Osíxeno*: o primeiro en sentilo, soñalo e ensinalrle a toda a comunidade científica **para que** servía, quen o viu realmente por vez primeira en cantidades enormes; quen albiscou a importancia do seu descubrimento; quen fixo química abundosa con el; quen o utilizou para crear unha Teoría; quen desenvolveu unha nova rama do saber; quen; quen, quen...

Agora xa tedes información para poder formar opinión e decidir quen é, para cada un de vós, o descubridor do Osíxeno.

4. Epílogo

Que papel xogou Marie Anne Paulze no descubrimento do osíxeno? Estivo presente e foi activa na descuberta deste elemento? Que facía Marie Anne nesa época?

Formarse, aprender, traballar no seu laboratorio da casa, ler memorias de investigación que eles escribían, así como as publicadas por outros científicos ao longo do mundo, atender a todos cantos amigos ían ás reunións do salón científico dos Lavoisier e aprender, aprender e aprender. Con todo canto levamos indicado, que papel puido xogar no descubrimento do *osíxeno* unha nena/muller de tan só 17-20 anos, nese momento histórico?

Debemos deixar aquí, hoxe, o tema do *osíxeno* pero tal vez debamos retomalo con vagar, para pechar este traballo, nun futuro.

5. Referencias

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 en Mato Vázquez, M. D., Chao Fernández, R., Suárez Brandariz, R., *Reflexións e Testemuñas. As mulleres nas artes e nas ciencias* (Vol. 1, pp. 13-31). Universidade da Coruña.
- Djerassi, C. e Hoffman R. (2002). *O2xygen*. Wiley-VCH.
- Eagle, C. e Sloan, J. (1998). Marie Anne Paulze Lavoisier: The Mother of Modern Chemistry. *Chemistry and history*, 3, 1-18.
- Ford, B. J. (1993). *Images of Science. A History of Scientific Illustration*. Oxford University Press.
- Hoffman, R. (2002). Mme Lavoisier. *American Scientist*, 90(1), 22.
- Hoffman, R. (2008). More about Mme. Lavoisier than M. Lavoisier. *Contributions to Science*, 4(1), 111-113.
- Holmes, F. (1986). *Lavoisier and the Chemistry of life*. University of Wisconsin Press.
- 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.
- 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, 75-76.
- González Noya A. M., Pintos Barral X. e Bermejo M. R. (2019). Marie Anne e a Táboa Periódica. *Boletín das Ciencias*, 88, 85,
- González Noya A. M., Pintos Barral X. e Bermejo M. R. (2020). Marie Anne Paulze no descubrimento do osíxeno. *Boletín das Ciencias*, 90, 75, e bibliografía citada
- 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*, 31.
- Lavoisier, A. L. (2009). *Tratado Elemental de Química*. Prólogo, M. R. Bermejo; tradución, S. Casas Fernández e Mª V. Castaño Palazón. Madrid: Fundación BBVA; Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela, Servizo de publicacións e Intercambio Científico.
- 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.
- Poirier, J. P (2004). *La Science et l'amour: Madame Lavoisier*. Pigmalion.
- Severinghaus, J. W. (2002). Priestley, the furious free thinker of the enlightenment, and Scheele, the taciturn apothecary of Upsala. *Acta Anaesthesiol Scan.*, 46, 2-9.
- Smeaton, W. A. (1989). Monsieur and Madame Lavoisier in 1789: The Chemical Revolution and the French Revolution. *Ambix*, 36, 1-4.
- VV. AA. (2019). *Boletín das ciencias*, N° 87.
- VV. AA. (2020). *Boletín das ciencias*, N° 90.