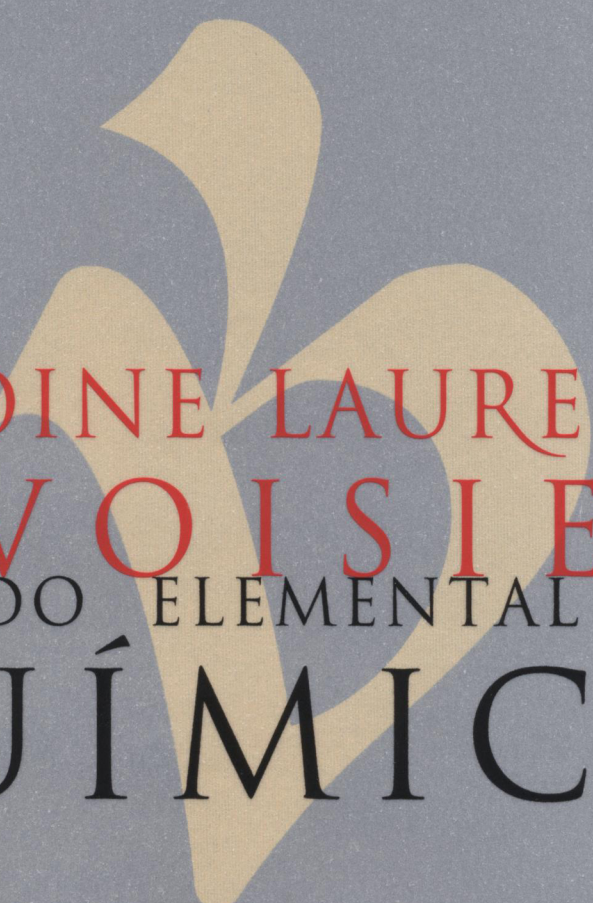


PRÓLOGO MANUEL R. BERMEJO
TRADUCCIÓN SERGIO CASAS FERNÁNDEZ
M^A VICTORIA CASTAÑO PALAZÓN



ANTOINE LAURENT
LAVOISIER
TRATADO ELEMENTAL DE
QUÍMICA

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
FUNDACIÓN BBVA

T R A T A D O
E L E M E N T A L D E
Q U Í M I C A

CLÁSICOS DO
PENSAMENTO UNIVERSAL

NÚM. 12

Colección dirixida por

DARÍO VILLANUEVA

Comité Científico

CARLOS BALIÑAS FERNÁNDEZ

Facultade de Filosofía

LUIS CONCHEIRO CARRO

Facultade de Medicina

RAMÓN MÁIZ SUÁREZ

Facultade de Ciencias Políticas

ANTÓN SANTAMARINA FERNÁNDEZ

Facultade de Filoloxía

JOSÉ SORDO RODRÍGUEZ

Facultade de Farmacia

PRÓLOGO MANUEL R. BERMEJO
TRADUCCIÓN SERGIO CASAS FERNÁNDEZ
M^A VICTORIA CASTAÑO PALAZÓN

ANTOINE LAURENT
LAVOISIER
TRATADO ELEMENTAL DE
QUÍMICA

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
FUNDACION BBVA



Esta obra atópase baixo unha licenza internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-ND 4.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.gl>

Esta obra se encuentra bajo una licencia internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra no incluída en la licencia Creative Commons BY-NC-ND 4.0 solo puede ser realizada con la autorización expresa de los titulares, salvo excepción prevista por la ley. Puede Vd. acceder al texto completo de la licencia en este enlace: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

This work is licensed under a Creative Commons BY NC ND 4.0 international license. Any form of reproduction, distribution, public communication or transformation of this work not included under the Creative Commons BY-NC-ND 4.0 license can only be carried out with the express authorization of the proprietors, save where otherwise provided by the law. You can access the full text of the license at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

© DA PRESENTE EDICIÓN
Universidade de Santiago de Compostela, 2009
Fundación BBVA, 2009

DESEÑO DA COLECCIÓN
Barro, Salgado, Santana [Grupo Revisión Deseño]

MAQUETACIÓN
Imprenta Universitaria

EDICIÓN TÉCNICA
Servizo de Publicacións e Intercambio Científico
Campus universitario sur
15782 Santiago de Compostela
www.usc.es/publicacions

DOI: <https://dx.doi.org/10.15304/pu.2022.22>

ÍNDICE

- 19 PRÓLOGO
por Manuel Bermejo Patiño
- 19 1. Introducción
- 29 2. Un revolucionario na Revolución Francesa. Antoine
Laurent Lavoisier: a súa vida e a súa obra
- 40 3. A química, ciencia cuantitativa
- 44 4. A teoría do floxisto e Lavoisier
- 48 5. A divulgación do coñecemento: libros e revistas
- 50 6. *O Tratado elemental de química*
- 68 7. Marie Anne Paulze
- 72 8. Cronoloxía
- 78 9. Bibliografía
- 87 TRATADO ELEMENTAL DE QUÍMICA
Tradución de Sergio Casas Fernández e
M^a Victoria Castaño Palazón
- 91 Nota dos tradutores
- 95 Discurso preliminar

PRIMEIRA PARTE

Da formación de fluídos aeriformes e da súa composición; da combustión dos corpos simples e da formación dos ácidos

- 111 *Capítulo I:* Das combinacións do calórico e da formación dos fluídos elásticos aeriformes
- 126 *Capítulo II:* Ideas xerais sobre a formación e constitución da atmósfera terrestre
- 129 *Capítulo III:* Análise do aire atmosférico: a súa resolución en dous fluídos elásticos, un respirable e outro non respirable
- 140 *Capítulo IV:* Nomenclatura das diferentes partes constituintes do aire atmosférico
- 144 *Capítulo V:* Da descomposición do gas osíxeno polo xofre, o fósforo e o carbón, e da formación dos ácidos en xeral
- 152 *Capítulo VI:* Nomenclatura dos ácidos en xeral e especialmente dos que se extraen do salitre e do sal mariño
- 159 *Capítulo VII:* Da descomposición do gas osíxeno polos metais, e da formación dos óxidos metálicos
- 162 *Capítulo VIII:* Do principio radical da auga, e da súa descomposición polo carbón e o ferro
- 172 *Capítulo IX:* Da cantidade de calórico que se desprende das diferentes clases de combustións
 - 174 Combustión do fósforo
 - 175 Combustión do carbón
 - 175 Combustión do gas hidróxeno
 - 175 Da formación do ácido nítrico
 - 177 Combustión da candeia
 - 178 Combustión do aceite de oliva
- 180 *Capítulo X:* Da combinación das sustancias combustibles unhas coas outras

- 184 *Capítulo XI*: Consideracións sobre os óxidos e os ácidos de varias bases e sobre a composición das materias vexetais e animais
- 190 *Capítulo XII*: Da descomposición das materias vexetais e animais por acción do lume
- 194 *Capítulo XIII*: Da descomposición dos óxidos vexetais pola fermentación viñosa
- 203 *Capítulo XIV*: Da fermentación pútrida
- 206 *Capítulo XV*: Da fermentación acetosa
- 208 *Capítulo XVI*: Da formación dos sales neutros e das diferentes bases que entran na súa composición
- 209 Da potasa
- 212 Da sosa
- 213 Do amoníaco
- 214 Do cal, a magnesia, a barita e a alúmina
- 214 Das substancias metálicas
- 216 *Capítulo XVII*: Continuación das reflexións sobre as bases salificables e sobre a formación dos sales neutros

SEGUNDA PARTE

Da combinación dos ácidos coas bases salificables,
e da formación dos sales neutros

- 227 Advertencia
- 229 Táboa de substancias simples
- 230 Observacións
- 232 Táboa dos radicais ou bases oxidables e acidificables compostos, que entran nas combinacións a maneira das substancias simples
- 233 Observacións

- 234 Observacións sobre as combinacións da luz e do calórico coas diferentes substancias
- 236 Táboa das combinacións binarias do osíxeno coas substancias metálicas e non metálicas oxidables e acidificables
- 238 Observacións
- 241 Táboa das combinacións do osíxeno cos radicais compostos
- 242 Observacións
- 244 Táboa das combinacións binarias do azote coas substancias simples
- 245 Observacións
- 247 Táboa das combinacións binarias do hidróxeno coas substancias simples
- 248 Observacións
- 250 Táboa das combinacións binarias do xofre non osixenado coas substancias simples
- 251 Observacións
- 252 Táboa das combinacións binarias do fósforo non osixenado coas substancias simples
- 253 Observacións
- 255 Táboa das combinacións binarias do carbono non osixenado coas substancias simples
- 256 Observacións
- 257 Observacións sobre os radicais muriático, fluórico e borácico, e as súas combinacións
- 257 Observacións sobre a combinación dos metais entre si
- 258 Táboa das combinacións do azote ou radical nítrico, levado ata o estado de ácido nitroso pola combinación de suficiente cantidade de osíxeno, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido

- 259 Táboa das combinacións do azote completamente saturado de osíxeno e levado ata o estado de ácido nítrico, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 260 Observacións
- 263 Táboa das combinacións, por vía húmida, do ácido sulfúrico ou xofre osíxenoado, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 265 Observacións
- 267 Táboa das combinacións do ácido sulfuroso coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 268 Observacións
- 269 Táboa das combinacións do fósforo que recibiu un primeiro grao de osixenación, e que foi levado ata o estado de ácido fosforoso, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 270 Táboa das combinacións do fósforo saturado de osíxeno, ou ácido fosfórico, coas substancias salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 271 Observacións
- 272 Táboa das combinacións do radical carbónico osixenado, ou ácido carbónico, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 273 Observacións
- 275 Táboa das combinacións do radical muriático osixenado, ou ácido muriático, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 276 Táboa das combinacións do ácido muriático osixenado, coas diferentes bases salificables coas que e susceptible de unirse
- 277 Observacións

- 279 Táboa das combinacións do ácido nitro-muriático coas bases salificables, ordenadas alfabeticamente, tendo en conta que as afinidades deste ácido non son suficientemente coñecidas
- 280 Observacións
- 281 Táboa das combinacións do radical fluórico osixenado, ou ácido fluórico, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 282 Observacións
- 283 Táboa das combinacións do radical borácico osixenado, coas diferentes bases salificables coas que e susceptible de unirse, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 284 Observacións
- 286 Táboa das combinacións do arsénico osixenado, ou ácido arsénico, coas bases salificables ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 287 Observacións
- 289 Táboa das combinacións do molibdeno osixenado, ou ácido molíbdico, coas bases salificables, por orde alfabética
- 290 Observacións
- 291 Táboa das combinacións do volframio osixenado, ou ácido volfrámico, coas bases salificables
- 292 Observacións
- 294 Táboa das combinacións do radical tartaroso osixenado, ou ácido tartaroso, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 295 Observacións
- 297 Táboa das combinacións do radical málico osixenado, ou ácido málico, coas bases salificables, por orde alfabética
- 298 Observacións

- 299 Táboa das combinacións do radical cítrico osixenado, ou ácido cítrico, coas bases salificables, segundo a súa afinidade por este ácido
- 300 Observacións
- 301 Táboa das combinacións do radical pirolignoso osixenado, ou ácido pirolignoso, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 302 Observacións
- 303 Táboa das combinacións do radical pirotartaroso osixenado, ou ácido pirotartaroso, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 304 Observacións
- 305 Táboa das combinacións do radical piromucoso osixenado, ou ácido piromucoso, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 306 Observacións
- 307 Táboa das combinacións do radical oxálico osixenado, ou ácido oxálico, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 308 Observacións
- 310 Táboa das combinacións do radical acetoso osixenado, por un primeiro grao de osixenación, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 312 Observacións
- 314 Táboa das combinacións do radical acetoso osixenado, por un segundo grao de osixenación, ou ácido acético coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 315 Observacións
- 316 Táboa das combinacións do radical succínico osixenado, ou ácido succínico, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 317 Observacións

- 318 Táboa das combinacións do radical benzoico osixenado, ou ácido benzoico, coas diferentes bases salificables, por orde alfabética
- 319 Observacións
- 320 Táboa das combinacións do radical canfórico osixenado, ou ácido canfórico, coas bases salificables, por orde alfabética
- 321 Observacións
- 322 Táboa das combinacións do radical gálico osixenado, ou ácido gálico, coas bases salificables, por orde alfabética
- 323 Observacións
- 324 Táboa das combinacións do radical láctico osixenado, ou ácido láctico, coas bases salificables, por orde alfabética
- 325 Observacións
- 326 Táboa das combinacións do radical sacoláctico osixenado, ou ácido sacoláctico, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 327 Observacións
- 328 Táboa das combinacións do radical fórmico osixenado, ou ácido fórmico, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 329 Observacións
- 330 Táboa das combinacións do radical bómbico osixenado, ou ácido bómbico, coas substancias salificables, por orde alfabética
- 331 Observacións
- 332 Táboa das combinacións do radical sebácico osixenado, ou ácido sebácico, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 333 Observacións
- 334 Táboa das combinacións do radical lítico osixenado, ou ácido lítico, coas bases salificables, por orde alfabética
- 335 Observacións

- 336 Táboa das combinacións do radical prúsico osixenado, ou ácido prúsico, coas bases salificables, ordenadas segundo a súa afinidade por este ácido
- 337 Observacións

TERCEIRA PARTE

Descrición dos aparellos e das operacións manuais da química

- 341 Introducción
- 343 *Capítulo I:* Dos instrumentos axeitados para determinar o peso absoluto e o peso específico dos corpos sólidos e líquidos
- 352 *Capítulo II:* Da gasometría ou da medida do peso e do volume das substancias aeriformes
- 352 § I. Descrición dos aparellos pneumato-químicos
- 354 § II. Do gasómetro
- 362 § III. Algunhas outras maneiras de medir o volume dos gases
- 365 § IV. Da maneira de separar os diferentes tipos de gases entre sí
- 368 § V. Das correccións que hai que facer no volume dos gases obtidos nos experimentos relativos á presión da atmósfera
- 373 § VI. Das correccións relativas aos diferentes graos do termómetro
- 374 § VII. Modelo de cálculo para as correccións relativas ao grao de presión e de temperatura
- 377 § VIII. Da forma de determinar o peso absoluto dos diferentes gases
- 379 *Capítulo III:* Dos aparellos relativos á medida do calórico
- 379 Descrición do calorímetro

- 388 *Capítulo IV:* Das operacións puramente mecánicas que teñen por obxecto dividir os corpos
- 388 § I. Da trituración, da porfirización e da pulverización
- 391 § II. Do cribado e do lavado
- 393 § III. Da filtración
- 397 § IV. Da decantación
- 399 *Capítulo V:* Dos medios que emprega a química para separar as moléculas dos corpos sen descompoñelas e, recíprocamente, para unilas
- 399 § I. Da disolución dos sales
- 403 § II. Da lixiviación
- 404 § III. Da evaporación
- 407 § IV. Da cristalización
- 411 § V. Da destilación simple
- 414 § VI. Da sublimación
- 415 *Capítulo VI:* Das destilacións pneumato-químicas, das disolucións metálicas e dalgunhas outras operacións que esixen aparellos moi complicados
- 415 § I. Das destilacións compostas e das destilacións pneumato-químicas
- 420 § II. Das disolucións metálicas
- 422 § III. Dos aparellos relativos ás fermentacións viñosa e pútrida
- 424 § IV. Aparello particular para a descomposición da auga
- 426 § V. Da preparación e utilización das masillas
- 432 *Capítulo VII:* Das operacións relativas á combustión propiamente dita e á detonación
- 434 § I. Da combustión do fósforo e do carbón
- 440 § II. Da combustión dos aceites
- 445 § III. Da combustión do espírito do viño ou alcol
- 447 § IV. Da combustión do éter

- 448 § V. Da combustión do gas hidróxeno e da formación da auga
- 452 § VI. Da oxidación dos metais
- 459 § VII. Da detonación
- 465 *Capítulo VIII: Dos instrumentos necesarios para operar sobre os corpos a temperaturas moi elevadas*
- 465 § I. Da fusión
- 466 § II. Dos fornos
- 475 § III. Dos medios para aumentar considerablemente a acción do lume trocando o aire atmosférico por gas osíxeno
- 481 Táboas para uso dos químicos
- 507 Táboa de materias por orde alfabética
- 543 Anexo: Láminas

1. Introducción

Quen foi Antoine Laurent Lavoisier? Que representa na historia da ciencia? Cal foi a súa relación cos científicos do seu tempo? Quen foi Marie Anne Paulze? Cal foi a relación desta fermosa muller coa ciencia e a cultura do seu tempo? Que nos poden dicir hoxe, aos químicos do século XXI a vida e a obra de Lavoisier? Cal foi a súa contribución política e social? Por que se lle segue a chamar hoxe o pai da química moderna? Estas e moitas outras preguntas que suscita a controvertida figura de Lavoisier serán obxecto de atención e, talvez, de parcial resposta ao longo deste prólogo.

Foi no século XIX, coa particular participación de certos químicos franceses, cando se colocou na historia da humanidade a imaxe de Lavoisier como a do líder carismático dunha das revolucións da ciencia: a fundación da química. Rematando o século XIX, na celebración do centenario da revolución francesa en 1889, Marcellin Berthelot facía un eloxio da transcendencia da obra de Lavoisier, unha loanza que ía ser o xermolo da súa obra *La Revolution Chimique. Lavoisier* (1890), na que establecía claramente a idea de que a revolución química de finais do XVIII fora obra dun xenio irrepetible. O mesmo xenio ao que, en 1894, se lle dedicaría, por decisión de Berthelot —naquela altura Ministro de Instrución Pública— un grupo escultórico para conmemorar o centenario do seu axustizamento. Neste monumento, nun baixorrelevo, aparece Lavoisier coma un grande investigador acompañado dun *factotum* e de Marie Anne, a súa muller, tomando notas do traballo experimental. Este grupo escultórico, semellante ao representado na páxina 23 e tamén hoxe desaparecido, colocado en 1900 na Place de la Madeleine de París,

representaba a Lavoisier cunha balanza, signo da súa autoridade experimental. Significaba un recoñecemento implícito da transcendencia do uso da balanza na revolución química?

Con anterioridade, en 1869, en plena confrontación franco prusiana, o alsaciano Charles Wurtz publicaba a coñecida frase, mil veces repetida dende entón polos franceses: «A Química é unha ciencia francesa. Foi constituída por Lavoisier, de inmortal memoria». O chauvinismo desta frase reflicte a idea que subxacía no inconsciente colectivo francés a respecto de Lavoisier e a química, como *constructo* nacional. De feito, Wurtz non facía máis que explicitar o sentimento do seu profesor, Jean Baptiste Dumas, quen xa en 1836 logo de pronunciar un inflamado eloxio de Lavoisier no Collège de France, suxería a idea de rescatar do esquecemento o fundador da química moderna e limpar a deshonra da traxedia de 1794 que lle tirou a vida ao máis grande sabio de todos os tempos. En 1862, Dumas, iniciou a publicación das obras completas de Lavoisier incluíndo no primeiro volume o *Traité Élémentaire de Chimie* e os *Opuscles physiques et chimiques*. A edición das obras completas rematou en 1893, por Grimaux, co volume VI.

A posición de Lavoisier como líder na química fora xa reivindicada pola súa viúva, Marie Anne Paulze, pouco despois da súa morte, de modo que foi a súa valedora cando, cara a finais do século XVIII, se comezou a cuestionar a súa valía. Marie Anne, consciente da preponderancia que a figura do seu home tiña na historia da química e adoecida por ver como outros teimaban na destrución da súa reputación, defendeuno por todas partes e mesmo, tras a morte do seu home, editou as *Memoires de Chimie* —cunha tiraxe de 1100 exemplares— que non se vendeu no seu momento pero que ela fixo chegar aos científicos máis relevantes da época. Non se sabe ben por qué, pero esta obra non se vendeu ata que madame Lavoisier morreu en 1836.

É realmente tan importante a contribución de Lavoisier á química moderna ou o seu enaltecemento era a reacción dun

pobo, o francés, que logo dun período de esplendor na ciencia, pasaba por momentos de crise? Cal era a opinión sobre Lavoisier no século XX? En 1937 sir William Ramsay referíndose á publicación do *Traité élémentaire de chimie* di que «constitúe unha das etapas inmortais da civilización». No mesmo ano, no prólogo dunha nova edición do libro fundamental de Lavoisier, M. Henry Le Chatelier fai un acendido eloxio de Antoine Laurent destacando «a importancia das ideas postas en circulación por Lavoisier que as fixeron ser inmediatamente recoñecidas, apreciadas e utilizadas polos seus contemporáneos». Especialistas en historia da ciencia contribuíron, do mesmo modo, a acuñar a idea de revolución química e colocaron a figura de Lavoisier, e a súa obra, na cerna da mesma. Cohen, na súa obra do ano 1985 *Revolution in Science*, afirma que «a revolución química de Lavoisier supera todos os test para ser considerada unha revolución na ciencia. Foi recoñecida coma unha revolución por todos os historiadores e científicos, do mesmo xeito que foi considerada unha revolución no seu tempo».

Na mesma idea acredita Donovan, experto en Lavoisier, quen no ano 1956 escribía que «Lavoisier é un dos dinamizadores da chamada segunda Revolución Científica —de 1775 a 1830— que daría lugar ao nacemento da química moderna, transformando unha xeira de prácticas dispersas e cunha linguaxe escura nunha disciplina científica, sistemática e coherente». Esta segunda revolución científica é, na opinión de Donovan, crucial para entender o cambio científico da historia e Lavoisier está na cerne do mesmo, actuando coma o gran catalizador.

Foi Lavoisier un auténtico sabio ou un home que estaba no momento preciso no lugar oportuno para aproveitarse do coñecemento que agromaba nun determinado campo do saber? Foi un revolucionario, foi un político, foi un capitalista, foi un mal esposo, foi un anxo, foi un mal amigo, foi un diaño...?

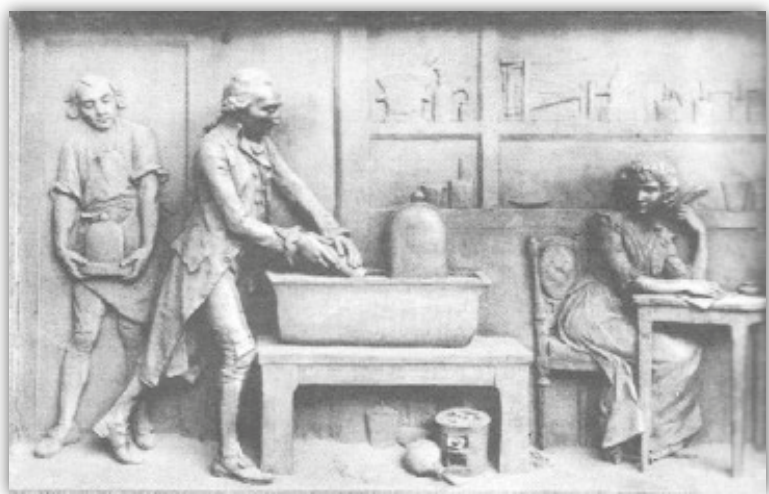
Quen foi realmente Antoine Laurent de Lavoisier? Ao longo das seguintes páxinas tentaremos comprender, ao través da súa

obra e da súa vida, quen foi este poliédrico personaxe da historia da ciencia.

A química no século XVIII

Na *Encyclopedie* de Diderot e D'Alembert (1751-1772), obra senlleira da Ilustración, a entrada *chimie* foi redactada polo médico e profesor da universidade de Montpellier, F. G. Venel. Nela afirmase que «os químicos forman un pobo distinto, moi pouco numeroso, coa súa lingua, as súas leis, os seus misterios, case illados, traballando no medio de xentes pouco curiosas por coñecer as súas actividades». Para indicar o nivel de actividade desta nova disciplina e por sinalar o que lle cumpría para ser considerada ciencia di: «É verdade que a revolución capaz de colocar a química ao nivel do que ela merece, polo menos ao lado da física calculada, só pode ser realizada por un químico hábil, entusiasta e audaz que, atopándose nunha situación favorable e aproveitando algunhas circunstancias felices, poida espertar a atención dos filósofos por medio dunha disertación brillante, utilizando un ton decidido e firme e, de seguido, dando razóns válidas en canto se tiveran destruído os preconceptos».

Cincuenta anos despois, a situación mudaría de xeito radical: producírase a revolución química. Que persoa ou persoas, que circunstancias foron as causantes de tal revolución na química? A química constitúese como a ciencia do porqué e o para que. O porqué engarza cunha característica propia da humanidade: a curiosidade. O para que ten que ver co sentido social da ciencia e con outra característica da humanidade: a solidariedade. O por qué mira ao pasado, recupera o coñecemento adquirido, aprende da transmisión oral e, preguntándose, fai que a humanidade constrúa novos coñecementos. A aparición de novos coñecementos xera novas preguntas, algunhas para aprender máis sobre o aprendido; pero outras, tamén cruciais, levan a formular para que serve o descubrimento e a súa transcendencia social.



Baixo relevo, hoxe desaparecido, que representa a Lavoisier e Marie Anne cun *factotum*

Ás veces non é inmediata a resposta e, mesmo, tarda moitos anos en respostarse: as leis de Faraday e a utilización industrial da electricidade; a fórmula de Einstein $E=mc^2$ e a aparición da enerxía nuclear; o descubrimento da estrutura do ADN por Rosalind Franklin, Watson e Crick e a utilización da xenómica ou da proteómica son exemplos aquelados.

O por que e o para que foron os dous eixes vitais de Lavoisier. O eixo do para que será un determinante vital do comportamento de Antoine Laurent, que buscará decote o interese social de canto fai. Mais será o eixo do por que o que o vai situar na historia da ciencia como un dos persoeiros máis importantes. A busca do por que vaino forzar a atopar os vectores que farán agromar a química como unha ciencia moderna e hano levar a escribir a súa magna obra, *o Tratado elemental de química*. Mais antes de entrarmos nesta, cómpre analizar a súa época —a Ilustración— e o estado da química nese tempo.

Química e Ilustración

O Renacemento, a Reforma, o Barroco, a Ilustración son chanzos dunha mesma escada para avanzar na historia. É este un momento complexo no que se conxugan fenómenos científico-técnicos; económico-demográficos; político-relixiosos; sociais; intelectuais... Podemos facer unha breve análise do que representa a convulsión producida no século XVIII considerando algúns dos seguintes cambios cualitativos, que podemos denominar «revolucións con minúsculas»:

-revolución relixiosa. O home do Renacemento sepárase da relixiosidade medieval e considérase no centro do universo, tentando falar «de ti a ti» co seu deus e iniciando a libre interpretación dos evanxeos;

-revolución política. Toda Europa está dominada por monarquías absolutistas que, pouco e pouco, van desaparecer;

-revolución demográfica. Por primeira vez na historia, Malthus —no seu ensaio de 1798 sobre a poboación— estuda o efecto da demografía sobre a economía e os cambios sociais;

-revolución económica. A aparición das máquinas cambiaba por completo os métodos de produción nese mundo precapitalista. Adam Smith na súa obra *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* senta as bases do liberalismo económico;

-revolución intelectual. O espírito prerrevolucionario da Europa do XVIII non se pode comprender sen as achegas dos intelectuais da época representados en Francia polos *enciclopedistas* ou en España polo movemento dos *novatores*;

-revolución do xénero. A *querelle de femmes*, que alenta o debate sobre a valía intelectual das mulleres, levaba aberto, no século XVIII, uns 300 anos. Tal debate, aínda que con postulados diferentes, continuou vivo nos séculos XIX e XX;

-revolución social. As revolucións anteriores, «con minúsculas» propiciaron a toma da Bastilla, o 14 de xullo de 1789, polo pobo de París. A máxima *Liberté, égalité et fraternité* foi o cumio final do que hoxe chamamos Revolución Francesa que iniciou a caída das monarquías no mundo e desembocou na máis grande revolución social da historia da humanidade;

-revolución das fontes de enerxía. O carbón, unha fonte de enerxía non renovable, que hoxe chamamos contaminante, foi a que abriu as portas da revolución das fontes de enerxía nos séculos XVII e XVIII. Foi o carbón o que permitiu obter enerxía barata, producir gases capaces de mover as máquinas de vapor, impulsar as industrias químicas, etc. O carbón serviu para obter coque e revolucionar a metalurxia do ferro — preparación das aleacións— e dos outros metais e permitir a obtención dun montón de novos elementos químicos descoñecidos ata o século XVIII;

-revolución tecnolóxica. Ata o século XVIII coñecíanse moitas máquinas. Leonardo foi un grande construtor das má-

quinas máis diversas, mais non había moitas con interese na industria. No século XVII, creáronse as primeiras máquinas produtoras de electricidade, pero tería que chegar o século XIX para que, coa invención da pila voltaica, se dera o paso decisivo cara á obtención de electricidade a vontade. A gran revolución tecnolóxica do século XVIII é a máquina de vapor. En 1687, D. Papin publicou un tratado sobre a posibilidade de construír esta máquina, mais non foi ata 1698 cando T. Savery construíu unha bomba monocilíndrica de succión que combinaba unha máquina de vapor e unha de presión atmosférica. No ano 1705, T. Newcomen mellorouna, pero sen grandes posibilidades prácticas. Sería J. Watt no ano 1763 quen daría o paso decisivo combinando a cámara de condensación cunha cámara de baleiro. O século XVIII vai ser fundamental na tecnoloxía dos aceiros que serán cruciais na elaboración de novos utensilios, de estruturas metálicas, reactores para a industria química, novos trebellos para a metalurxia, etc.;

-revolución científica. Tense discutido se a revolución científica se produciu xa no Renacemento, pero somos moitos os que consideramos que o cambio de paradigma, a invención da imprenta, o descubrimento e encontro dos novos mundos, etc., representan tan só o nacemento dunha revolución que terá lugar 250 anos máis tarde. En apoio de tal aseveración, poden considerarse como grandes avances da ciencia no século XVIII a consolidación das academias científicas, a aparición das revistas científicas e das enciclopedias. Mais, por se estes apuntamentos non abundaran, cómpre sinalar os enormes avances que se produciron nas ciencias xa institucionalizadas, nomeadamente nas matemáticas e na física, mais tamén nas ciencias naturais e na química.

O século XVIII sinala o punto de inflexión da química, pasando de ser unha pre-ciencia a unha ciencia institucionalizada: Lavoisier foi a mente privilexiada que viu cal era o camiño a seguir. Mais ata que o sabio francés consegue levar a química

dende as tebras da alquimia ata o albor dunha nova ciencia, foi moito e moi positivo o que supuxo a química para a sociedade: a edición de libros de química; a creación da industria química; o descubrimento de moitos novos metais —titanio, cromo, manganeso, cobalto, níquel, cinc, circonio, itrio, estroncio, bismuto, teluro, uranio e, como non, os elementos de autoría española: o platino, descuberto por Ulloa no ano 1735 e o volframio preparado polos irmáns Elhuyar no ano 1783—; as achegas cualificadas de moitos científicos: as primeiras táboas de afinidades de Geoffroy; os estudos de gases; os traballos en metalurxia; as achegas dos químicos franceses; as investigacións de Galvani e Volta en Italia; as contribucións dos irmáns Elhuyar, M. A. del Río, Proust e Chavaneau en España, etc.

Vimos de presentar unha breve panorámica do século XVIII, na que tratamos de contextualizar o estado no que se atopaba a química. Poderíamos dicir que a química era coma un gran palacio con moitísimas salas e moitos pisos, ocupadas cada unha delas por diversos e bos investigadores. Mais o palacio estaba en tebras, e os investigadores utilizaban diversas linguaxes: o resultado era a incomunicación. Os investigadores nin podían falar con claridade entre si, por careceren dunha linguaxe común, nin podían ir dunha sala ou dun piso a outro, por careceren tamen de medios para iluminarse e comunicarse. Cumpría polo tanto unha linguaxe común e unha boa iluminación.

Neste contexto é no que se vai formar Lavoisier e, paseniño, vai comprobar que os experimentos elegantemente realizados lle permiten ver claramente como os novos descubrimentos poderían organizar nunha nova ciencia se se cambiaba o paradigma da combustión. Lavoisier comprende, nun momento dado, que cambiando a teoría do floxisto pola súa teoría da combustión, os novos descubrimentos que se producirían ían abrir unha nova dimensión para a ciencia: podían iluminar o palacio. Mais non eran chegados os tempos. A química necesitaba dun ser visionario capaz de conseguir un saber integrador e soñar

con ela coma unha ciencia nova e moderna, un visionario que necesitaba un triplo vector para fundar esta nova ciencia:

-crear unha nova linguaxe que favorecera a comunicación entre todos os científicos. Esta nova linguaxe debía ser creada *ex novo*, como o arco voltaico crea a luz facendo saltar a chispa eléctrica entre os electrodos de carbón. Esta nova luz da comunicación permitiría aos científicos do palacio comezar a verse para poderen falar entre si;

-crear un novo saber integrado e divulgalo en revistas. O visionario ter a súa mente coma un crisol onde puidera colocar todos os coñecementos (métodos de preparación, técnicas, compostos coñecidos, etc.) e, logo de fundilos, elaborar unha nova disciplina para, a partir dela, crear novos saberes e divulgalos. Deste xeito, os científicos do palacio non só poderían verse senón tamén comunicarse, entenderse e construír en común novos avances;

-crear unha nova ciencia e baseala en teorías verdadeiras ou, cando menos, capaces de evolucionar na busca da verdade. Veremos cómo a teoría do floxisto non valerá por estar baseada nos elementos-principio, que eran falsos. Deste xeito a nova ciencia, o palacio, cobraría vida e podería ser un facho de saber e un posible punto de encontro para a construción de novos coñecementos.

Mais, ulo visionario, cal Giordano Bruno na busca do seu paradigma, capaz de atopar os tres vectores precisos? Este visionario foi Antoine Laurent Lavoisier. Lavoisier foi dos primeiros en ser consciente de que non abonda con coñecer a verdade, é imprescindible propagala para que todos, en todas partes, a coñezan. Consecuentemente, fomentou e frecuentou as academias, participou en debates e querelas científicas, iniciou e desenvolveu a divulgación dos coñecementos por medio de revistas científicas e de libros, etc. Foi un home do seu tempo, comprometido coa ciencia, coa política e coa sociedade. Foi o seu compromiso coa ciencia o que o levou a grandes descu-

brimentos e a sentar os alicerces da química moderna; pero tamén padeceu tremendas envexas por parte de cantos non chegaron onde el chegou. Comprometeuse coa sociedade e foi este compromiso o que o levou a tentar modernizar as estruturas produtivas do seu país e, en última instancia, íalle custar unha condena a morte e perder a vida. Comprometeuse a fondo coa revolución e a revolución devorouno, cal Saturno, como un dos seus fillos máis preclaros.

A vida de Lavoisier foi unha vida chea de emocións, vivida con intensidade e tremendas confrontacións de ideas, tanto científicas como políticas; eran as confrontacións típicas dun Estado emerxente e novo. Viviu a súa vida na crista da onda, unha onda revolucionaria na que tentou conxugar a súa idea da ciencia, da cultura e da política na intención de lograr unha nova orde revolucionaria. Non é casualidade que o seu *Tratado elemental de química* se subtitule *presentado baixo unha nova orde*. Creu nas súas ideas, comprometeuse con todas elas e perdeu a vida. A cambio a historia deulle un lugar onde os inmortais.

2. Un revolucionario na Revolución Francesa. Antoine Laurent Lavoisier: a súa vida e a súa obra

Lavoisier naceu e viviu con todos e cantos condicionantes poderían determinar a felicidade dun home. Naceu rico polo seu berce e nun ambiente ilustrado. Casou cunha rapaza fermosa, intelixente e rica, Marie Anne Paulze, que sería o seu complemento durante a súa vida e máis alá da súa morte. A súa prematura morte fíxoo entrar na historia dos mártires e pasar a pertencer ao olimpo dos inmortais da ciencia.

A súa vida

Acontece moi esporadicamente, e só en mentes e espíritos moi selectos que, partindo de observables, se chegue a formu-

lar leis universais. Lavoisier foi unha destas mentes. Sendo fillo dun procurador, dende moi novo foi chamado á carreira de letras, formándose en leis e literatura, mais o seu espírito inqueda íao levar a contactar coas ciencias, para convertelo nun sabio universal.

A vida e a obra de Lavoisier mantén unha relación biunívoca co sentido do termo *revolución*. A revolución que Lavoisier ía realizar nas ideas científicas culmina coa súa obra *Tratado elemental de química* que se publica no ano 1789. Non é casualidade que ese mesmo ano se inicie a revolución francesa. Antoine Lavoisier compaxinou a dobre tarefa de administrador do Antigo Réxime coa de investigador científico, movéndose sempre na dobre revolución. Non foi quen de separar na súa actuación pública a actividade científica e a actividade política. A súa vida foi unha perfecta simbiose de actuación política e científica.

Tiña tan só 22 anos, corría o ano 1765, cando publicou a súa primeira memoria científica sobre o xeso, na que aparecen por vez primeira os alicerces do que será o método cuantitativo de análise.

No ano 1771 casa con Marie-Anne Pierrette Paulze, filla dun moi rico asentista, compañeiro de traballo de Lavoisier na *Ferme Générale*, quen tamén aportará unha importante dote á unidade familiar. Marie-Anne é unha nena de 14 anos cando casa; fermosa e rica, hase converter na máis completa colaboradora de Antoine. Desafortunadamente non tiveron fillos e Marie Anne, como contrapunto, dedicou a súa vida ao traballo de investigación cabo do seu home.

A familia Lavoisier programaba escrupulosamente as súas xornadas de traballo. Antoine era inflexible no seu horario. Cando se atopaba en París, erguíase as 6 da mañá e investigaba de 6 a 8, dedicaba toda a xornada a cuestións burocráticas propias dos seus cargos públicos e políticos e voltaba a casa para investigar de 19 a 22 horas. Era metódico e programaba

os experimentos e a repetición de cada medida con enorme precisión. Era tamén ambicioso: para comprender o carácter ambicioso de Lavoisier nada mellor que meditar sobre os pasos que deu para facerse académico. Foi elixido para a prestixiosa *Academie Royale des Sciences* de París á idade de 25 anos, como académico adxunto de química. Tan alto e temperán honor non foi conseguido pola súa relevancia científica, pois non tivera tempo de facer moitas achegas; cales foron, logo, os seus méritos? Hoxe podemos enumeralos desapaixonadamente:

- a súa enorme versatilidade científica: sabía de física, xeoloxía, historia natural, química, mineraloxía, matemáticas, agricultura... Era un Ilustrado;

- contar cun gran mentor: o seu mestre Jean-Etienne Guettard, cunha enorme habilidade para presentalo como un bo e futuro académico;

- a influencia económica familiar: toda a súa familia dedicouse, no seu nome, a realizar unha ambiciosa campaña económica e social para gañar votos dos académicos;

- o convencemento dos membros votantes de que Lavoisier era un bo partido para a academia: a herdada riqueza da familia Lavoisier, permitiríalle dedicarse por completo ao desenvolvemento da ciencia.

Con todo, Antoine fracasou no primeiro intento de ser elixido e, cando o conseguiu, non foi como físico, senón como químico adxunto. Quizais este nomeamento foi un dos primeiros fitos que o levarían a revolucionar a química e ser tomado, aínda hoxe, como o pai desta ciencia.

Lavoisier pode ser considerado como un bo exemplo do que Merton chama *proceso de vantaxe acumulativa*. Tal situación a disfroutan persoas ás que de modo moi temperán se lles recoñece un extraordinario talento ou que contan con mentores, hoxe diríamos *sponsors*, con influencia dabondo como para encumbralos axiña en posicións de elite, o que lles proporcionará enormes oportunidades para desenvolver moito e rapidamente

os seus talentos e altas posibilidades para acadar achádegos importantes. Velaí a situación de Lavoisier. Estaba no momento oportuno, no cargo oportuno, con capacidade de decidir e facer, co seu talento disposto e... *voilà!* Lavoisier serviuse do *proceso de vantaxe acumulativa*.

En 1775 é nomeado *regisseur de poudres*, inspector xeral para a fabricación da pólvora e do salitre. Nesta época estuda e resolve problemas técnicos sobre a pólvora e a produción de nitrato potásico e pode saír ao estranxeiro para establecer contactos con científicos de países veciños, espallando así os seus coñecementos e incorporando o saber e a ciencia que se facía nesoutros países. Deste xeito coñeceu a máis selecta intelectualidade europea do momento: filósofos, científicos, literatos.... Trocou ideas e coñecementos con todos eles e defendeu a necesidade de realizar traballos en colaboración e intercambiar entre si os coñecementos para mellor descubrir os segredos da natureza e, como non, avanzar no camiño do saber.

Lavoisier empregou decote os seus coñecementos químicos para servir os seus propios intereses e a xestión económica do Estado. Utilizou a química para controlar a calidade de numerosos produtos (café, tabaco, viño, salitre, pólvora...) tentando impedir os fraudes que se cometían, e para mellorar a calidade da produción de moitos produtos estratéxicos (xofre, salitre, pólvora...) minimizando e mesmo eliminando as importacións; fixo tamén estudos para incrementar a calidade da pólvora francesa modificando as proporcións dos seus integrantes (76 partes de salitre, 14 de xofre e 10 de carbón), conseguindo incrementar a súa produción e converter a Francia en exportadora deste estratéxico produto a Holanda, España e América, cando antes era unha neta importadora; estudou igualmente a mellora da produción agrícola. Pódese doadamente comprender que esta defensa dos intereses do Estado levouno a enfrontarse con moita xente e a establecer moitas medidas impopulares. Esta impopularidade,



Lavoisier, un home da Ilustración

que foi acumulando ao longo da súa vida, hase voltar contra del no período do Terror da Revolución Francesa.

No ano 1787, cando a convocatoria dos Estados Xerais, redactou unha memoria coas súas convicións políticas: defensa dunha monarquía parlamentaria, representación equitativa dos tres ordes da sociedade, liberdade de prensa e publicidade dos debates.

Cando estala a Revolución, en agosto de 1789, Lavoisier atópase no ollo do furacán, pois como inspector da pólvora é dirixente do arsenal. Por estes motivos é acusado polos revolucionarios de derivar un barco de pólvora cara aos traidores á Revolución, pero deféndese ben e consegue saír en liberdade sen cargos. Mais a súa impopularidade e a sospeita de ser un traidor ían seguir medrando.

O cidadán Lavoisier incorpórase á Revolución. Como membro da Garda Nacional, participa na demolição da Bastilla e é elixido na Comuna de París polo seu enorme prestixio persoal. Como parlamentario pasa a integrarse no grupo moderado «Sociedade patriótica 1789». No ano 1791 é nomeado inspector do Tesouro Nacional e participa no proxecto de reforma do Sistema de Pesas e Medidas. Neste proxecto conxúgase a súa dobre faciana de científico e de administrador: como científico intenta crear un sistema universal de medidas e como economista-administrador eliminar a enorme disparidade de métodos para pesar e medir, así como a arbitrariedade no seu uso, o que levaba a cometer grandes latrocinios na compra venda.

Lavoisier e I+D+i

Lavoisier, se se nos permite a expresión, foi un pioneiro do que hoxe chamamos I+D+i. Dende o comezo da súa carreira, e ao longo da súa vida, foi facendo investigación aplicada. A súa primeira memoria de investigación química foi, como dixemos, en 1765 sobre a composición do xeso, un mineral de interese

industrial. No mesmo ano toma parte no concurso aberto pola Academia de Ciencias de París para mellorar a iluminación das rúas da cidade e acadou a medalla de ouro. Dende o seu posto de inspector xeral da pólvora realizou, e realizáronse baixo a súa dirección, interesantes traballos para mellorar a calidade da pólvora e do salitre. Na súa finca de Frechines, no campo, iniciou diversos traballos de agronomía tratando de incrementar o rendemento das explotacións, tanto no que hoxe chamariamos a mellora xenética —que afecta á calidade— como nas técnicas de produción —que afectan á cantidade—. En 1791 participa nun magno proxecto, xunto cos seus colegas da Academia, para a reforma do sistema de pesas e medidas, a transcendencia científica da cal é hoxe fácil de comprender. Lavoisier non puido ver o fin do seu traballo pois foi executado o 8 de maio de 1794, uns meses antes de terse rematado aquel traballo. A súa contribución ao campo da metalurxia foi froito das investigacións sobre o osíxeno e a combustión. Lavoisier, e a súa escola, chegaron á conclusión de que moitas menas metálicas eran o resultado da combinación dos metais cun gas, ao que logo chamou osíxeno. De ser isto certo podería obterse o metal partindo da súa mena e tratándoa a temperatura elevada con carbón.

A máxima actividade nas investigacións de Lavoisier, as súas máis brillantes achegas, as ideas máis revolucionarias, producíronse no campo da química, nomeadamente, entre estas, as que teñen que ver cos seus estudos sobre o osíxeno.

Entre 1770 e 1783 adicouse a unha serie de estudos interrelacionados, centrados no tema do gas recentemente descuberto, chamado moito máis adiante por Lavoisier osíxeno (xerador de ácidos) que serviría como alicerce da revolución química. Estes estudos comprendían a composición do aire, a formación/descomposición da auga, o aumento de peso dos metais por calcinación e a insuficiencia da teoría do floxisto. Na realidade, estes problemas estaban tan interrelacionados que a resolución

dun deles levaría en cadea á resolución de todos. E sabido que Lavoisier resolveu o problema e revolucionou a química.

En segundo termo, e como consecuencia dos estudos sobre o gas chamado osíxeno, dedicouse aos estudos da calcinación —oxidación química— (proceso que implica a ganancia de osíxeno por elementos ou compostos) e da combustión (unha oxidación especial con liberación de calor). Queimou e oxidou moitos metais e mesmo chegou a queimar un diamante, amosando que ardía e producía CO_2 , concluíndo logo que o diamante era unha forma de carbono, o que hoxe chamamos unha forma alotrópica.

Como vemos, Lavoisier e os seus próximos colaboradores, como consecuencia dos descubrimentos científicos e, particularmente, da teoría da oxidación sentiron a necesidade de escribir *ecuacións químicas* e de crear unha *nova linguaxe* para a química.

Lavoisier sentou as bases do método cuantitativo na ciencia. Non foi el quen introduciu a balanza na ciencia, pero si é certo que dende el o emprego da balanza foi imprescindible para poder falar con rigor da masa nas reaccións químicas. A Lavoisier atribúeselle o aforismo «a materia nin se crea nin se destrúe, unicamente se transforma». Aínda que non foi el, en realidade, o seu autor, si foi quen demostrou a súa veracidade utilizando a balanza nas reaccións químicas.

Foi o primeiro en valorar o interese e a importancia das medidas cuantitativas e do emprego sistemático da balanza. O seu espírito cartesiano levouno a repetir unha e outra vez as medidas ata ter a certeza de que non estaba medindo erros senón repetindo medidas precisas. Esta metodoloxía foi a trabe do seu éxito e puxo os alicerces da revolución química: medir con garantía. Usando a balanza e o método científico botou por terra a idea clásica dos gregos sobre que a materia, toda, estaba integrada por catro elementos: terra, aire, auga e fogo, e que uns se transformaban nos outros.



Experimento da formación da auga

Estudou, e resolveu, a composición química do aire, un problema propio do seu tempo. Botando por terra a teoría do flogisto anunciou que o aire está composto, fundamentalmente, por dous gases nunha relación 1:4. Unha parte era *aire respirable* —coñecido por Priestley e Scheele entre outros— e que Lavoisier chamou *principio osíxeno*, cunha proporción do 27%. A outra parte era o coñecido *azote* —do grego ‘sen vida’— descuberto por Rutherford e que dende Lavoisier se chamou *nitróxeno* (xerador de nitro-salitre).

En colaboración có célebre matemático e astrónomo Pierre Simón de Laplace construíu o primeiro calorímetro de xeo (véx. lámina VI, ao final) e, con el, conqueriu determinar a calor específica e a calor latente de fusión de moitos compostos, poñendo os alicerces da calorimetría moderna. O interese de Lavoisier pola calor deriva do feito de tela atopado en moitas reaccións. En 1777 escribe nunha das súas memorias, presentada na Academia de Ciencias, sobre a calor, o fluído ígneo, a materia do fogo e a luz. Explica que cando a materia do fogo está libre pódese detectar e medir polo termómetro; pero que cando se atopa combinada con líquidos ou sólidos volátiles non se detecta nin polos sentidos nin polo termómetro e cómpre medila co calorímetro que deseña con Laplace. Este é un dos momentos no que Antoine se decata de que é necesario desmontar a *sublime teoría*. Deste xeito, opón ao termo *flogisto* o correspondente, *calórico*.

Traballou con Laplace e Seguin sobre os procesos químicos da vida sentando as bases da respiración. Estaban convencidos de que o osíxeno xogaba un papel crucial na vida e postularon que, no que hoxe coñecemos como respiración, se inhalaba aire rico en osíxeno e pobre en CO₂ e se exhalaba aire rico en CO₂ e pobre en osíxeno. Coñecedores de que nos tecidos e nos alimentos había *hidróxeno* (xerador de auga) e carbono postularon que, na súa combustión, debían de producir CO₂ e H₂O. Así podían explicar por que na respiración se exhala menos O₂ e máis CO₂.

Utilizando o seu equipo calorimétrico Lavoisier conseguiu realizar medidas para determinar a calor liberada na actividade muscular e mesmo no traballo intelectual. Puxo as bases para iniciar os estudos fisico-químicos que teñen lugar no interior dos seres vivos: respiración, dixestión, putrefacción, fermentación, etc. En definitiva, pasa tamén por ser o creador da fisioloxía moderna.

Deixamos para o final o que foi a súa primeira achega ao mundo da ciencia. Como xa se indicou, tiña 22 anos cando, durante un traballo de campo guiado por Guettard, reuniu material para elaborar dous informes sobre o xeso que presentou na Academia de Ciencias de París: o primeiro leuno en febreiro e o segundo en marzo de 1766. Neles chegou a establecer a composición do xeso: cal, H_2SO_4 e H_2O . Asemade indicou como o xeso para a construción se pode obter a partir do mineral quentándo a $150^\circ C$.

O odio que certos dirixentes revolucionarios sentían contra o réxime anterior plasmouse, na época do Terror, no intento de borrar todo vestixio do pasado. Unha das institucións que cumpría eliminar era a da recadación de impostos, instrumento de corrupción da odiada monarquía. En novembro de 1793 todos os asentistas que se puideron capturar foron levados á cadea. Lavoisier foi expulsado da Asemblea Nacional, desposuído de todos os seus cargos e conducido á cadea para ser xulgado con todos os membros da «Ferme Générale». Fóronlle incautado os seus bens patrimoniais e mesmo a instrumentación científica. Berthollet e Leblanc fixeron o famoso inventario de material de Lavoisier e rexistraron 13000 aparellos de química. Os patrióticos servizos do químico, a boa defensa que el mesmo fixo de si, a intercesión dalgúns dos seus amigos máis influentes... todo foi inútil. A impopularidade e probablemente o odio acumulado en Marat e outros persoeiros da Revolución foron moito máis efectivos. O desenlace final do xuízo foi a condena a morte o 7 de maio de 1794. De nada serviu que Lavoisier pedise a demora

na execución da pena alegando un mínimo tempo para finalizar unhas medidas que tiña pendentes. A lenda di, atribuíndo as palabras ao presidente do comité revolucionario Coffinhals, que se lle respostou: «La Republique n'a pas besoin des savants» (a República non precisa sabios).

O 8 de maio de 1794, cando contaba 51 anos, morría unha das mentes máis preclaras da historia da ciencia.

3. A química, ciencia cuantitativa

Tanto os historiadores da ciencia coma os químicos e mesmo os filósofos, todos acreditan en que Lavoisier foi quen levou a química dende as tebras da alquimia á modernidade da ciencia. Coinciden en que transformou a química nunha ciencia «moderna» introducindo o método cuantitativo por medio do uso rutineiro da balanza. Como outras tantas cousas que se lle atribúen, cómpre dicir que Lavoisier non inventou a balanza; mesmo era este un dos instrumentos imprescindibles de entre os máis antigos dos laboratorios que tiveron que ver coa química; pero Lavoisier fixo que o seu uso fora esencial e mesmo rutineiro. Marcellin Berthelot escribiu que, Lavoisier, contribuíu con tres aspectos á revolución química: con feitos, con teorías e con prácticas. A praxe que Antoine Laurent achegou foi múltiple pero entre toda ela sobrancea o uso que lle deu á balanza para coñecer o peso exacto dos reactivos que interveñen na reacción química; mais non só o produto dos reactivos sólidos, tamén o dos líquidos e o dos gases. Henry Guerlac afirmou que «A chave que Lavoisier utilizou para realizar a súa revolución foi a aplicación sistemática do seu *reactivo especial*, a balanza; mais non usada só para sólidos, senón tamén para pesar líquidos e gases».

Cómpre engadir que, acompañando o uso da balanza, Lavoisier deseñou coa axuda da súa muller unha morea de instrumentos de vidro e metal que permitiron a medida de todas

cantas substancias se puidesen empregar: balóns, retortas, matraces, areómetros —usados para medir gravidades específicas de líquidos—, barómetros especiais, gasómetros, montaxes especiais, etc. Pódese ver todo este arsenal nas 13 láminas no remate deste libro.

Todos os estudantes de química coñecen a Lei da conservación da materia e, os máis sabidos dirán que esa lei foi enunciada por Lavoisier; mesmo a inmensa maioría dos bos libros de química insisten en chamarlle a «lei enunciada por Lavoisier». Non é certo: con anterioridade Jean Rey, John Mayow, M. N. Lomonosoff e outros enunciaron e aplicaron esta lei característica das reaccións químicas. A contribución de Lavoisier, e a razón de que se teña tomada como nacida do seu maxín, é que foi quen tornou esta idea xeral de causalidade no que será *leitmotiv* das súas investigacións, como, por así dicir, «guía» principal do seu traballo. Lavoisier chegou a escribir: «o conxunto da arte de experimentar baséase nesa lei». Non era aceptada tal afirmación cando el chegou á química, pero estableceuna como pedra angular da experimentación e con ela chegou a cambiar a praxe da química ata convertela nunha ciencia moderna.

Mais, con ser importante canto vimos de sinalar sobre a introdución do sentido cuantitativo na química —a balanza—, o permanente recordatorio do principio de conservación da masa —Lei de conservación da materia—, o desenvolvemento dun arsenal de instrumentación —deseño de aparellos con tódolos materiais—, a extensión da medida a compostos nos tres estados de agregación —sólidos, líquidos e gases— ou a contribución á desaparición da teoría do floxisto, para min, e para moitos, a súa máis crucial achega é a intuición que Lavoisier ten, dende o principio da súa apaixonante praxe experimental, do que nós, hoxe chamamos *ecuación química*.

Cómpre indicar que 30 anos antes de que Berzelius sentara as bases das ecuacións químicas —logo de ter aprendido a formular e a establecer cómo as fórmulas, que representan os

reactivos, se transforman nunhas novas fórmulas/compostos, que chamamos produtos— xa Lavoisier operaba e se expresaba como se soubera formular e tivera a intuición do que serían as ecuacións químicas. Lavoisier utilizaba as chamadas *follas balance* como metodoloxía para seguir as súas investigacións. Pódese entrar, de novo, na dialéctica de se as tales follas eran utilizadas polos físicos, polos economistas, etc.; pero a realidade é que foi el quen as popularizou e transformou no que, hoxe, é para todos nós, o *caderno de laboratorio*.

Cando hoxe lemos as notas de Antoine Laurent sobre os seus experimentos e observamos cómo determina coidadosamente as masas dos reactivos e cómo volta a pesar os produtos que obtén —logo da reacción—, un percibe que estaba intuindo o desenvolvemento dunha reacción química e que, nela, existía unha orde —hoxe falamos da estequiometría— que regulaba unha determinada relación entre os reactivos e os produtos. Cando se le o *Tratado elemental de química* non se atopa ningunha ecuación química, pois, en efecto, pasarían 30 anos para que se crearan por Berzelius; pero un decátase de que Lavoisier xa as intuía. Escribe (páx. 195 desta edición):

Neste principio descansa toda a arte de facer experimentos en química: hai que supoñer que en todos eles existe unha verdadeira igualdade ou ecuación entre os principios dos corpos que estamos a examinar e os que tiramos por análise. Así, xa que o mosto da uva produce gas carbónico e alcol, podóse afirmar que o *mosto da uva = ácido carbónico + alcol*.

O dominio da balanza, o sentido físico da medida e, sobre todo, o rigor no uso dos datos, xunto coa versatilidade da súa formación científica, coido que foron os alicerces que o levaron a desmontar a teoría do floxisto e os catro elementos-principio. Non se trata de discutir aquí como Lavoisier derrubou esta teoría; de feito, como home político que era, xamais se enfrontou directamente nin coa teoría de Stahl nin cos seus seguidores



Gravado de Marie Anne Paulze sobre o experimento da respiración

que eran a maioría, pero si cómpre indicar algúns fitos que, nas súas investigacións, foi sinalando de modo que, paseniño, cantos sabían ler íanse decatando de que tal teoría era unha falacia que xa non se podía seguir crendo e que era necesaria unha nova teoría. Esta nova teoría ía ir deducíndose das investigacións e conclusións de Lavoisier. Como xeólogo afeccionado que era, sabía que a terra non era un elemento, senón que estaba constituída por moitas «terras», «cales», etc. Nos seus estudos sobre o aire foi vendo, e comprobando, que había moitos «aires» no aire: o *aire fixo* (CO₂), o *aire desfloxicado* (O₂), o *aire mefítico* (N₂). Tamén chegou a investigar cómo a auga estaba composta de dous aires: o *aire inflamable* (H₂) e o *aire desfloxicado* (O₂) e mesmo descubriu cál era a relación, en volume, na que se atopaban os seus compoñentes integrantes. Foi quen de demostrar que a auga non se transformaba en terra, como se pensaba dende a antigüidade, utilizando asisadamente a balanza e as súas *follas de balance*.

4. A teoría do floxisto e Lavoisier

Cando Antoine-Laurent Lavoisier se incorpora ao mundo da ciencia, a teoría do floxisto é a única teoría aceptada. Como chegou Lavoisier a dubidar desta teoría? Cando a abandonou? Non se pode respostar con claridade, pero si podemos dicir que a dúbida sobre a teoría xurdiu do seu método experimental, do emprego cuantitativo da balanza.

De moi novo estuda o fogo e gaña en 1766 un premio da Academia de Ciencias de París cunha memoria presentada ao concurso «Como mellorar a iluminación das rúas de París». No ano 1767 presenta unha memoria sobre a análise das augas dos Vosgos, pero non será ata 1783 cando publique un traballo sobre a composición-descomposición da auga. O aire foi tamén obxecto do interese investigador de Lavoisier, e no ano 1777 puido publicar a memoria sobre a súa composición.

Non se pode dicir que Lavoisier atacara de forma frontal a «sublime teoría». Incluso cando no ano 1777 publica «Da combustión en xeral», que é a súa primeira memoria condenatoria do floxisto, as súas conclusións son dunha prudencia extrema. Comeza por subliñar a necesidade de ir máis aló dos feitos á hora de formular hipóteses, e presenta a súa propia teoría como froito dunha metodoloxía inductiva, xeneralizadora e baseada nunha xeira de experimentos metodicamente dirixidos, con medicións precisas, moitas repeticións, variacións e verificacións. Está claro, pois, que Lavoisier non estaba disposto a rachar as amarras que, aínda, o vencellaban ás crenzas do seu tempo. Mais, dado que foi a súa teoría sobre a oxidación o torpedo que alcanzou na líña de flotación a teoría do floxisto, pasemos revista a algunha das investigacións que Lavoisier foi realizando sobre a oxidación.

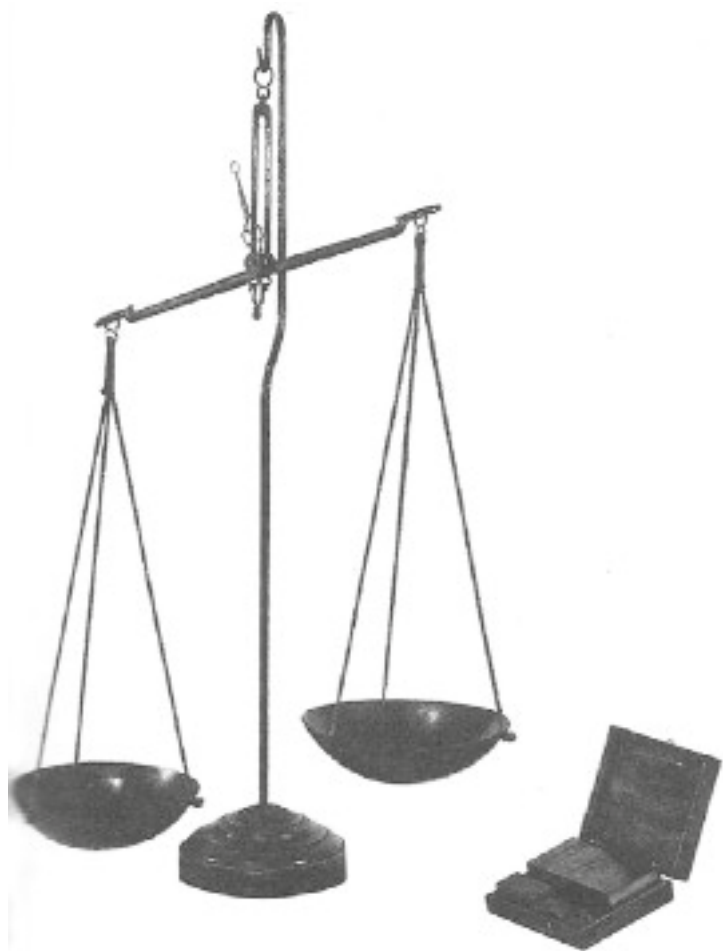
Ao longo de 1772, o chamado ano crucial de Lavoisier, executou unha serie de experimentos sobre a combustión do fósforo e do xofre dentro de campás invertidas colocadas sobre auga ou sobre mercurio. O 1 de novembro de 1772 entrega un sobre lacrado na Academia de Ciencias que contén unha memoria cos resultados, pero solicitando que non se abra antes do 5 de maio de 1773. Cal era a intención de Lavoisier? Por qué o seu secretismo? O seu comportamento ten moito que ver coa prudencia coa que se enfronta á teoría do floxisto; a súa investigación era sobre o papel que xogaba o aire na calcinación; decatárase de que estaba diante de experimentos que podían facer cambalear a «sublime teoría» e quería preservar a paternidade dos mesmos, pero tamén gañar tempo para facer máis experimentos que corroborasen as conclusións da súa memoria. Dado que na metodoloxía de Lavoisier a análise e a síntese son complementarias, aplicou este procedemento ás súas investigacións sobre a calcinación. Se fora capaz de obter un cal-óxido partindo do aire e un metal podería, e debería, rexenerar o aire cando descompuxera —hoxe diríamos reducira— o cal.

En outubro de 1773 procedeu a estudar a redución do minio (óxido de chumbo), empregando carbón vexetal, e comprobou que se producía un gas que, unha vez recollido, era máis pesado ca o aire e non podía ser identificado con parte do aire absorbido.

En 1777 Lavoisier publicou unha memoria titulada *Sur la combustion en général*, na que, gardando aínda un certo respecto polas ideas de Stahl, propón xa unha hipótese capaz de dar conta conxuntamente tanto da combustión como da calcinación. Anos despois, en 1783, e a modo de síntese dos traballos realizados sobre a combustión e a calcinación, publica unha nova memoria titulada *Reflexions sur le phlogistique*, na que presenta argumentos moi sólidos contra o floxisto e completa a súa teoría da combustión coa introdución e desenvolvemento da teoría do *calórico* e o concepto do *principio osíxeno*. Afirma Lavoisier:

....un corpo combustible é aquel que ten a propiedade de descompoñer o aire vital, aquel co que o principio osíxeno ten máis afinidade que coa materia da calor....

Así, mentres para Stahl o principio da combustión reside no corpo combustible que contén floxisto, para Lavoisier o verdadeiro principio combustible é o *principio osíxeno*. Dende este momento, Lavoisier tiña fundamentos dabondo para demostrar a invalidez da teoría do floxisto e para reemprazala pola teoría da oxidación. A oxidación sería dende entón a unión dun corpo co osíxeno e non a separación do floxisto. Mais Lavoisier rexeitou a confrontación e preferiu seguir facendo experimentos e que os científicos do seu tempo aceptaran convencidos a súa nova teoría. Cómpre dicir que, aínda que os seguidores de Lavoisier consideraron revolucionaria a teoría da combustión, analizada cos coñecementos que hoxe temos sobre a química do seu tempo non é tan revolucionaria. Lavoisier non suprime os elementos-principio, paires das propiedades no floxisto, porque



Balanza do tipo das usadas por Lavoisier

os necesita para explicar o desprendemento de luz e calor na combustión que son atribuídos ao desprendemento do calórico contido no aire. A explicación que dá Lavoisier da combustión na súa teoría é, non obstante, oposta á que daba a teoría do floxisto: nesta, a combustión libera o floxisto contido no corpo combustible; naquela trátase dunha combinación co aire e, polo tanto, a fonte da calor xa non se atopa no combustible (floxisto) senón no aire (calórico). Isto supón a inversión do papel da calor: para Stahl, a calor, ao se fixar, provoca unha combinación ou condensación mentres que para Lavoisier unha expansión e mesmo unha desagregación. Debemos engadir que a teoría da combustión de Lavoisier se sitúa na liña característica da química dos principios do século XVIII, que aínda non se decide a rachar coas amarras do pasado. Supón unha inversión das ideas dominantes máis ca unha revolución. Os mesmos traballos que Lavoisier realiza sobre os ácidos —entre 1772 e 1776— tampouco son abertamente revolucionarios, mais van chantando os alicerces do que será a revolución da química. Lavoisier converte o osíxeno no principio ácido, superando deste xeito a teoría newtoniana dos ácidos como «substancias tremendamente reactivas» e corroborando a idea de Sthal dun ácido universal.

O asalto final á teoría do floxisto realízao Lavoisier no ano 1789 coa publicación do seu *Tratado elemental de química*, no que deixa recollidas as súas ideas por escrito para que, pase-niño, os seus lectores vaian impregnándose das mesmas, nunca expostas como un ataque frontal á teoría do floxisto mais, como vimos de indicar, totalmente opostas.

5. A divulgación do coñecemento: libros e revistas

O saber que non se divulga non existe. Esta máxima, hoxe coñecida e utilizada por cantos nos dedicamos ao cultivo e divulgación do saber, foi perfectamente entendida por Lavoisier no seu tempo. Sentado un dos tres vectores sobre os que alicer-

zar a súa obra —novas teorías científicas— cumpría divulgar rapidamente os resultados para que foran coñecidos por todo o mundo e, experimentando sobre eles, poder melloralos, estimulando así novos descubrimentos. Lavoisier non inventa nada, unha vez máis; pero si vai poñer as bases para unha rápida divulgación do coñecemento e, en particular, dos datos e das ideas científicas.

Cara a finais do século XVII apareceu un novo concepto de publicación: a revista científica. Co mesmo formato dos libros, as revistas aparecían cunha periodicidade dada (dende semanal ata anual) e o contido dos diferentes volumes era radicalmente distinto pois renovábase en cada entrega coma se dun novo libro se tratara. Nas primeiras revistas atopamos textos como as cartas nas que os investigadores intercambiaban coñecemento, ao estilo de auténticos traballos científicos; seccións de información e referencias bibliográficas; resumos das memorias lidas nas actas e memorias das academias científicas; datos sobre efemérides astronómicas, variacións meteorolóxicas, noticias de sociedade, etc. As primeiras, e máis importantes revistas —*Journal des Savants* (París 1665-1792) ou *Acta Eruditorum* (Leipzig 1682-1731)— contiñan máis resumos de memorias e reseñas de libros ca auténticos traballos de investigación. Os textos orixinais das investigacións científicas seguíanse a presentar nas sesións das academias e publicábanse nas súas actas. As primeiras publicacións deste tipo coñecidas son a *Miscellanea Curiosa Medico-Physica* (Leipzig 1670-1780) publicada pola Academia Caesarea Leopoldina Naturae Curiosorum; as *Philosophical Transactions* (London 1665) asociada coa Royal Society of London; as *Memoires de l'Academie Royal de Paris* (París 1692), e moitísimas máis creadas ao longo do século XVIII como, en España, as *Memorias Académicas de la Real Sociedad de Medicina de Sevilla* (Sevilla 1766-1819) ou os boletíns da Sociedades Económicas de Amigos do País.

Lavoisier era consciente desta situación e coñecía, asemade, a lentitude con que se publicaban os traballos científicos, que mesmo podían chegar a demorarse seis ou oito anos, razón pola cal ía tentar, por todos os medios, a creación dunha nova revista científica que fora moderna, áxil, rápida e aberta a todas cantas innovacións apareceran, e o máis específica posible.

No seu tempo, finais do século XVIII, a revista máis famosa era *Observations sur la Physique, sur l'Histoire Naturelle et sur les Arts*, editada en París por Rozier dende 1773. Nesta revista, a máis novidosa do seu tempo, publicou Lavoisier moitos dos seus traballos; pero non era o que el ideaba como revista de química —estaba máis orientada cara á física— e, ademais, Rozier e o consello de redacción eran partidarios da teoría do floxisto. Por todas estas razóns, Lavoisier e os seus amigos científicos se decidiron a editar unha nova revista. Moitos foron os atrancos que tiveron que superar pero ao final, na primavera de 1789, uns meses antes do estalido da Revolución Francesa aparecía a revista *Annales de chimie, ou recueil de mémoires concernant la chimie et les arts qui en dépendant*. Os editores eran Guyton, Berthollet, Monge, Fourcroy, Hassenfratz, Adet, D'Arcet, Dietrich e o propio Lavoisier. Xa tiñan un medio de difusión propio, publicado con aceptable periodicidade, cunha tiraxe de 1500 exemplares, e moitos subscritores en toda Europa. Tiñan consolidado o medio para divulgar as súas ideas; era preciso agora un libro de texto.

6. O Tratado elemental de química

O *Tratado* é a obra máis popular de Lavoisier e a obra máis transcendental 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. 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 libro pero a prematura morte do seu colaborador —a principios de 1780— truncou tal idea. O plan da obra é, non obstante, ben coñecido polos esbozos que deixou Lavoisier. Os capítulos versaban sobre os efectos da calor e os cambios de estado; estudos sobre a composición do aire; a combinación do principio-osíxeno con diferentes substancias simples; a descrición dos álcalis, das terras, das substancias metálicas, etc. Como se pode ver, xa tiña o esquema do que quería facer: un libro de texto baseado nas súas investigacións e na funcionalidade do principio-osíxeno. Non dicía nada de opoñerse ao floxisto, mais o libro era, de novo, un ataque á liña de flotación da «sublime teoría». Convencido Lavoisier de que a revolución química implicaba necesariamente a reforma das ensinanzas de química, de modo que as novas ideas se puideran espallar con facilidade e rapidez entre as novas xeracións, dedicou toda a súa atención a elaborar unha linguaxe precisa que lle permitise a redacción do libro de texto da nova química. Pero o seu non podía ser un libro de texto máis, como os de Macquer ou Baumè: tiña que ser o libro que representara a pedra angular da nova química. En 1788, logo de estudar de vagar a obra de Condillac, Lavoisier retomou o seu proxecto de redacción do *Tratado*.

Na obra, Lavoisier, utiliza a orde analítica na súa exposición sobre como presentar o que é a química, e pretende conducir ao lector dende as verdades máis sinxelas, e que supoñen menos coñecemento, ás verdades máis complexas que existen coñecementos máis desenvolvidos. A dicir verdade, esta estratexia nin era totalmente novidosa —outros autores como Macquer, Baumè, Fourcroy, etc. tamén a puxeran en práctica nos seus libros de texto, aínda cumpríndoa malamente— nin foi completamente seguida por Lavoisier no seu *Tratado*. Utilizou, ademais, as novas *Normas de Nomenclatura Química* e, na segunda parte do libro, segue a orde «do máis sinxelo ao máis

complejo»; mais, por riba de todo, concede un papel crucial ao uso da análise química —segue a empregar a balanza, as follas de balance, etc.— nas clasificacións que establece nas súas famosas 43 táboas. Todo isto supoñía unha rotura co pasado e implicaba a asimilación, cristalización, consolidación e difusión de todas cantas propostas de avance se formularan nas décadas anteriores. O *Tratado* de Lavoisier tiña que ser o compendio dunha ciencia nova. Non podía recoller ningún concepto 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 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, a través da ausencia de historicidade do seu tratado, unha mellor comprensión do seu contido polos non iniciados.

No *Tratado* sintetízanse os derradeiros 20 anos de investigación na química —de 1770 a 1789— tanto da feita por Lavoisier como da realizada polos demais destacados científicos da época; pero non se presentan como un libro de texto ao uso, se non coma unha obra singular, nova, distinta a todas as anteriores, pero fundamental na historia da ciencia. Mais antes de escribir o seu *Tratado* era necesario que Lavoisier chantara un novo vector: a creación dunha nova linguaxe, clara e precisa, de modo que cantos leran o seu libro foran quen de entendela con facilidade. Cumpría unha revolución na nomenclatura da química.

O Método de Nomenclatura Química

Lavoisier precisaba a reforma a da nomenclatura científica no campo particular da química: necesitaba un método de nomenclatura química. As matemáticas tiñan unha linguaxe precisa, depurada desde o tempo dos pitagóricos e afianzada ao longo

dos séculos. A física fora consolidando unha linguaxe propia, establecendo un conxunto de leis cimentadas na linguaxe precisa das matemáticas. Mais que acontecía coa química no remate do século XVIII? Nos libros de química utilizábase unha terminoloxía do estilo de *po de algaroth, turbito mineral, azafrán de Marte, zucre de Saturno, sal admirable, flor de cinc, espírito de Venus, vitriolo de Chipre...* nomes, como se ve, exóticos, con carga mitolóxica pero con ningún sentido de precisión no que se quería indicar ou definir. A linguaxe da química era para os non iniciados un caos sen coherencia algunha, carencia de normas que facía cada vez máis complicado entender de que se falaba cando se redactaba un traballo de investigación. Cumpría pois sentar as bases dunhas normas de nomenclatura axeitadas para que todos cantos escribían de química o fixeran do mesmo modo. Torbern Bergmann, gran amigo de Linneo, decatouse da necesidade dunha nomenclatura clara e precisa —tal e como o seu amigo viña de facer para o ámbito do mundo animal e vexetal— e iniciou a elaboración dunha nomenclatura sistemática. Nesa mesma época, Guyton de Morveau traballa nunha idea semellante, pero non chega a bo fin por teimar en atopar unha nomenclatura concordista, que fora aceptada por todos.

A química de Lavoisier necesitaba para ser ben desenvolvida dunha nova nomenclatura, pois a terminoloxía ao uso no seu tempo estaba obsoleta. Como establecela? A finais de 1786, Lavoisier tomou a decisión de establecer unhas normas de nomenclatura. Non sabía como facelas, pero sabía o que tiña que facer: buscar o grupo que as puidera elaborar e sentalos a traballar, baixo a súa dirección, segundo un plan de traballo prefixado. Xuntou a Guyton de Morveau —sabía como facelo—, Berthollet —era amigo de todos e podía colaborar en calquera traballo— e Fourcroy —era novo, estaba sendo formado por Lavoisier, e traballaría no que se lle pedira—. Pero, como chegou a montar o equipo? Guyton de Morveau, dende Dijon, foi quen primeiro viu con claridade a inadecuación entre a lin-

guaxe química do seu tempo e o que, quimicamente, se quería expresar nos seus escritos científicos. Cando editaba a sección química da *Encyclopédie méthodique*, en 1786, atopouse con que non dispoñía dos termos axeitados para expresar significados químicos precisos. Con anterioridade, en 1782, publicara un traballo na revista *Observations sur la physique* no que xa indicaba a necesidade de establecer unhas normas de nomenclatura que puideran servir para o futuro. En 1786 Guyton era un fervente defensor da teoría do floxisto, mais os floxistas non vían a necesidade de cambiar a nomenclatura e trataron moi friamente as súas ideas, mesmo atacándoas algúns con dureza. Guyton levou as súas ideas á *Academie des Sciences* para se enfrontar, e tratar de convencer, aos académicos máis contrarios. A súa postura na defensa das súas ideas fíxolle gañar moita reputación como unha autoridade en nomenclatura química, pero non convenceu a case ningún floxista.

Neste tempo, Lavoisier atopábase na encrucillada de atopar unha linguaxe para o seu *Tratado* e, axiña, decatouse da transcendencia da idea de Guyton. Invitouno a discutir as súas ideas sobre nomenclatura con Berthollet e Fourcroy. Neste debate sobre nomenclatura e química, Guyton foi comprendendo as ideas antifloxistas de Lavoisier e foi convencido por Fourcroy de se incorporar ao novo sistema de química. Os catro científicos sumaron forzas, e o 18 de abril de 1787 presentaron unha memoria na *Academie* titulada *Mémoire sur la nécessité de reformer et de perfectionner le nomenclature de la chimie*, lida e defendida por Lavoisier. Os detalles das novas «normas» foron presentadas na *Academie* o 2 de maio de 1787 por Morveau co título *Memoires sur le developpement des principes de le nomenclature methodique*, onde establecía que os corpos simples eran aqueles que, ata o momento, non se puideran descompoñer e que se podían clasificar en cinco clases:

-a primeira clase comprende cinco substancias que, sen presentaren relación entre si, teñen en común que se acercan

ao estado de simplicidade, o que lles dá a posibilidade de se combinaren con outras, son: a luz; a materia da calor; o aire desfloxisticado ou *aire vital*; o gas inflamable e o aire floxisticado. Á materia da calor chámase *calórico*. Ao aire desfloxisticado ou aire vital chámase *osíxeno*. O gas inflamable noméase *hidróxeno*. O aire floxisticado era o *nitróxeno*;

-a segunda clase trata das bases acidificables e dos principios radicais dos ácidos. Comprende o carbón, o xofre, o fósforo..., todos capaces de producir os ácidos e os sales;

-a terceira clase reúne aquelas substancias cuxo carácter principal e a de se presentaren na forma metálica. Son aquelas substancias que aparecían na natureza como *cales metálicos*. Pero cómpre diferencialas da chamada pedra calcaria. Introducen a terminoloxía de *óxidos metálicos* (por seren substancias que se combinan doadamente co osíxeno);

-a cuarta clase atende ás chamadas *terras*. Consideran as cinco terras coñecidas: as terras da sílice (o seixo, a terra vitrificable); as arxilas; as terras que se atopan no mármore; as terras pesadas e as terras da magnesia;

-a quinta clase é a dos álcalis: a sosa, a potasa e o amoníaco.

Os traballos defendidos por Lavoisier e Guyton foron presentados perante a *Academie des Sciences*; mais non agardaron a que se publicaran nas Memorias da Academia —poderían ter que agardar varios anos, como xa indicamos— e foron editadas como libro por Cuchet, libreiro que había gañar sona no mundo da química. A obra contiña, amais dos traballos defendidos por Antoine Laurent e Morveau, unha táboa cos novos termos e unha especie de dicionario con sinónimos dos novos e os vellos termos químicos, feito por Fourcroy. Contiña, ademais, un informe da Academia —realizado por Baumè, Cadet, D'Arcet e Sage, todos amigos e defensores da nova química— enormemente eloxioso. O libro completábase con dous apéndices. Nun deles presentábase unha relación de símbolos dos novos ele-

mentos e compostos —ideados por Hassenfratz e Adet— que non tiveron demasiada aceptación pero que foron recollidos por Pedro Gutiérrez Bueno no seu libro *Curso de química*; no outro amosábase unha táboa de nomenclatura química —un pregable de varios corpos— asinada por Lavoisier, Berthollet e Fourcroy.

O primeiro libro que vai introducir estas normas de nomenclatura é *Éléments d'histoire naturelle et de chimie*, de Fourcroy, a partir da súa terceira edición de 1789, e, de modo particular o *Tratado elemental de química* de Lavoisier. As traducións destas obras ao inglés, español, italiano e sueco, contribuíron a difundir as novas normas. Cómpre sinalar que se ben Fourcroy publica no seu gran libro as *Normas de nomenclatura*, utilízaaas moi pouco ao longo do texto, o que, sen dúbida, obedece a que foron introducidas na terceira edición, que cambia moi pouco, canto á estrutura e contidos, verbo das edicións anteriores. Lavoisier non publica as *Normas* na primeira edición do seu *Tratado*; pero escribe sobre elas no seu discurso preliminar e utilízaaas ao longo de todos os capítulos. Como interpretar tal comportamento? É que Lavoisier dá por suposto que todos cantos len o seu libro xa as coñecen? Pensa que a mellor forma de aprender as normas é practicalas dende o primeiro momento?... Soamente coñecemos unha edición do *Tratado elemental de química* que contén integras as *Normas de nomenclatura*: a segunda edición do ano 1789, publicada en 3 volumes. Esta é, precisamente, a edición que fai parte do fondo bibliográfico da Universidade de Santiago de Compostela.

Obviamente, os autores rexeitaban os catro elementos-principio da teoría do floxisto e achegaron unha novidosa definición de *elemento*: aquela substancia máis sinxela que a análise química non consegue descompoñer. No *Método de nomenclatura* clasificaron 55 elementos, reducidos máis tarde por Lavoisier a 33 no seu *Tratado*. O *Método* circulou amplamente ao longo do mundo rivalizando co *Tratado*. Realizáronse sete edicións e re-

impresións en francés en tan só tres anos. Foi traducido, inmediatamente, ao inglés, alemán, italiano e español. As *Normas de nomenclatura* introducíronse, axiña, nos libros de texto e, o que foi máis importante, se entenderon e se utilizaron. A tradución do *Método* ao español foi realizado por Pedro Gutiérrez Bueno, profesor de química do Real Laboratorio de Madrid en 1788. Esta tradución non é completa, pois faltan algunhas das partes do orixinal. Se fala dunha nova tradución, de 1801, en Madrid, pero non coñecemos ningún exemplar. Si coñecemos a obra de Juan Manuel Arejula *Reflexiones sobre la nueva nomenclatura química propuesta por Juan de Arejula dirigido a los químicos españoles...* publicada igualmente na revista *Observations sur la physique* en 1788. Unha nova mostra da transcendencia que o *Método de nomenclatura* tivo entre os químicos españois dá-nola o feito de que Arejula tivera tamén traducido as *Normas de nomenclatura*, pero Gutiérrez Bueno se lle adiantou na súa edición. O libro *Éléments d'histoire naturelle et de chimie* de Fourcroy foi tamén traducido ao castelán por D. T. L. R. A. (*sic*) en 1795, en tres volumes. No volume primeiro inclúense, asemade, as *Normas de nomenclatura*.

A historia foi inxusta cos autores do *Método de Nomenclatura*. Hoxe ninguén sabe cal foi a contribución de cada quen e todo parece pertencer a Lavoisier. Cómpre deixar claro que sen Lavoisier non se tería, probablemente, feito o *Método de nomenclatura*; pero seguro que el só sería incapaz de telo feito. O estudo da historia obriga a colocar a cada quen no seu lugar. A habilidade de Lavoisier para facerse coas ideas dos demais seguía sendo notable, o que lle granxeaba envexas e impopularidade. O *Método de nomenclatura* chegou a acadar tal éxito que segue utilizándose nos nosos días e os químicos conseguimos con el comunicarnos por medio dunha linguaxe precisa e sistemática. Ademais, dende ese momento deixou aberta a posibilidade de nomear calquera substancia que se preparase no futuro.

O Tratado: un novo libro

Famosos libros de química anteriores ao *Tratado*, como *De Re Metallica* (1556) de Agrícola; *Alchemia* (1597) de Andreas Libavius; *Éléments de chymie* (1627) de Béguin; *Course de chymie* (1676) de Nicolas Lemery; *Éléments de chymie* (1752) de Boerhaave; os traballos sobre química na *Encyclopedie* (1751-1772) de Diderot e D'Alembert; *Dictionnaire de chimie* (1766) de Pierre Macquer; *Éléments d'Histoire naturelle et de chimie* (3ª ed., 1789) de Fourcroy, etc., non tiñan nada que ver co libro de Lavoisier. O *Tratado* estaba escrito, e como tal se presentaba, ben como un libro de investigación, ben como de divulgación dunha nova ciencia, mais nunca como un libro de texto ao uso. Este foi o seu grande éxito e, talvez, o que o convertería nun dos libros de referencia na historia da ciencia. Todo o mundo concorda en que libros como *De Revolutionibus* (1543) de Copérnico, os *Principia* (1687) de Newton, *The Origin of Species* (1859) de Darwin... son esenciais no mundo da ciencia moderna. Na súa mesma altura, acaso nun chanzo inferior, poderíamos poñer o *Traité élémentaire de chimie*. Todos eles representan saltos cualitativos na historia do pensamento científico, actuando de xeito revolucionario no cambio das ideas e provocando enormes avances.

O *Tratado* consta de dous tomos: o primeiro con dúas partes, precedidas dun «Discurso preliminar», e o segundo que contén a terceira parte, unha importantísima miscelánea e a reprodución da magnífica colección de 13 láminas feitas por Marie Anne Paulze, que poñen o ramo ao libro. O *Tratado* comeza, o que non é usual, cun «Discurso preliminar» onde Lavoisier quere sentar as bases da súa obra, rachar co pasado e deixar claro que o seu libro tenta ser revolucionario, intención que se reflicte tamén no propio subtítulo da obra *presentado baixo unha nova orde* para que, dende o inicio, o lector perciba que a aprendizaxe da química se fará cun novo criterio de organización do

coñecemento, cunha nova linguaxe e fundamentada na práctica do laboratorio cunha correcta utilización da instrumentación química. Neste discurso é onde senta as bases da nova nomenclatura, pero sen publicala nin revelar os seus autores.

A primeira parte do *Tratado* ocúpase «Da formación dos fluídos aeriformes e da súa descomposición, da combustión dos corpos simples e da formación dos ácidos». O obxectivo desta primeira parte viña ben indicado no «Discurso preliminar»: trátase da aplicación e do desenvolvemento da nova nomenclatura publicada e defendida dende 1787; tamén se ocupa da utilización do *osíxeno* e do *calórico* como substitutos da teoría do flogisto. Fai unha revisión das súas investigacións dos últimos anos: o papel do *calórico* na formación dos gases; a composición da atmosfera e a súa descomposición analítica; o papel xogado polo *osíxeno* no proceso de formación de óxidos tanto cos non metais como cos metais e a composición-descomposición da auga; as distintas fermentacións coñecidas; a descomposición das substancias animais e vexetais polo fogo; a formación dos sales neutros e das bases. En resumo, un ataque á liña de flotación da teoría do flogisto, de modo que cantos continuaran a ler e aprender canto dicía o *Tratado* serían, xa, conversos da nova ciencia.

Na segunda parte do *Tratado*, que comeza na páxina 189 da primeira edición, trata «Da combinación dos ácidos coas bases salificables e da formación dos sales neutros». 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 os anteriores autores dese coñecemento. Todo aparece como se fora obra súa. En realidade esta segunda parte do libro é a única que segue, estritamente, a orde do «sinxelo ao complexo». A razón de que este principio de ordenación, defendido por Lavoisier no «Discurso preliminar», non se aplicara no conxunto de toda a obra obedece á enorme dificultade que presenta tal aplicación. Foron moi poucos os libros da súa

época, e mesmo os de hoxe en día, capaces de cumprir con ese principio. En 232 páxinas vai pasando revista, utilizando 43 táboas sinópticas, a todas cantas combinacións se podían formar partindo dos ácidos e das bases coñecidas no seu tempo. En cada táboa recóllese o nome ou nomes vellos e o derivado da nova nomenclatura. Pero o máis salientable non son, de seu, os compostos que recolle nas táboas, senón o estímulo sobre o lector á preparación de novos compostos, seguindo as pautas marcadas no libro. Velaí a transcendencia do *Tratado*: nos anos seguintes íanse preparar centos, milleiros, millóns de novos compostos.

Na páxina 192 da primeira edición amosa Lavoisier a súa famosísima táboa de substancias simples (p. 229 da presente edición), que inclúe o que el consideraba elementos químicos, en número de 33. Lavoisier divide os seus elementos en catro grupos: elementos, substancias non metálicas oxidables e acidificables, corpos simples metálicos oxidables e acidificables, e substancias simples térreas e salificables. Obviamente, o mesmo Lavoisier recoñecía que este número de 33 elementos axiña iría incrementándose consonte se aprendera a descompoñer analiticamente tanto as terras coma moitos outros corpos materiais coñecidos e descoñecidos.

A terceira parte do *Tratado*, integrada no segundo tomo, ocúpase da «Descrición dos aparellos e das operacións manuais da química». Lavoisier trata de dar unha descrición detallada de todas as operacións relativas á química moderna. Esta é unha das grandes achegas do *Tratado* e convértese en autenticamente novidosa. O laboratorio e os numerosos instrumentos que nel se utilizaban eran unha manifestación da enorme dignidade acadada pola nova ciencia. Practicamente, ningún dos instrumentos é da autoría exclusiva de Lavoisier —agás o gasómetro deseñado por el, Marie Anne e Laplace— nin as operacións químicas son da súa autoría —a maioría viñan dende a alquimia, os químicos pneumáticos e sobre todo os químicos floxistas

do século— mais Lavoisier aparenta un papel de *Deus ex novo*. Pero, apuntadas estas limitacións, é preciso recoñecer que a redacción deste apartado do *Tratado* é sublime. Lavoisier vai presentando os aparellos que se deben utilizar en cada unha das operacións químicas: para as separacións mecánicas dos sólidos (triturasións, filtracións, separacións ... etc); para a separación de gases; para o estudo da fermentación das substancias; montaxe empregado na descomposición da auga; utensilios empregados nas combustións, etc.

En resumo, neste segundo tomo, ao longo de 235 páxinas, que conforman oito capítulos, Lavoisier vai presentando o estado da cuestión química do momento dende o punto de vista experimental, amosando como se debía facer —e aínda se fai hoxe— a química nun laboratorio moderno. A química que vai presentando non ten nada que ver coa química anterior, a do floxisto. A nova química é sistemática, precisa, cunha linguaxe accesible a cantos comezan, que permite repetir os experimentos, que suxire a preparación de novos compostos, etc. Todo como, dende entón, se vén facendo na química. Remata o segundo tomo cunha importantísima miscelánea dedicada a táboas para uso dos químicos; unha táboa alfabética de materias do A (aceites) ao X (xofre), por orde de aparición no texto; extractos dos Rexistros das Academias Reais de Ciencias (4-II-89) de Medicina (6-II-1789) e de Agricultura (5-II-89); unha táboa de erros e addendas.

O ramo final, como xa se dixo, pono a colección de 13 láminas con debuxos do material recomendado na obra para realizar cantas operacións químicas se queiran idear. Os debuxos son da autoría de Marie Anne Paulze que asina as láminas como Paulze Lavoisier.

Aínda que logo comentaremos polo miúdo a rápida difusión da obra e a transcendencia destas ideas, semella que Lavoisier non debeu quedar moi convencido da grandeza da súa obra, moi probablemente ao comprobar que non fora quen de cum-

prir a súa primeira premisa: conducir os seus alumnos dende os coñecementos máis sinxelos ata aqueles máis complicados. Doutra banda, sufriu abondosas críticas de todos os que, sendo defensores da teoría do floxisto, se radicalizaron na defensa das súas ideas. Consecuencia do devandito foi que a finais de 1792 redactou un novo proxecto para publicar unha segunda edición do seu curso de química, que nunca chegou a ver a luz. A convulsa situación política, o dominio do Terror, o seu encarceramento e a súa posterior morte na guillotina o 8 de maio de 1794 impedíronlle rematar de escribir e publicar esta segunda edición.

A nova edición asentábase sobre a primeira, pero ía máis aló na explicitación dos seus ideais de formación dos novos alumnos. O esbozo do libro incluía:

- un *Discurso Preliminar* no que, a maiores do escrito na primeira edición, contemplaba unha presentación demorada da discusión sobre o modo en que el entendía a ensinanza da química;

- varios capítulos nos que se pretendía introducir aos alumnos no coñecemento das propiedades teóricas dos corpos coñecidos e dos fenómenos da luz;

- nun novo capítulo pensaba desenvolver as súas ideas sobre a organización das moléculas que forman os corpos. Estas ideas non se atopaban nada ben explicadas nos seus escritos, dado que aparecían dun xeito moi fragmentario;

- noutro capítulo, que ía conter as táboas da segunda parte da primeira edición, Lavoisier pensaba redactar unha versión ampliada das 43 táboas que integraban a primeira edición, pois como consecuencia da publicación do *Tratado* produciuse un incremento na obtención de novos compostos, formados por máis bases salificables, e novos ácidos preparados;

- Lavoisier pensaba na escritura dun novo capítulo que ía conter as artes industriais relacionadas coa química: minaría, curtidoiro, tinturaría, vidraría, xoiaría, industria da pólvora,

salitre e adubos, etc. Pensaba acadar un mellor asentamento da nova linguaxe química desterrando para sempre a linguaxe escura desas artes e, así, ensinarlles aos artesáns a práctica da química non coma unha arte senón coma unha ciencia;

-remataría o novo libro co capítulo dedicado á descrición e uso da instrumentación química nas distintas operacións químicas que se fan no laboratorio.

Mágoa non ter contado Lavoisier con tempo para poder rematar o novo texto! Tería introducido citas bibliográficas? Agradeceríalle a algúns dos seus amigos e colaboradores o traballo realizado? Escribiría o libro acompañado da súa muller Marie Anne? Preguntas e preguntas, pero nada que contestar polo momento.

O Tratado Elemental de Química e o exemplar da Universidade de Santiago de Compostela

O *Tratado elemental de química* foi editado e impreso en numerosas ocasións. Nos 219 anos que leva publicada a obra magna de Lavoisier, foron moitas as edicións, reimpresións e traducións ás mais diversas linguas, dende a edición príncipe (París, Cuchet, 1789) ata a fermosa edición facsimilar realizada en Bruxelas en 1965 no que fai ás edicións en lingua francesa.

O noso estudo baseáse no exemplar dunha edición en tres volumes de 1789 —que contén o *Méthode de nomenclature chimique* completo e as láminas de autoría de Marie Anne Paulze— conservado na Biblioteca Xeral da Universidade de Santiago de Compostela e que, a seguir, se describe.

TOMO I

Portada primeira: TRAITÉ / ÉLÉMENTAIRE / DE / CHIMIE. / TOME PREMIER.

Portada segunda: TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE / DE CHIMIE, / PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU / ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES, / PAR M. LAVOISIER. / Nouvelle édition, à laquelle on a joint la Nomenclature Ancienne & Moderne, pour servir à l'intelligence des Auteurs; différens Mémoires de /

MM. Fourcroy & Morveau, & le Rapport de / MM. Baumé, Cadet, Darcet & Sage, sur la néce ffité de réformer & de perfectionner la No- / menclature Chimique. / Avec Figures & Tableaux. / TOME PREMIER. / [Filete] / a paris, / Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente. / [Filete] / M. DCC. LXXXIX.

Preliminares: pp. v-xxxiii: DISCOURS PRÉLIMINAIRE; pp. xxxiv-xliv: TABLE DES CHAPITRES DU TOME PREMIER.

Cotexo: 8º marquilla. *a-b*⁸, *c*⁶, *A-v*⁸, *x*¹. Dúas táboas plegadas entre N₅-N₆ e T₃-T₄. A primeira, TABLEAU des combinai fons binaires de l'oxygène avec les fub fstances métalliques & non métalliques oxidables & acidifiables. A segunda, TABLEAU des combinai fons du Radical acéteux oxygéné, par un premier degré d'oxygénation avec les ba fces falifiables, fuivant l'ordre de leur affinitá avec cet acide.

Paxinación: i-xliv + 1-322 pp. *Erros:* xix [por erro, «xxi»], 129 [«12»]. *Sen paxinar:* 1 [comezo da primeira parte], 188 [en branco], 189 [comezo da segunda parte].

Exemplar: Biblioteca Xeral da Universidade de Santiago de Compostela, sin. 8586.

TOMO II

Portada primeira: TRAITÉ / ÉLÉMENTAIRE / DE / CHIMIE. / TOME SECOND.

Portada segunda: TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE / DE CHIMIE, / PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU / ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES. / PAR M. LAVOISIER. / Nouvelle édition, à laquelle on a joint la Nomen- / clature Ancienne & Moderne, pour f servir à l'in- / telligence des Auteurs; différens Mémoires de / MM. Fourcroy & Morveau, & le Rapport de / MM. Baumé, Cadet, Darcet & Sage, sur la néce ffité de réformer & de perfectionner la No- / menclature Chimique. / Avec Figures & Tableaux. / TOME SECOND. / [Filete] / A PARIS, / Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente. / [Filete] / M. DCC. LXXXIX.

Preliminares: pp. v-viii: TABLE DES CHAPITRES DU TOME SECOND.

Cotexo: 8º marquilla. [sin signatura] 4, *A-v*₃, *X*₃.

Paxinación: i-viii + 1-326 pp. *Sen paxinar:* i-iv, 1, 237 [TABLES / A L'USAGE / DES CHIMISTES.], 238 [en branco]. A partir da páxina 298, o número colócase, entre paréntese, no centro da marxe superior, e non á



O exemplar do *Traité*, en tres volumes, conservado na biblioteca universitaria compostelá, ademais dunha fermosa encadernación, presenta un excelente estado de conservación

dereita, como se facía nas páxinas anteriores. Nesa páxina 298 comeza o *EXTRAIT des Registres de l'Academie des Sciences*.

Exemplar: Biblioteca Xeral da Universidade de Santiago de Compostela, sign. 8587.

TOMO III

Portada: NOMENCLATURE / CHIMIQUE, / OU / SYNONYMIE ANCIENNE / ET MODERNE, / POUR SERVIR A L'INTELLIGENCE DES AUTEURS. / NOUVELLE ÉDITION, / A laquelle on a joint différens Mémoires & Rapports / de MM. Lavoisier, Fourcroy, Morveau, Cadet, / Baumé, d'Arcet & Sage, sur la nécesité de réformer / & de perfectionner la Nomenclature. / Avec Figures & Tableaux. / TOME TROISIÉME. / [Filete] / A PARIS, / Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente. / [Filete] / M. DCC. LXXXIX.

Preliminares: pp. iii-iv: TABLE.

Cotexo: 8º marquilla. [sin signatura] 4, A-Q8, R2. Unha táboa plegada entre E8-F1: TABLEAU DE LA NOMENCLATURE CHIMIQUE PROPOSÉE PAR MM. DE MORVEAU, LAVOISIER, BERTHOLRT ET DE FOURCROY, en Mai 1787. TABLEAU des combinai fons du Radical acéteux oxygéné, par un premier degré d'oxygénation avec les ba fés falifiables, fuivant l'ordre de leur affinitá avec cet acide.

Ao final, sen sinatura de caderno, engádense trece táboas con diversas figuras que reproducen utensilios varios. Na marxe inferior dereito de todas elas pódese ler *Paulze Lavoisier, Sculpsit*.

Paxinación: i-iv + 1-259 pp. *Sen paxinar*: i, ii, 1. As táboas do final levan numeración aparte: Planche I-Planche XIII.

Exemplar: Biblioteca Xeral da Universidade de Santiago de Compostela, sin. 8588.

Como chegou o Tratado a universidade compostelá?

É ben sabido que no inventario de libros da universidade compostelá do ano 1773 había tan só 39 entradas correspondentes á división de ciencias e letras cun total de 95 libros. De todos estes libros, os correspondentes a farmacia e historia

natural eran escasamente 8-10 entradas. Isto dá unha idea da escaseza de libros que había sobre temas relacionados coa química. Inventarios do século XIX contan unha historia moi cambiada tanto en calidade como en cantidade.

No completo e valioso estudo *A biblioteca pública da Real Universidade de Santiago de Compostela* (2007), Concha Varela Orol sinala dun xeito case inequívoco, cómo entra na Universidade de Santiago o libro de Lavoisier, que aparece no inventario realizado polo bibliotecario Dr. Joaquín María Patiño en 1816. Patiño, profesor e bibliotecario da universidade contra 1820, dá conta no seu inventario de como conseguiu os cartos para a adquisición dunha importante colección de libros de ciencias, á altura dunha universidade moderna. Indica Patiño, ademais, como os solicitou a París.

O libro así adquirido semella inequivocamente ser a obra de Lavoisier xa comentada anteriormente (3 volumes en 8º) pero subsisten varias cuestións:

1. O inventario de Patiño di literalmente *Éléments de chimie par Lavoisier... 3 vol 8º*, obra que como tal non existe.
2. A obra *Elements de chimie* do inventario de Patiño non corresponde a Lavoisier, senón a Fourcroy. No inventario aparece outra obra de Fourcroy: *Connaissans chimiques par Fourcroy... 11 vol. Gran 8º*, que, en efecto, obra nos fondos universitarios.
3. O libro de Fourcroy, do que xa falamos, titúlase *Éléments d'Histoire naturelle et de chimie*, que non atopamos nos fondos da biblioteca universitaria.
4. Un título semellante é o da tradución do *Tratado* en inglés por Robert Kerr: *Elements of chemistry*.
5. O libro *Elements de chimie*, escrito por H. Boerhaave foi libro de texto na Facultade de Medicina compostelá cando, contra 1750, era profesor de anatomía e cirurxía o Dr. Pedro Gómez de Bedoya y Paredes. Existiu este

exemplar na Universidade de Santiago hai anos, pero agora fun incapaz de dar con el.

De donde procede o erro do inventario? O certo é que a Universidade de Santiago conta con esa segunda edición do ano 1789, que, unha vez máis, insisto en que é moi rara.

É a nosa pretensión que este prólogo axude a abrir portas a futuras investigacións que tenten dar resposta aos interrogantes que formulamos.

7. Marie Anne Paulze

Non se debe rematar este prólogo sen falar da muller de Lavoisier, dado que ela forma parte, como autora encuberta, do libro que estamos presentando.

Se o máis grande descubrimento de Humphry Davy foi Michael Faraday, na obra de Lavoisier, Marie Anne Paulze foi non so a súa mellor discípula, senón a máis sobranceira colaboradora nas súas investigacións. Aínda que non é este o lugar para escribir sobre a Señora Lavoisier, como ela se chama a si mesma no *Tratado*, si cómpre apuntar algunhas das súas achegas científicas na medida en que contribuíron á obra de Lavoisier e, en particular, ao *Tratado elemental de química*.

1) Aprendeu a pintar e debuxar da man do gran pintor da revolución, David. Se ben a súa faceta de pintora non foi sobresaínte dabondo como para colocala na historia da pintura, si que cómpre destacar o seu labor de debuxante e deseñadora. As trece láminas que forman parte do *Tratado* son dunha calidade que linda a perfección. Aparecen asinadas por Paulze Lavoisier e están tan perfectamente debuxadas que todos cantos científicos necesitaran o uso do novo material estarían en condicións de facelo construír e utilizalo nos laboratorios nos seus experimentos (ver a lámina XI como exemplo, ao final desta edición). A intención didáctica das láminas é indubidable, mais cómpre sinalar que algunhas delas semellan ser os planos de-



Marie Anne Paulze e Antoine Laurent Lavoisier, óleo de Jacques-Louis David, 1788
(The Metropolitan Museum of Art, New York)

señados pola autora para que foran construídos polos especialistas. Trátase do que hoxe chamaríamos deseños ou prototipos. A lámina VIII é un deseño do famoso gasómetro inventado por Marie Anne e Antoine, por certo un dos instrumentos científicos máis caros do século XVIII (uns 200.000 euros de hoxe custaron os dous gasómetros construídos polo enxeñeiro Megnié no ano 1785). No importante debuxo no que relata o transcendental experimento sobre a respiración, ela represéntase como a fedataria do experimento, tomando notas de todo canto acontece. As memorias sobre a respiración están asinadas por Lavoisier e Seguín en 1790 e 1791, pero non aparece Marie Anne nin sequera citada nos agradecementos.

2) Aprendeu latín e inglés, probablemente entendía alemán e italiano, e converteuse nunha importante tradutora. Traducía, para o seu home, textos e traballos de química que el non era quen de facer. Foi moi famosa a tradución do libro de Kirwan *Essay on Phlogiston and the Constitution of Acids* ao que fixeron, o matrimonio e o grupo de científicos próximos a eles, unhas interesantísimas precisións científicas que lles serviron para gañar a amizade do inglés e, posteriormente, convencelo para que abandonara a teoría do floxisto. Facía de intérprete para cantos científicos foráneos chegaban a París; deste xeito foi a presentadora de Priestley —cando chegou acompañando ao seu patrón Lord Shelburne— o que lle permitiu coñecer cómo chegara a obter osíxeno. Marie Anne tivo tamén contactos epistolares co boticario sueco Scheele, o primeiro en descubrir o osíxeno (ao que chamou *ar do fogo*).

3) Marie Anne aprendeu química experimental con Lavoisier e asistiu ao curso de química oficial que daba Bucquet. A súa intelixencia natural fixo o resto. Ela asistía a Lavoisier nos seus experimentos, cando este podía traballar, e tamén dirixía o traballo dos *factótums* (traballadores pagados) cando Antoine se marchaba ás súas múltiples ocupacións diarias. En qué medida o traballo químico realizado era obra dun ou doutro? Mais o

que si é claro é que unha parte deste traballo era obra de Marie Anne como xa se recoñeceu na época.

4) A simpatía, a beleza e a intelixencia de Marie Anne determinaron a facilidade para as relacións sociais tanto nacionais como internacionais e a posibilidade de ter acceso a unha enorme cantidade de información científica en xeral, e de química en particular, á que Lavoisier non houbera tido acceso endexamais.

5) Marie Anne sabía ademais música, tocaba o piano e cantaba, mais a súa intelixencia e coñecementos científicos van máis alá da consideración de *salonnière* típica do século XVIII. Debemos pensar nela como unha científica de verdade, como unha auténtica ilustrada. Casada aos catorce anos, Lavoisier introduciuna de contado no mundo da química experimental e Bucquet asentoulle as bases teóricas de canto na química da época se coñecía.

Con toda a bagaxe de coñecementos que veño de indicar, é doado comprender que o labor científico de Marie Anne ten que ter sido moito máis amplo e importante do que da a entender a ciencia oficial. O seu labor debeu ser, como mínimo, complementario da actividade de Lavoisier. Cando Antoine non estaba na casa, a investigación programada continuábase a facer, alguén debía dirixir o grupo de investigación, coordinar os experimentos, tomar as notas, elaborar as memorias, tomar as decisións do momento, etc. Era esa a Señora Lavoisier?

Por que Lavoisier non citou, xamais, a Marie Anne? Por que Marie Anne non continuou cos experimentos logo da morte de Lavoisier? Porqué se dedicou só a espallar as teorías de Lavoisier? Porqué se converteu na herdeira e divulgadora da obra do seu home, recollendo todos os seus traballos para escribir a primeira edición das súas obras completas? Moitos porqués. Máis porqués e moi poucas respostas. El terá que ver co feito de estar convencida da transcendencia da súa obra e do seu libro —obviamente con só o nome de Lavoisier— e da

importancia de asentar e espallar estas ideas polo mundo, antes que facer ela máis traballo experimental?

Nalgún momento alguén terá que afondar con decisión na vida e na obra de Marie Anne Paulze.

8. Cronoloxía

Cronoloxía da revolución química

- 1556.- Agrícola publica *De re Metallica*.
- 1600.- Van Helmont inicia os estudos da química pneumática e inventa o termo *gas*.
- 1610.- J. Béguin escribe *Éléments de chymie*.
- 1637.- R. Descartes escribe *O discurso do método*
- 1639.- Alonso Barba escribe *El arte de los metales*
- 1650.- Von Guericke inventa a *máquina pneumática*
- 1659.- J. R. Glauber monta a primeira industria química para producir *vitriolo* (H_2SO_4) e a sal de Glauber.
- 1661.- R. Boyle escribe *The sceptical chemist*.
- 1667.- J. J. Becher escribe *Physica Subterranea* que lle daría pé a Stahl para desenvolver a teoría do floxisto.
- 1669.- H. Brandt prepara o elemento chamado *fósforo*.
- 1676.- N. Lemery escribe o seu *Cours de chimie*.
- 1697.- G. B. Stahl comeza a escribir a súa triloxía de libros. Remataría no ano 1718 onde sintetiza as ideas da teoría do floxisto e a súa aplicación na calcinación.
- 1712.- Réaumur realiza os estudos para a preparación dos aceiros e a conversión ferro-aceiro, que rematará no ano 1722.
- 1719.- E. F. Geoffroy publica as primeiras *táboas de afinidades*.
- 1727.- S. Hales publica *Vegetables statics* onde estuda o intercambio gasoso entre as plantas e o aire. Inventará a *cuba pneumática*, para o estudo dos gases e descubrirá e estudará o *aire fixo* (CO_2).
- 1732.- H. Boerhaave escribe *Éléments de chimie* libro de química utilizado como manual en moitas facultades de medicina.

- Na universidade compostelá foi libro de texto na segunda metade do século XVIII.
- 1734.- Inicio das expedicións para determinar canto vale un grado de meridiano. Maupertius vai a Laponia e La Condamine vai ao Ecuador acompañado de Jorge Juan e Ulloa. Os españois descubriron o metal *platino*.
- 1743.- Nace Lavoisier.
- 1754.- J. Black identifica o *aire fixo*. Estúdao conxuntamente coa *magnesia alba* ($MgCO_3$).
- 1760.- J. Black inicia os traballos sobre calorimetría
- 1766.- H. Cavendish illa o *aire inflamable* (H_2)
- 1772.- D. Rutherford identifica o *aire mefítico* ou *azote* (N_2)
.-F. Rozier edita a revista *Observations sur la Physique, sur l'Histoire Naturelle et sur les Arts*.
- 1773.- Lavoisier completa o seu «ano crucial» realizando estudos importantes sobre a combustión
- 1772 – 1777.-J. Priestley inicia os seus estudos de pneumática que o han levar a descubrir os aires do nitróxeno (N_2O_3 , NO e N_2O), o aire do *muriático* (HCl), o aire do álcali (NH_3), o aire do ácido vitriólico (SO_2) e toma contacto co que será o *aire desfloxicado* (O_2).
- 1775.- T. Bergmann publica o seu cadro de atraccións eléctricas baseado nos seus estudos de afinidades.
- 1778.- Lavoisier publica os seus estudos sobre a composición do *aire atmosférico*.
- 1774.- J. Priestley e C. Scheele descubren o *aire desfloxicado* ou *aire vital* (O_2).
- 1774.- Werner inicia os estudos sobre mineraloxía.
.-Lavoisier publica a súa importante obra *Opuscules physiques et chimiques*.
- 1774 – 1786.- J. Priestley ha completar a súa obra *Experiments and observations on different kinds of airs*.
- 1777.- Lavoisier vai perfilando as súas ideas sobre a *combustión*.

- 1780.- E. B. Condillac publica a súa obra *La Logique*.
 .-Haüy inicia os seus estudos sobre cristalografía que o levarían a realizar os seus modelos cristalográficos.
- 1780 – 1783.- Laplace e Lavoisier inician os seus estudos que lle permitirían publicar a súa *Memoria sobre a calor*.
- 1782.- Guyton de Morveau toma contacto con Bergmann e inicia o seu proxecto sobre a *nomenclatura química*.
- 1783 – 1785.- Lavoisier publica a memoria *Réflexion sur le Phlogistique* na que amosa argumentos irrefutables contra do floxisto. A comunidade internacional divídese, de modo que Black, Fourcroy, Berthollet, Monge, Meusnier, Chaptal e Guyton póñense do seu favor; pero Macquer, Bergmann, Scheele, Kirwan, Cavendish e Priestley continúan a defender o floxisto. Kirwan hase pasar ao bando de Lavoisier.
- 1784.- Cavendish realiza a súa síntese da auga combinando *aire inflamable* (H₂) e *aire desfloxicado* (O₂). Charles Bladgen e Priestley comunícanlle a Lavoisier os experimentos de descomposición da auga e da súa síntese.
- 1785.- Lavoisier diseña, con Marie Anne, o seu famoso *gasómetro*, que lle ía permitir realizar as máis precisas medidas dos gases.
- 1786.- C. L. Berthollet utiliza o *cloro* como axente branqueante.
 .- K. W. Scheele publica os *Ensaio de química*.
- 1787.- Guyton, Berthollet, Fourcroy e Lavoisier publican o *Method de Nomenclature chimique*.
- 1798.- A. F. Fourcroy publica a terceira edición do seu importante libro *Elementos de historia natural e de química*.
 .- Lavoisier publica *Tratado Elemental de Química*.
 .- Lavoisier e outros 7 químicos fundan a revista *Anales de Química*
- 1790.- N. Leblanc finaliza o seu proceso de obtención de *sosa artificial*.
- 1790 – 1795.- Aceptación xeneralizada das ideas de Lavoisier.

- 1792.- Lavoisier inicia a elaboración da súa obra *Memorias de Química*.
- 1794.- Lavoisier é executado, na guillotina, o día 8 do mes de maio, floreal no calendario revolucionario.

Cronoloxía de Lavoisier

- 1743.- Nace Antoine Laurent Lavoisier o 26 de agosto. Os seus pais foron Jean Antoine Lavoisier, procurador no Parlamento de París, e Emile Punctis.
- 1748.- Morre a súa nai. Ao quedar orfo pasa a vivir coa familia materna.
- 1754.- Ingresa como alumno externo no colexio de Mazarino. Maníféstase como un bo estudante.
- 1761.- Inicia os estudos de Dereito.
- 1762.- Baixo a dirección de Guettard realiza estudos xeolóxicos sobre o terreo de Francia.
- 1763.- Continúa traballando sobre xeoloxía e publica unha memoria sobre estratigrafía.
- Realiza un curso sobre química con Rouelle e outro sobre botánica con Jussieu.
 - Acada o bacharelato en Leis.
 - Escribe o seu primeiro traballo científico sobre unha aurora boreal observada en Villers, a súa vila natal.
- 1764.- Remata os seus estudos de avogacía e acada o grado de licenciado.
- Participa nun concurso sobre a iluminación dunha cidade.
- 1765.- Memoria *Da análise do xeso*, presentada na Academia de Ciencias. É o seu primeiro traballo químico.
- 1766.- Medalla de ouro pola Memoria titulada *Como mellorar a iluminación dunha rúa de París*, gañada nun concurso convocado pola Academia.

- 1767.- Viaxe de carácter xeolóxico á rexión dos Vosgos acompañando a Guettard.
- 1768.- Ingresa na Academia de Ciencias como adxunto supernumerario.
- Inicia a súa actividade na Ferme Générale, merca unha acción da empresa e convértese en asentista.
- 1770.- Memoria sobre a suposta transmutación da auga en terra. Lida na Academia, demostra a imposibilidade da transmutación.
- 1771.- Casa con Marie Anne Paulze, filla dun dos directores da Ferme Générale. Marie Anne tiña 14 anos, Antoine 28.
- 1772.- Convértese en membro asociado da Academia.
- Inicia os seus estudos sobre a combustión.
 - Presentación da Memoria selada diante do Secretario da Academia o 1 de novembro.
 - Experimento interpretación da combustión do diamante.
 - Memoria sobre a combustión do fósforo e do xofre en frascos abertos.
- 1773.- Experimentos sobre a combustión do chumbo e estaño nunha retorta.
- Descubrimento do aire residual.
- 1774.- Publicación dos *Opuscules physiques et chimiques*.
- Presentación dunha memoria sobre a combustión do estaño.
 - Participación no descubrimento do *principio osíxeno*.
- 1775.- Nomeado un dos catro directores da *Régisseur de poudres*. Ten 32 anos.
- Instálase no Arsenal e monta o máis completo laboratorio da época. Conta xa cun equipo científico.
 - Describe na Academia o papel que xoga o *principio osíxeno* na calcinación dos metais.
 - Inicia os seus estudos sobre a composición do aire, tendo dende este momento unha idea aproximada sobre o mesmo.

- Inicia a elaboración sobre a teoría da *combustión-respiración* que remata no ano 1778.
- 1776.- Inicia a elaboración da *teoría da acidez* que rematará no ano 1779.
- 1777.- Memoria *Da respiración dos animais*.
 - Conformación da súa teoría sobre o estado gasoso.
 - Publicación dos seus resultados sobre a composición do aire.
 - Memoria sobre *Os nitratos e a fabricación de salitre*.
 - Primeira memoria «condenatoria» do floxisto.
 - Memoria *Da combustión en xeral*.
- 1778.- Remata a teoría da combustión-respiración.
- 1779.- Presentación da súa teoría sobre a acidez.
- 1780.- Presenta as súas ideas sobre o concepto de oxidación.
- 1781.- Inicio dos traballos sobre o *calórico* que rematarán no ano 1785.
- 1782.- Publicación do deseño do *primeiro calorímetro*.
- 1783.- Memoria *Da composición da auga* presentada o día de San Xoán.
 - Memoria titulada *Réflexions sur le phlogistique* na que amosa argumentos irrefutables contra do floxisto.
- 1784.- Desenvolvemento dos primeiros métodos de análise química orgánica.
 - Memoria sobre *Exame do magnetismo animal*.
- 1785.- Grande experimento público da *análise e síntese da auga*.
 - Período militante na defensa da nova química.
 - Nomeado Presidente anual da Academia.
- 1786.- Memoria titulada *Réflexions sur la décomposition de l'eau par les substances végétales et animales*.
- 1787.- Publicación do *Methode de Nomenclature Chimique*.
 - Elixido representante do terceiro estado na Asemblea provincial de Orléans.
- 1789.- Publicación do *Traité élémentaire de chimie*

- Aparición do primeiro volume de *Annales de Chimie*, creada por Lavoisier e sete amigos, e publicación nel de varios estudos sobre a respiración.
 - Convocatoria dos Estados Xerais. É elixido deputado suplente pola nobreza de Blois.
 - Elexido membro da Comuna de París.
 - Estudos calorimétricos sobre metabolismo basal.
- 1791.- Expulsado do cargo de Inspector xeral da pólvora.
- Nomeado tesoureiro da Academia.
- 1792.- Abolición da Monarquía en Francia.
- Comeza a elaboración das súas *Memoires de chimie*.
 - Inícianse os traballos para a elaboración do sistema métrico.
- 1793.- Execución de Luís XVI e María Antonieta.
- Supresión das Academias o 8 de agosto.
 - Detención de Lavoisier o 28 de novembro como membro da Ferme Générale.
- 1794.- Investigacións químico-fisiolóxicas e en química orgánica.
- É executado o 8 de maio na guillotina. Tiña 51 anos.

9. Bibliografía

Obras de Lavoisier

- Guyton de Morveau, Louis-Bernard; Lavoisier, Antoine-Laurent; Berthollet, Claude-Louis; Fourcroy, Antoine-François. *Méthode de nomenclature chimique proposée par MM. De Morveau, Lavoisier, Berthollet et de Fourcroy*. París: Cuchet, 1787.
- Lavoisier, Antoine-Laurent. *Opuscules physiques et chimiques*. París: Déterville, 1801. [1ª ed., 1774].
- *Traité élémentaire de chimie présenté dans un ordre nouveau, et d'après les découvertes modernes*. París: Coucher, 1789. 2 v. [Fonte da nosa tradución]

-*Oeuvres de Lavoisier*. Vol. I: *Traité élémentaire de chimie: Opuscules physiques et chimiques* (1864). Vol. II: *Memoires de chimie et de physique* (1864). Vol. III: *Mémoires et rapports sur divers sujets de chimie et de physique pures ou appliqués à l'histoire naturelle, à l'administration et à l'hygiène publique* (1868). Vol. V: *Mémoires de géologie et de minéralogie: Notes et mémoires scientifiques et administratives sur la production de salpêtres et la Régie des Poudres* (1892). Vol. VI: *Rapports à l'Académie: Notes et rapports divers, économie politique, agriculture et finances, Commission des Poids et Mesures* (1893). París: Imprimerie Impériale, 1864-1893. 6 v. [con axuda do Ministerio de Instrucción Pública. Os volumes I-IV foron coordinados por Jean-Baptiste Dumas, e os volumes V-VI por Édouard Grimaux].

Antoine-Laurent Lavoisier, *Correspondance*, recollida e anotada por René Fric (vol. I, 1768-1769 [1955]; vol. II 1770-1775 [1957]; vol. III, 1776-1783 [1964]) e polo Comité Lavoisier de l'Academie des Sciences baixo a coordinación d'Alain Horeau e Michelle Goupil (vol. IV, 1783-1786 [1986]; vol. V. 1787-1788 [1993]). Recentemente apareceu o volume sexto: Patrice Bret (ed.), *Oeuvres de Lavoisier: Correspondance*, vol. VI (1789-1791), París, Academie des Sciences, 1997. Están en preparación os volumes VII (1792-1794) e VIII (*Suplément*).

Fontes primarias sobre a obra de Lavoisier

- P. A. Aceves Pastrana, prólogo a *Tratado elemental de Química*, edición facsimilar, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México, 1990.
- J. R. Bertomeu e A. García, *La Revolución química: entre la historia y la memoria*, Universitat de Valencia, 2006 e bibliografía citada.

- D. J. Duveen e H. S. Kickstein, *A bibliography of the Works of Antoine-Laurent Lavoisier: 1743-1794*. Dawson and sons. Ltd., Londres, 1954, e bibliografía citada.
- R. Gago, *Antoine Laurent de Lavoisier. Tratado elemental de química*, edición facsimil con introducción, traducción e notas. Ed. Alfaguara. Madrid, 1982, e bibliografía citada.
- A. Nieto, prólogo a *Tractat elemental de química*. Editorial Portic, Barcelona, 2003 e bibliografía citada.
- I. Pellón, *Un químico ilustrado: Lavoisier*, Nivola ediciones, Madrid, 2002 e bibliografía citada.

Bibliografía crítica

- A. M. Amorim da Costa, «Bicentenario», *Boletim da S.P.Q.*, 52, 16 (1994) e bibliografía citada.
- F. Aragón, *Historia de la Química*, Ed. Síntesis, Madrid, 2004.
- I. Asimov, *Breve historia de la Química*, Alianza Editorial, Madrid, 1975.
- J.A. Babor e I. Ibarz, *Química General Moderna*, 6ª ed. Ed. Marín, Barcelona 1958.
- J. Beguin, *Elements de chymie*, París, 1627.
- B. Bensaude-Vincent: *À propos de Methode de nomenclature chimique: Enquise historique*, París, CNRS, 1983.
- «A Founder Myth in the History of Sciences? The Lavoisier Case», en L. Graham, W. Lepenies e P. Weingart, *Functions and uses of Disciplinary Histories*, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, p. 53-79, 1983.
- *Lavoisier. Mémoires d'une révolution*, París, Flammarion, 1993.
- «Lavoisier y la revolución química», *Mundo Científico*, 156 (15), p. 346-352. (1995).
- «Sur la notion de révolution scientifique: une contribution méconnue de Lavoisier» en *Il y a 200 ans, Lavoisier*, París, Académie des Sciences, p. 275-283. (1995).

- «Lavoisier: una revolución científica» en M. Serrés, *Historia de las ciencias*. Madrid, Cátedra, 1991, p. 410-435.
- e I. Stengers, *Historia de la Química*, Addison-Wesley, Universidad Autónoma de Madrid, 1997.
- M. Beretta: «Gli scienziati italiani e la rivoluzione chimica», *Nuncius*, 4 (2), p. 119-146, 1989.
- «Chemist in the Storm: Lavoisier, Priestley and the French Revolution», *Nuncius*, 8 (1), p. 75-104, 1993.
- *The Enlightenment of matter. The definition of Chemistry from Agricola to Lavoisier*, Canton, MA, Science History Publications, 1993.
- *A New Course in Chemistry. Lavoisier's first chemical paper*, Florencia, Olschki, 1994.
- M. Berthelot, *Una revolución en la Química, Lavoisier*. Losada, Buenos Aires, 1945, e bibliografía citada.
- M. R. Bermejo, «Lavoisier un revolucionario na Revolución Francesa», *Boletín das Ciencias (ENCIGA)*, 19, p. 53-62, 1994.
- «Lavoisier unha revolución científica», I e II, *OMEGA*, 4 e 5, 1994.
- «A teoría do Floxisto», *Revista Galega do Ensino*, 13, p. 117-130, 1996.
- «A Didáctica da Química e Lavoisier» *Ingenium*, 6, p. 149-168, 1998.
- «O nome e o símbolo dos elementos químicos». *Revista Galega do Ensino*, Nº 23, p. 91-105, (1998).
- A. M. González-Noya, M. Vázquez, *O Nome e o símbolo dos elementos químicos*, Xunta de Galicia, 2006.
- H. Boerhaave, *Éléments de chymie*, París, 1752.
- M. Brisson, *Diccionario Universal de Física* 9 vols., traducción polos doutores D. C. C. E. D. F. X. C., en Madrid, Imprenta de D. Benito Cano, 1796.
- W. H. Brock, «History of chemistry» A: Corsi, Pietro, Weindling, Paul (ed.). *Information sources in the history of science and*

- medicine*. Londres: Butterworth Scientific, 1983, p. 317-346.
- T. Bryant Conant, ed., *The overthrow of the phlogiston theory*, Harvard University Press, 1956.
- B. Cohen, *Revolution in Science*, Harvard Univ. Press, Cambridge Mass., 1985.
- M. Crosland, «The use of diagrams as Chemical Equations, in the lecture notes of William Cullen and Joseph Black», *Annals of Science*, 15, p. 75-90, 1959.
- *Lavoisier's Theory of Acidity*, *Isis*, 64, p. 306-325, 1973.
- «Chemistry and the chemical revolution» en G. S. Rousseau e R. Porter (eds.), *The ferment of knowledge*, Londres, Cambridge University Press, 1980.
- «Lavoisier le mal aimé». *La Recherche* 14, 785, 1983.
- *In the Shadow of Lavoisier: The Annales de Chimie*, Oxford, 1994.
- «Lavoisier, the two French Revolutions and The imperial Despotism of Oxygen», *Ambix*, 42 (2), p. 101-118, 1995.
- A. Donovan, *Antoine Lavoisier: science, administration and revolution*, Cambridge University Press, 1956.
- M. Dumas, *Tratado de química aplicada a las artes*, traducción por D. Luciano Martínez y D. Enrique Mieg. Imprenta de D. Benito Hortelano y compañía. Madrid, 1845.
- D. T. Duveen e H. S. Klickstein *A bibliography of the works of Antoine Laurent Lavoisier*, Ed. Dawson and sons, Ltd, London, 1954.
- J. Fayet, *La revolution francaise et la science, 1789-1795*, Riviere, París, 1960.
- A. Fernández, *Historia del mundo contemporaneo*, Vicens-Vives, Barcelona, 1988.
- M. Fourcroy, *Elementos de Historia Natural y de Química*. 3 vols., traducido por D. T. L. R. A. Madrid (1795).
- R. Gago, y J. L. Carrillo, «La introducción a la nueva nomenclatura química y el rechazo de la teoría de la acidez de

- Lavoisier en España» Edición facsimilar de *Reflexiones sobre la nueva nomenclatura química de Juan Manuel de Aréjula*, Universidad de Málaga, 1979.
- R. Gago, «Cultivo y enseñanza de la química en la España de principios del siglo XIX», A.: Sanchez Ron, José Manuel (ed.), *Ciencia y sociedad en España*. Madrid: El Arquero: CSIC, 1988, p. 129-142.
- «The new chemistry in Spain», *Osiris*, 2a sèrie, núm. 4 (1988), p. 162-192.
- «Louis Proust y la cátedra de Química de la Academia de Artillería de Segovia» A: Proust, Joseph-Louis, *Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia*. Segovia: Antonio Espinosa, 1791 – 1795, p. 5-51. 2 v. [Introducción a la edición facsimil: Segovia, 1991].
- R. Gago, «Estudio preliminar», en P. Gutiérrez Bueno, *Método de la nueva nomenclatura química. Propuesto por M. M. de Morveau, Lavoisier, Bertholet, y de Fourcroy, a la Academia de Ciencias de París, y traducido al castellano por D. Pedro Gutiérrez Bueno, profesor de química en el Real Laboratorio de Madrid*, Madrid, Antonio de Sancha, 1788. Edición facsimil editada por la Fundación Ciencias de la Salud, 1994.
- C.C. Gillespie, *Science and policy in France at the end of the old regime*, Princeton Univ. Press, 1980.
- T.F. Glick, *Tecnología, ciencia y cultura en la España medieval*, Alianza Universidad. Madrid, 1992.
- J. Goedechot, *Las revoluciones*, Labor, Barcelona, 1977.
- H. Guerlac, «Some French antecedents of the chemical revolution», *Chymia*, 5 (1959), p. 73-112.
- «A curious Lavoisier episode», *Chymia*, 7 (1961) p. 103-8.
- *Lavoisier. The crucial year. The background and origin of his experiments in combustion in 1772*. Ithaca, Cornell University Press, 1961.

- *Antoine-Laurent Lavoisier: Chemist and revolutionary*. Nova York: Scribner, 1975.
- P. Gutiérrez Bueno, (1788), *Método de la nueva nomenclatura química. Propuesto por M. M. de Morveau, Lavoisier, Bertholet, y de Fourcroy, a la Academia de Ciencias de París, y traducido al castellano por D. Pedro Gutiérrez Bueno, profesor de química en el Real Laboratorio de Madrid*. Madrid, Antonio de Sancha. Edición facsimil editada por la Fundación Ciencias de la Salud, 1994.
- P. Gutiérrez Bueno, *Curso de química*, Antonio de Sancha, Madrid, 1802.
- T.L. Hankins, *Ciencia e Ilustración*, Ed. Siglo XXI, Madrid, 1988.
- F. L. Holmes, *Antoine Lavoisier: the next crucial year*, Princeton University Press, New Jersey, 1997.
- M. Izquierdo *et al.* eds., *Lavoisier i els orígens de la química moderna, 200 anys després (1794-1994)*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 1996.
- J. Jackson *A world on fire. A heretic, an aristocrat and the race to discover oxygen*, Viking, Penguin books group England, 2005.
- R. Jagnoux, *Histoire de la chimie*, Ed. Boudry et Cie, París, 1891.
- T.S. Kuhn, *The structure of scientific revolution*, Chicago Univ. Press. Chicago, 1962.
- Lavoisier, *Memoires d'une révolution*, París, Flammarion, 1993.
- J. M. López Piñeiro *et al.*, *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*. Barcelona, Ediciones Península, 1983
- M. Lora-Tamayo, *La investigación química española*, Alhambra. Madrid, 1981.
- P. J. Macquer, *Elements de chimie theorique*, París, 1756.
- C. Magalhaes e A.M. Amorim da Costa, «Bicentenario», *Boletín da S.P.Q.*, 53, 9, 1994 e bibliografía citada.

- J.M. Malaquias, «Bicentenario», *Boletín da S.P.Q.*, 52, 24, 1994.
- A. Martín Municio, «Dos siglos de Lavoisier: de la alquimia a la química», *Quím. e Industr.*, 42, 58, 1995.
- D. Mckie, *Antoine Lavoisier the father of modern chemistry*, J. B. Lippincott. Philadelphia (1940).
- E. Melhado, «Scientific Biography and Scientific Revolution: Lavoisier and Eighteenth-Century Chemistry», *Isis*, 87 (4), páx. 688-694, 1996.
- R. K. Merton, «The sociology of science: An episodic memoir» in *The Sociology of Science in Europe*, Southern Illinois University Presss (1977).
- H. Metzger, *Les doctrines chimiques en France du debut du XVIIe à la fin du XVIIIe siècle*, París, Alcan, 1923.
- *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*, París, Alcan, 1930.
- A. Nieto Galán, «Química moderna y tecnología química a finales de siglo XVIII: una aproximación histórica», *Arbor*, 149 (586-587), p. 243-262, 1994.
- J.R. Partington, *A History of Chemistry*, McMillan Press Ltd., Londres, 1964.
- J.A. Pérez Bustamante, «En el bicentenario de la ejecución de Lavoisier», *Quím. e Industr.*, 41, 842, 1994, e bibliografía citada.
- C. Perrin, «Prelude to Lavoisier's Theory of Calcination: Some Observations on Mercurius Calcinatus per se», *Ambix*, 16, páx. 140 – 151. (1969)
- «Lavoisier, Monge and the Synthesys of Water. A case of pure coincidence?», *British Journal of the History of Science*, 6, p. 424- 428. (1973)
- «Lavoisier's Table of the Elements. A Reappraisal», *Ambix*, 20, p. 95-105, 1973.
- J.M. Sánchez Ron, *Ciencia y Sociedad en España*, Ed. El arquero/CSIC, Madrid, 1988.

- V.C. Seabra, *Elementos de Química*, Coimbra, Real Off. da Universidade, 1790.
- M. Serres, *Historia de las Ciencias*, Ed. Cátedra. Madrid, 1991 e bibliografía citada.
- R. Siegfried, «Lavoisier and the phlogistic connection», *Ambix*, 36, 31, 1989.
- A. Saboul, «Compendio de historia de la Revolución Francesa», *Tecnos*. Madrid, 1975.
- M. Smartl Bell, *Lavoisier in the year one. The bird of a new science in a age of revolution*, Atlas Books, W. W. Norton and company, London, 2005.
- A. Soboul, *La Revolución Francesa*, Ed. Globus. Madrid, 1994.
- A. de Tocqueville, *El Antiguo Regimen y la Revolución*, Guadarrama, Madrid, 1969.
- M. Valeur, «Lavoisier et la naissance de la thermochimie», *Boletín de la S.P.Q.*, 55, 12, 1994 e bibliografía citada.
- C. Varela, *A Biblioteca Pública da Real Universidade de Santiago de Compostela*, Universidade de Santiago de Compostela, 2007.
- I. Vlasov e D. Trifonov, *Química Recreativa* Akal editor, Madrid, 1982.
- B. Wojtkowiak, *Historia de la Química*, Ed. Acribia, Zaragoza, 1987.

T R A T A D O
E L E M E N T A L D E
Q U Í M I C A

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE CHIMIE,
PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU
ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES,
PAR M. LAVOISIER.

Nouvelle édition, à laquelle on a joint la Nomenclature Ancienne & Moderne, pour servir à l'intelligence des Auteurs; différens Mémoires de MM. Fourcroy & Morveau, & le Rapport de MM. Baumé, Cadet, Darcey & Sage, sur la nécessité de réformer & de perfectionner la Nomenclature Chimique.

Avec Figures & Tableaux.

TOME PREMIER.

A PARIS,
Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXXIX.

NOTA DOS TRADUTORES

A tradución dun texto tan senlleiro na historia da química como é este libro representa un reto considerable do que non fomos totalmente conscientes ata que nos enfrontamos cos primeiros capítulos da obra.

Sen dúbida todos os textos históricos teñen moitas das dificultades que nós atopamos neste, pero posiblemente o *Tratado* posúe certas peculiaridades que o fan un pouco diferente. Para empezar, abrangue toda unha disciplina, a química, nun momento no que esta materia transitaba dende o lado escuro, cabalístico e desestruturado, cara á súa consolidación como unha ciencia experimental moderna. Estes períodos de fonda mudanza son sempre difíciles dende o punto de vista conceptual, aínda para as mentes máis rigorosas e dotadas. Por outra parte, o autor, recollendo as súas propias iniciativas e as doutros químicos franceses no eido da nomenclatura, vai tentar divulgar no *Tratado* unha nova linguaxe, con toda a complexidade que tal iniciativa engade á dificultade asociada coa temática da obra. Finalmente, no tempo transcorrido desde 1789, data na que Lavoisier publica o seu libro, ata a actualidade, mudaron de tal xeito as cousas na química, que moitas veces non resulta doado seguir, coa óptica moderna, o minucioso relatorio experimental que se fai nalgúns capítulos. Deste xeito, o tradutor sente con frecuencia o medo de caer na tentación, traizoando unha parte significativa da mensaxe orixinal, de facer unha versión actualizada do fenómeno químico que está a traducir.

Pese a todos estes atrancos, cómpre recoñecer que non hai mellor maneira de apreciar un xenio, que tentar comprender a súa obra co detalle necesario como para poder traducila. Así, iniciamos este labor cunha estima un tanto imprecisa polo autor, derivada dunha educación académica na que, como moito, se lle asigna a Lavoisier o mérito de ter escrito un texto

moderno de química e de potenciar o uso da balanza, e rematamos admirando a un científico excepcional, brillante, rigoroso, crítico, teimudo... en fín, o que agora sería o paradigma do home de ciencia.

No que atinxe ás fontes empregadas nesta tradución, fixemos uso principalmente das seguintes:

- i) A edición facsimilar realizada en Bruxelas (Culture et Civilisation, 1965) da primeira edición, segunda impresión, do *Tratado* (véx. Prólogo, p. 63).
- ii) O exemplar da Universidade de Santiago de Compostela en tres tomos, de 1789, da segunda edición do *Tratado* (véx. Prólogo, pp. 63-66).
- iii) A versión dixitalizada da edición que fixo o goberno francés, en 1862, das obras completas de Lavoisier (Antoine-Laurent de Lavoisier. *Oeuvres de Lavoisier publiées par les soins de Son Excellence Le Ministre de l'Instruction publique et des Cultes*. Paris, Imprimerie impériale, 1862-1893). Esta dixitalización levouse a cabo dentro do proxecto *Panopticon Lavoisier*, e correu a cargo do Istituto & Museo di Storia della Scienza de Florencia e o Centre de Recherche en Histoire des Sciences et des Techniques de la Cité des Sciences et de l'Industrie (Paris). Esta fonte de información resulta moi recomendable para poder observar, con magnífica calidade, as láminas debuxadas por Marie Anne Paulze. (moro.imss.fi.it/lavoisier/entrance/panobox.html); (hist-sciences.univ-paris1.fr/i-corpus/lavoisier/index.php) que tamén aparecen impresas ao final deste libro.

A presente tradución non inclúe os extractos dos rexistros das Academias de Ciencias e de Medicina, nin o da Sociedade de Agricultura, por considerar que tales extractos non forman parte do *Tratado*, aínda que no seu día fosen incluídos nel coa fin de facilitar a súa publicación.

A respecto da organización das nosas notas, optamos por envialas ao pé da páxina no canto de xuntalas ao final da cada parte da obra, ou ao remate da mesma, pensando fundamentalmente na maior comodidade do lector. Como curiosidade queremos sinalar que a nota 23 do cap. VIII e a nota 27 do cap. XII da primeira parte non figuran na edición facsimilar de Bruxelas, pero si aparecen no exemplar da Universidade de Santiago de Compostela, razón pola cal decidimos incorporalas.

Resulta obrigado recoñecer que esta tradución é debedora do esforzo doutras realizadas con anterioridade, sobre todo das de Munarriz e Cervantes ao castelán, que nos axudaron a contrastar alguha terminoloxía antiga que aínda estaba en uso cando eles traduciron o *Tratado*.

Finalmente, cómpre expresar o noso agradecemento ás persoas que fixeron máis fácil esta, de seu, difícil tarefa. De maneira específica as nosas grazas a Manuel Bermejo Patiño, prologuista, indutor e cómplice; a José Sordo Rodríguez, pola súa axuda na revisión do texto; a María Virtudes Pardo Gómez, por estar sempre disposta, dende a dirección da Biblioteca Universitaria da nosa universidade, a facilitar este proxecto; aos amigos do Servizo de Publicacións pola súa amabilidade e inestimable colaboración técnica; e finalmente, a todos os colegas, expertos no campo da química ou doutras disciplinas, aos que importunamos, quizais demasiadas veces, tentando clarexar as nosas dúbidas, e que sempre as atenderon con amabilidade e sabedoría. Calquera erro que, pese a todo, se teña deslizado nesta tradución, será sen dúbida culpa nosa e non deles.

DISCURSO PRELIMINAR

Ao principiar esta obra, non tiña máis obxectivo que desenvolver a *Memoria* que lin, en sesión pública, na Academia de Ciencias o mes de abril de 1787, sobre a necesidade de reformar e perfeccionar a nomenclatura da química.

Foi ocupándome deste traballo cando caín na conta de que ata o momento non tiña evidenciado os principios establecidos polo abade Condillac na súa *Lóxica* e nalgunhas outras das súas obras. A saber, que *pensamos só coa axuda das palabras*; que *as linguas son verdadeiros métodos analíticos*; que *a álgebra máis simple, a máis exacta, a que mellor se adapta ao seu obxectivo na forma de ser enunciada é, á vez, unha lingua e un método analítico*; en fin, que *a arte de razoar non é máis ca unha lingua ben feita*. Así, en efecto, no entanto eu cría estar ocupándome apenas de nomenclatura, no entanto só tiña por obxecto perfeccionar a linguaxe da química, a miña obra foi transformándose imperceptiblemente nas miñas mans, sen poder impedilo, nun tratado elemental de química.

A imposibilidade de illar a nomenclatura da ciencia, e a ciencia da nomenclatura, determina que toda ciencia física estea necesariamente formada por tres cousas: a serie de feitos que a constitúen; as ideas que os evocan; as palabras que os expresan. A palabra fai nacer a idea e esta debe ilustrar o feito: son tres marcas dun mesmo cuño, e como son as palabras as que conservan as ideas e as transmiten, resulta que non se pode perfeccionar a linguaxe sen perfeccionar a ciencia, nin a ciencia sen a linguaxe, e que, por certos que sexan os feitos, por xustas que fosen as ideas que orixinasen, soamente transmitirían impresións falsas de non dispoñermos das expresións exactas para expresalos.

A primeira parte deste tratado proporcionará probas abondosas destas verdades a quen desexe reflexionar sobre este

tema; non obstante, como me vin obrigado a seguir unha orde que difire esencialmente da que se ten adoptado ata o de agora en todas as obras de química, darei conta dos motivos que me levaron a obrar así.

É un principio ben establecido, e de xeneralidade moi recoñecida tanto nas matemáticas como en todo xénero de coñecemento, que para nos instruír debemos ir do coñecido ao descoñecido. Na nosa primeira infancia as ideas proceden das nosas necesidades; a sensación desas necesidades fai nacer a idea dos obxectos axeitados para satisfacelas e, imperceptiblemente, por unha sucesión de sensacións, de observacións e de análise, xorde unha serie sucesiva de ideas, asociadas unhas coas outras, das que un observador atento pode incluso atopar, ata certo punto, o fío e o encadeamento, e que constitúen o conxunto do que sabemos.

Cando nos dedicamos por primeira vez ao estudo dunha ciencia, estamos, con respecto dela, nun estado análogo ao dun neno, e o camiño que debemos seguir é precisamente o que segue a natureza na formación das súas ideas. Así como no caso do neno a idea é o resultado dunha sensación e esa sensación fai nacer a idea, do mesmo xeito para quen se inicia no estudo dunha ciencia física, as ideas deben ser a consecuencia, o resultado inmediato, dun experimento ou dunha observación.

Permítaseme engadir que aquel que entra na carreira das ciencias está nunha situación menos vantaxosa ca un neno que adquire as súas primeiras ideas; se o neno se trabuca sobre os efectos saudables ou nocivos dos obxectos que o arrodean, a natureza submínístralle medios abundantes para rectificar. En cada instante, o xuízo que se ten formado é corrixido pola experiencia. A privación e a dor seguen a un xuízo falso; a ledicia e o pracer a un xuízo xusto. Con estes mestres, non tarda en volveuse consecuente, e pronto razoa de maneira correcta porque non pode razoar doutra maneira so pena de experimentar privación e sufrimento.

Non acontece o mesmo no estudo e na práctica das ciencias: os xuízos falsos que facemos non afectan nin á nosa existencia nin ao noso benestar; ningún interese físico nos obriga a rectificar. Pola contra, a imaxinación, que tende a levarnos continuamente alén da verdade, o amor propio e a confianza en nós mesmos que este sabe tan ben inspirarnos, lévannos a tirar conclusións que non se derivan dos feitos, de xeito que, dalgunha maneira, nos sentimos interesados en seducirnos a nos mesmos. Non é pois sorprendente que, nas ciencias físicas en xeral, se teñan feito frecuentemente suposicións no canto de conclusións, que as suposicións transmitidas de século en século se volvan máis e máis dominantes polo peso da autoridade que ían adquirindo, e que foran finalmente adoptadas e consideradas como verdades fundamentais, incluso por homes de moito xuízo.

A única maneira de previr estas desviacións consiste en suprimir ou, polo menos, simplificar no posible, o razoamento que, por proceder de nós mesmos, pode equivocarnos; en sometelo continuamente á proba dos experimentos; en non conservar nada máis ca os feitos que nos subministra a natureza e que non nos poden enganar; en buscar a verdade soamente no encadeamento natural dos experimentos e as observacións, do mesmo xeito que os matemáticos chegan á solución dun problema por medio da simple ordenación dos datos e reducindo o razoamento a operacións tan simples, a xuízos tan curtos, que xamais perden de vista a evidencia que lles serve de guía.

Convencido destas verdades, impúxenme a lei de proceder sempre dende o coñecido ao descoñecido, de non deducir consecuencia algunha que non derive inmediatamente de experimentos e de observacións, e de encadear os feitos e as verdades químicas na orde máis axeitada para facelos intelixibles aos principiantes. Axustándome a este plan, era imposible non apartarme dos camiños ordinarios, porque é un defecto común de todos os cursos e tratados de química supoñer, dende os

primeiros pasos, coñecementos que o alumno ou o lector deben adquirir nas leccións posteriores. Empézase en case todos, por tratar os principios dos corpos, e por explicar a táboa de afinidades, sen decatarse de que iso obriga, dende o primeiro día, a pasar revista aos principais fenómenos da química, a utilizar expresións aínda non definidas, e a supoñer sabida a ciencia, precisamente por aqueles aos que se lle pretende ensinar. É tamén un feito recoñecido que se aprende pouca cousa nun primeiro curso de química; que un ano apenas é suficiente para familiarizar o oído coa linguaxe, os ollos cos aparellos, e que é case imposible formar un químico en menos de tres ou catro anos. Estes inconvenientes débense menos á natureza das cousas ca á forma de ensinalas, e isto é o que me levou a seguir na química un camiño que me parece máis conforme coa natureza. Non se me escapa que querendo evitar un tipo de dificultades, metíame noutro, e que me sería imposible evitalas todas; pero creo que as que subsisten non pertencen á orde que me impuxen, senón que son máis ben o resultado do estado de imperfección no que aínda se atopa a química. Esta ciencia presenta numerosas lagoas que interrompen a serie dos feitos, e que esixen conexións embarazosas e difíciles. Non ten a vantaxe, como a xeometría elemental, de ser unha ciencia completa, na que todas as partes están estreitamente ligadas entre si; pero, ao mesmo tempo, a súa marcha actual é tan rápida, os feitos encaixan dun xeito tan afortunado na doutrina moderna, que podemos esperar vela, mesmo nos nosos días, achegarse moito ao grao de perfección que pode acadar.

Esta rigorosa lei, da que non debo apartarme, de non tirar conclusións alén do que os experimentos mostren e de non suplir o que os feitos silencian, impediume incluír nesta obra a parte da química máis susceptible de chegar a ser algún día unha ciencia exacta: a que trata das afinidades químicas ou atraccións electivas. Os Srs. Geoffroy, Gellert, Bergman, Schéele, de Morveau, Kirwan e moitos outros, teñen xa reunida unha

multitude de feitos particulares, que só agardan ser colocados no lugar que lles corresponde; pero faltan os feitos principais ou, polo menos, os que temos non son aínda o suficientemente precisos e verdadeiros como para se converteren na base fundamental dunha parte tan importante da química. Por outra parte, a ciencia das afinidades é, a respecto da química ordinaria, o que a xeometría transcendente respecto da xeometría elemental, e non crin que debера complicar con tan grandes dificultades elementos sinxelos e doados que van poder ser entendidos, ou así o espero, por un gran número de lectores.

Quizais, sen me dectar, estas reflexións teñen sido provocadas por un sentimento de amor propio. O Sr. de Morveau está a piques de publicar o artigo *Afinidade* da *Encyclopédie méthodique*, e tiña bastantes motivos para temer que puidera entrar en competencia con el.

Non deixará de sorprenden que nun tratado de química elemental, non apareza un capítulo sobre as partes constituíntes e elementais dos corpos; pero debo remarcar aquí que a nosa tendencia a querer que todos os corpos da natureza estean compostos só por tres ou catro elementos deriva dun prexuízo que nos ven orixinalmente dos filósofos gregos. Admitir que catro elementos, variando simplemente a súa proporción, compoñen todos os corpos coñecidos, é unha pura hipótese, imaxinada moito antes de que tiveramos as primeiras nocións da física experimental e da química. Non había aínda feitos e xa se formaban sistemas; e hoxe en día, que xa dispoñemos de feitos, parece como si nos esforzamos en rexeitalos cando non cadran cos nosos prexuízos; tan real é o peso da autoridade daqueles pais da filosofía humana que aínda se deixa sentir, e que sen dúbida seguirá pesando sobre as xeracións futuras.

Unha cousa remarcable é que, aínda ensinando a doutrina dos catro elementos, non hai ningún químico que, debido á forza dos feitos, non se vira na obriga de admitir un número máis grande. Os primeiros químicos que escribiron despois

da renovación das letras, consideraron o xofre e o sal como substancias elementais que entraban na combinación dun gran número de corpos, logo recoñecían a existencia de seis elementos no canto de catro. Becher admitía tres terras, e era da súa combinación e da diferenza entre as súas proporcións de onde resultaban, segundo el, as diferenzas que existen entre as substancias metálicas. Stahl modificou este sistema, e todos os químicos que o sucederon permitíronse facer cambios e mesmo imaxinar outros, pero todos se deixaron arrastrar polo espírito do seu século, que se contentaba con aseveracións sen probas ou, polo menos, que consideraban frecuentemente como tales probabilidades moi lixeiras.

Todo o que se pode dicir sobre o número e natureza dos elementos redúcese, na miña opinión, a discusións puramente metafísicas: téntase resolver problemas indeterminados, que son susceptibles de infinitas solucións, ningunha das cales, moi probablemente, estea de acordo coa natureza. Polo tanto, contentareime con dicir que, se polo nome de elemento pretendemos designar as moléculas simples e indivisibles que compoñen os corpos, é probable que non os coñezamos; que se, pola contra, asociamos ao nome de elemento ou de principios dos corpos a idea de ser o último termo ao que chega á análise, entón serán para nós elementos todas as substancias que aínda non podemos descompoñer por ningún medio. Non é que poidamos asegurar que estes corpos, que consideramos simples, non estean compostos de dous ou máis principios, pero como estes principios non se separaron nunca ou, mellor dito, xa que non temos medio algún de separalos, compórtanse perante os nosos ollos como corpos simples, e non debemos supoñelos compostos ata o momento no que a experiencia e a observación nos proporcionen a proba.

Estas reflexións sobre o devir das ideas aplícanse naturalmente a elección das palabras que deben expresalas. Guiado polo traballo que, en 1787, fixemos en común os Srs. de

Morveau, Berthollet, de Fourcroy e máis eu sobre a nomenclatura da química, designei, sempre que puiden, as substancias simples con palabras simples, sendo estas as que me vin na obriga de nomear primeiro. Debe recordarse que nos esforzamos en conservar, para todas as substancias, os nomes que lles daba a sociedade. Permitímonos cambialos soamente en dous casos: primeiro, a respecto das substancias recentemente descubertas e que aínda non foran nomeadas, ou que o foran dende había pouco e que, polo tanto, os nomes, todavía novos, non tiñan sido sancionados por unha adopción xeral; segundo, cando os nomes adoptados, ben polos antigos ou ben polos modernos, pareceunos que poderían ocasionar ideas evidentemente falsas, cando podían confundir as substancias que designaban con outras dotadas de propiedades diferentes ou opostas. Nestes casos, non tivemos dificultade ningunha en substituílas por outras tomadas principalmente do grego; fixémoslo de maneira que expresasen a propiedade máis xeral, a máis característica da substancia, conseguindo así a vantaxe de aliviar a memoria dos principiantes, que reteñen dificilmente unha palabra nova cando está absolutamente baldeira de sentido, e de acostumalos dende o principio a non admitir ningunha palabra que non leve asociada unha idea.

Verbo dos corpos formados pola unión de varias substancias simples, designámoslos con nomes compostos ao igual que o son eles, pero, como o número de combinacións binarias e xa moi considerable, teríamos caído na desorde e na confusión se non nos decidíramos a formar clases. Na orde natural das ideas, o nome de clases e xéneros é o que lembra a propiedade común a un gran número de individuos; o de especies, pola contra, evoca a idea das propiedades particulares dalgúns individuos.

Estas distincións non só as fai, como se podería pensar, a metafísica, senón tamén a natureza. Un neno, di o abade de Condillac, dálle o nome de *árbore* á primeira árbore que lle mostremos. A segunda árbore que vexa a continuación lém-

bralle a mesma idea, e dalle o mesmo nome; igual ocorre ca terceira e a cuarta, e velaí que a palabra *árbore*, aplicada inicialmente a un individuo, convértese no nome dunha clase ou xénero, nunha idea abstracta que abrangue todas as árbores en xeral. Pero, cando lle remarquemos que non todas as árbores serven para os mesmos usos, que non todas teñen os mesmos froitos, aprenderá axiña a as distinguir con nomes específicos e particulares. Esta lóxica é a de todas as ciencias, e aplícase naturalmente á química.

Os ácidos, por exemplo, están compostos por dúas substancias da orde das que consideramos simples: unha, que constitúe a acidez, e que é común a todos eles, que dá nome á clase ou xénero; outra, que é propia de cada ácido, que os diferencia uns dos outros, e da que debe derivar o nome específico.

Pero, na maior parte dos ácidos, os dous principios constituíntes, o principio acidificante e o principio acidificado, poden atoparse en proporcións diferentes, que constitúen os distintos puntos de equilibrio ou saturación. Isto é o que se observa no ácido sulfúrico e no ácido sulfuroso, onde expresamos os dous estados do mesmo ácido facendo variar a terminación do nome específico.

As substancias metálicas que estiveron expostas á acción simultánea do aire e do lume, perden o seu brillo metálico, aumentan de peso e adquiren unha aparencia terrosa; neste estado, están compostas, coma os ácidos, dun principio común a todas, e dun principio particular de cada unha; tivemos igualmente que clasificalas baixo un nome xenérico, derivado do principio común, e adoptamos o termino *óxido*; despois diferenciámolas unhas das outras polo nome particular do metal ao que pertencen.

A súa vez, as substancias combustibles que, dentro dos ácidos e dos óxidos metálicos, son un principio específico e particular, son susceptibles de chegar a ser un principio común dun gran número de substancias. Durante moito tempo, as com-

binacións coñecidas deste tipo foron as sulfurosas, pero sábese hoxe en día, despois dos experimentos dos Srs. Vandermonde, Monge e Berthollet, que o carbón se combina co ferro e pode que con outros metais, do que resulta, segundo as proporcións, o aceiro, a plumbaxina¹, etc. Sábese igualmente, a partir dos experimentos do Sr. Pelletier, que o fósforo se combina cun gran número de substancias metálicas. Reunimos tamén estas diferentes combinacións baixo nomes xenéricos derivados do da substancia común, cunha terminación que recorda esta analogía, e especificámolas con outro nome derivado da súa propia substancia.

A nomenclatura das especies formadas por tres substancias simples presentaba un pouco máis de dificultade a causa do seu nome e, sobre todo, porque non se pode expresar a natureza dos seus principios constituíntes sen empregar termos máis compostos. Nos corpos que forman esta clase, tales como os sales neutros, tivemos que considerar, por exemplo: 1º) o principio acidificante que é común a todos; 2º) o principio acidificable, que constitúe o ácido particular; 3º) a base salina, terrosa ou metálica, que determina a especie particular de sal. Tomamos o nome de cada clase de sales do nome do principio acidificable que é común a todos os individuos da clase; despois distinguimos cada especie polo nome da base salina, terrosa ou metálica que lle é particular.

Un sal, aínda composto polos mesmos principios, pódese atopar en estados moi diversos debido a diferenzas nas súas proporcións. A nomenclatura que adoptamos sería defectuosa se non puidera expresar estes diversos estados, cousa que conseguimos principalmente cambiando as terminacións, facéndos uniformes para un mesmo estado de diferentes sales.

Así, chegamos a un punto no que, só polo nome, sábese ao momento cal é a substancia combustible que entra na com-

¹ Grafito [N. dos TT.].

binación de que se trate; se esta substancia combustible está combinada co principio acidificante, e en qué proporción; en qué estado se atopa este ácido; a qué base está unido; se hai saturación exacta ou se o ácido ou a base se atopan en exceso.

Compréndese que nos resultara imposible acadar estes diferentes obxectivos sen bater algunhas veces cos usos admitidos, e sen adoptar denominacións que puideron parecer duras e bárbaras no primeiro momento; pero temos observado que o oído logo se acostuma ás novas palabras, sobre todo cando estas se atopan vinculadas a un sistema xeral e razoado. Ademais, os nomes que se empregaban antes, tales como po de algaroth², sal de alembroth³, ponfolix⁴, auga faxedénica⁵, turbit mineral⁶, colcótar⁷, e moitos outros, non son nin menos duros nin menos extraordinarios; fai falta moito hábito e moita memoria para recordar as substancias que expresan e, sobre todo, para recoñecer a que xénero de combinación pertencen. Os nomes de aceite de tártaro por deliquio, aceite de vitriolo, manteiga de arsénico e antimonio, flores de zinc, etc.⁸, son aínda máis improprios porque suxiren ideas falsas, xa que, en rigor, non existen no reino mineral e, sobre todo, no reino metálico, nin manteigas, nin aceites, nin flores; e, ademais, porque as substancias que se designan baixo estes nomes enganosos son venenos moi potentes.

Cando publicamos o noso Ensaio de Nomenclatura Química, reprocháronnos ter cambiado a linguaxe que falamos, ilustraron e nos transmitiron os nosos mestres, esquecendo que foron os

² Oxiclouro de antimonio(III) (M. Bermejo, A. González-Noya e M. Vázquez, *O nome e o símbolo dos elementos químicos*, Xunta de Galicia, 2006, p. 19 [N. dos TT.].

³ Cloruro dobre de mercurio e amonio, *Ibid.* [N. dos TT.].

⁴ Óxido de zinc, *Ibid.* [N. dos TT.].

⁵ Auga que se tiraba de mesturar cloruro mercúrico e auga de cal e que servía para tratar as chamadas úlceras faxedénicas [N. dos TT.].

⁶ Precipitado amarelo ($\text{HgSO}_4 \cdot 2\text{HgO}$) que se forma cando se disolve sulfato mercúrico en auga (P. Pascal, *Nouveau Traité de Chimie Mineral*, Masson et Cie. Eds., Paris, 1962, Tome V, p. 807) [N. dos TT.].

⁷ Óxido férrico [N. dos TT.].

⁸ Carbonato potásico, ácido sulfúrico, tricloruro de arsénico, tricloruro de antimonio e óxido de zinc sublimado, respectivamente (M. Bermejo e al. *Ibid.*) [N. dos TT.].

mesmos Bergman e Macquer os que solicitaron esta reforma. O sabio profesor de Upsala, o Sr. Bergman, escribíalle ao Sr. de Morveau nos derradeiros momentos da súa vida: «Non permitades ningunha denominación impropia: os que xa saben entenderán sempre; os que aínda non saben entenderán antes».

Tería quizais máis fundamento reprochame non dar, na obra que presento ao público, a opinión histórica dos que me precederon; de ter presentado soamente a miña opinión sen discutir a dos outros. Como resultado, non sempre lles rendín aos meus colegas, sobre todo aos químicos estranxeiros, a xustiza que estaba na miña intención renderlles; pero pido ao lector que considere que, se nunha obra elemental se acumulan citas, se un se deixa levar de longas discusións sobre a historia da ciencia e sobre os traballos dos que a profesaron, perderíase de vista o verdadeiro obxectivo marcado e conseguiríase unha obra de lectura aburrida para os principiantes. O que se debe facer nun tratado elemental, non é nin historia da ciencia, nin a do espírito humano; debe buscarse só a facilidade e a claridade, evitando coidadosamente todo o que poida desviar a atención. Este é un camiño que hai que achandar continuamente, no que é preciso eliminar calquera obstáculo que poida producir o menor atraso. As ciencias presentan xa, de seu, bastantes dificultades como para que se engadan outras que lle son estrañas. Ademais, os químicos notarán doadamente que, na primeira parte, empreguei case exclusivamente experimentos meus. Se algunha vez, ao recoller experimentos ou opinións dos Srs. Berthollet, de Fourcroy, de Laplace, Monge e dos que, en xeral, teñen aceptado os mesmos principios ca min, se me puido escapar citalos, débese a que o costume de convivir, de comunicarnos as nosas ideas, as nosas observacións, a nosa maneira de ver as cousas, estableceu entre nós unha sorte de comunidade de opinións, na que adoito é difícil, aínda para nós mesmos, distinguir o que nos pertence de xeito máis particular.

Todo o que veño de expoñer sobre a orde que me esforcei en seguir na marcha das probas e das ideas, é aplicable só á primeira parte desta obra: soamente ela contén o conxunto da doutrina que adoptei, e só nela busquei darlle a forma verdadeiramente elemental.

A segunda parte está formada principalmente polas táboas de nomenclatura dos sales neutros. Soamente engadín explicacións moi sinxelas, co obxecto de dar a coñecer os procedementos máis simples para obter as diferentes especies dos ácidos coñecidos. Esta segunda parte non contén nada que me sexa propio; non é máis ca un resumo, moi conciso, de resultados extraídos de diferentes obras.

Por último, na terceira parte, dei unha descrición detallada de todas as operacións relativas á química moderna. Parecía desexable dende hai moito tempo unha obra deste tipo, e creo que será dalgunha utilidade. En xeral, a práctica dos experimentos, sobre todo dos experimentos modernos, non está moi estendida, e pode ser que, se nas diferentes memorias que presentei á Academia, me estendera máis sobre os detalles das manipulacións, sería máis doado facerme entender, e a ciencia tería feito progresos máis rápidos. A orde das materias nesta terceira parte, pareceume un pouco arbitraria, e soamente me dediquei a clasificar, en cada un dos oito capítulos que a compoñen, as operacións que presentaban maior analoxía entre si. É fácil percibir que esta terceira parte non se puido tirar de ningunha obra, e que, no que atinxe aos artigos principais, só contei coa axuda da miña propia experiencia.

Rematarei este discurso preliminar transcribindo literalmente algunhas pasaxes do Sr. abade Condillac que estimo reflicten con moita fidelidade o estado no que se atopaba a química en tempos moi próximos ao noso⁹. Estas pasaxes, que non foron

⁹ Parte 2, cap. I.

escritas con tal finalidade, adquirirán máis forza se a súa aplicación semella xusta:

No canto de observar as cousas que queremos coñecer, decidimos imaxinalas. De suposición falsa en suposición falsa, fómonos perdendo entre unha multitude de erros; e estes erros, convertidos en prexuízos, tomámoslos, por esa razón, por principios, extraviándonos máis e máis. Entón só soubemos razoar segundo os malos hábitos que tínhamos adquirido. A arte de abusar das palabras sen as entender ben, foi para nós a arte de razoar...Cando as cousas chegaron ata este punto, cando os erros se acumularon deste xeito, só hai un medio para poñer orde na facultade de pensar: esquecer todo o que temos aprendido, retomar as nosas ideas na orixe, seguir a súa xeración e reconstruír, como di Bacon, o entendemento humano.

Este medio é tanto máis difícil canto máis instruídos nos consideremos. Así, as obras onde as ciencias foran tratadas cunha gran claridade, unha gran precisión, unha grande orde, non estarían ao alcance de todo o mundo por igual. Os que non estudaran nada as entenderían mellor ca os que fixeran grandes estudos e, sobre todo, ca os que escribiran moito sobre as ciencias.

O Sr. abade de Condillac engade ao final do capítulo V: «Pero, finalmente, as ciencias progresaron porque os filósofos observaron mellor e introduciron na súa linguaxe a precisión e a exactitude que puxeran nas súas observacións; correxiron a lingua e razoaron mellor».

PRIMEIRA PARTE

**DA FORMACIÓN DE FLÚIDOS AERIFORMES E DA SÚA
DESCOMPOSICIÓN; DA COMBUSTIÓN DOS CORPOS
SIMPLES E DA FORMACIÓN DOS ÁCIDOS**

CAPÍTULO I

DAS COMBINACIÓNS DO CALÓRICO

E DA FORMACIÓ N DOS FLUÍDOS ELÁSTICOS AERIFORMES

É un fenómeno constante na natureza, as ideas xerais do cal foron ben establecidas por Boerhave, que cando se quenta un corpo calquera, sólido ou fluído, aumenta as súas dimensións en todos os sentidos. Os feitos nos que algúns se teñen baseado para restrinxir a xeneralidade deste principio, non representan máis ca resultados ilusorios ou, cando menos, complicados por circunstancias externas enganosas; pero cando se consegue separar os efectos e relacionar cada un coa causa da que depende, constátase que a separación das moléculas pola calor é unha lei xeral e constante da natureza.

Se despois de ter quentado ata un certo punto un corpo sólido, e de ter así separado cada vez máis as súas moléculas, se deixa arrefriar, esas moléculas xúntanse unhas coas outras na mesma proporción en que se tiñan afastado, pasando o corpo polos mesmos graos de dilatación que tiña percorrido e, se é levado ata a mesma temperatura coa que empezou o experimento, recupera o volume inicial. Pero, como aínda estamos moi lonxe de poder alcanzar un nivel de frío absoluto, como non coñecemos ningún grao de arrefriado que non sexa susceptible de ser diminuído, non fomos quen, ata o de agora, de aproximar ao máximo as moléculas de ningún corpo. En consecuencia, na natureza, as moléculas dos corpos non chegan a tocarse en ningún caso; unha conclusión moi singular pero que é, non obstante, irrefutable.

Cabe concibir así que, estando as moléculas dos corpos continuamente obrigadas pola calor a separarse unhas das outras, sen ningunha relación entre si, non existiría ningún corpo sólido se aquelas non estiveran retidas por outra forza que tende

a xuntalas ou, por dicilo dalgún xeito, a encadealas; esta forza, calquera que sexa a súa causa, ten sido denominada atracción.

Pode, xa que logo, considerarse que as moléculas dos corpos obedecen a dúas forzas que están en equilibrio, unha repulsiva e outra atractiva. Mentres a última forza, a atracción, sexa a dominante, os corpos permanecen en estado sólido; cando, en troques, a atracción é a máis feble, se a calor ten separado tanto as moléculas do corpo que quedan fora da esfera de actividade da súa atracción mutua, entón perden a adherencia que había entre elas, e os corpos deixan de ser sólidos.

A auga ofrécenos, constantemente, un exemplo destes fenómenos: cando está por debaixo do cero do termómetro francés¹, atópase en estado sólido e recibe o nome de xeo; por enriba desa temperatura, as súas moléculas deixan de estar retidas pola atracción mutua e convértese no que se chama un líquido; finalmente, por enriba de 80 graos, as súas moléculas obedecen á repulsión ocasionada pola calor, e a auga adopta o estado de vapor ou gas transformándose nun fluído aeriforme.

Pódese dicir o mesmo de todos os corpos da natureza: están como sólidos ou líquidos, ou en estado elástico e aeriforme, segundo a relación que exista entre a forza atractiva das moléculas e a forza repulsiva da calor ou, o que vén ser o mesmo, segundo o grao de calor ao que están expostos.

É difícil imaxinar estes fenómenos sen admitirmos que son o efecto dunha substancia real e material, dun fluído moi sutil, que se mete ao través das moléculas de todos os corpos separándoas; e aínda considerando a existencia deste fluído unha hipótese, veremos de seguido que explica dunha maneira moi satisfactoria os fenómenos da natureza.

Esta substancia, calquera que sexa, sendo a causante da calor ou, noutros termos, sendo a sensación que chamamos

¹ Termómetro de alcol de Réaumur que ten unha escala que vai de 0 (fusión do xeo) ata 80° (ebulición da auga) [N. dos TT.].

calor o efecto da súa acumulación, non se pode designar co nome de calor nunha linguaxe rigorosa, porque unha mesma denominación non pode expresar a causa e o efecto. Isto levoume, na memoria que publiquei en 1777², a designala co nome de fluído ígneo e materia da calor. Logo, nun traballo feito polos Srs. Morveau, Berthollet, Fourcroy e por min mesmo sobre a reforma da linguaxe química, consideramos conveniente desbotar esas perífrases que alongan o discurso, que o fan máis pesado, menos preciso, menos claro e que mesmo con frecuencia non transmiten unhas ideas o suficientemente exactas. Por iso designamos a causa da calor, o fluído eminentemente elástico que a produce, polo nome de *calórico*. Ademais de que esta expresión cobre o noso obxectivo no sistema que temos adoptado, ten outra vantaxe: pode adaptarse a todo tipo de opinións; porque, falando rigorosamente, nin sequera estamos obrigados a supoñer que o calórico sexa unha materia real; é suficiente, como se verá mellor na lectura do que segue, con que sexa unha causa repulsiva calquera que separe as moléculas da materia. Deste xeito, un pode considerar os seus efectos dunha maneira abstracta e matemática.

É a luz unha modificación do calórico, ou máis ben é o calórico unha modificación da luz? Sobre isto é imposible pronunciármonos no estado actual dos nosos coñecementos. Nun sistema onde rexe a lei de non admitir nada máis ca os feitos, onde se evita no posible supoñer nada que vaia alén do que estes representan, débese designar, de forma provisoria, con nomes diferentes o que produce efectos diferentes. Por tanto, distinguiremos a luz do calórico; pero non por iso deixaremos de admitir que ambos teñen calidades que lles son comúns, e que, nalgunhas circunstancias, combínanse máis ou menos da mesma maneira e producen en parte os mesmos efectos.

² *Recueil de l'Académie, 1777, p. 420.*

O que veño de dicir debera abondar para delimitar ben a idea que debe asociarse coa palabra *calórico*; pero quedame aínda un labor máis difícil de cumprir: o de proporcionar as ideas xustas de como a calor actúa sobre os corpos. Xa que esta sutil materia penetra a través dos poros de todas as substancias que coñecemos —por non existiren recipientes dos que non escape e non haber polo tanto ningún que a poida conter sen que se perda—, non se poden coñecer as súas propiedades máis ca polos efectos que, na súa maior parte, son efémeros e difíciles de apreciar. É con estas cousas, que non se poden nin ver nin palpar, coas que resulta particularmente importante manterse en garda contra os extravíos da imaxinación, que sempre tende a ir alén da verdade e que se resiste a permanecer pechada dentro do estreito círculo que delimitan os feitos.

Vimos de ver que un mesmo corpo vólvese sólido ou líquido, ou fluído aeriforme, consonte a cantidade de calórico que o ten penetrado ou, por falar dun xeito máis rigoroso, segundo que as forzas repulsivas do calórico sexan iguais á atracción das moléculas ou que sexan máis fortes ou máis febles ca ela.

Pero, de non existir máis ca estas dúas forzas, os corpos serían líquidos soamente nun grao indivisible do termómetro, e pasarían bruscamente do estado sólido ao de fluído elástico aeriforme. Así, por exemplo, a auga, no instante mesmo no que rematara de ser xeo, comezaría a ferver, transformaríase nun fluído aeriforme e as súas moléculas afastaríanse indefinidamente no espazo. Se iso non ocorre é porque unha terceira forza, a presión atmosférica, obstaculiza ese afastamento, sendo esa a razón de que a auga permaneza como un fluído desde cero ata os 80 graos do termómetro francés; porque a cantidade de calórico que recibe nese intervalo é insuficiente para vencer a forza ocasionada pola presión atmosférica.

Vemos pois que, sen a presión atmosférica, non teríamos ningún líquido duradeiro; non veríamos os corpos nese estado máis ca no preciso momento no que funden, e o máis pequeno

incremento de calor que recibiran afastaría de contado as súas partes dispersándoas. É máis, sen a presión atmosférica non teríamos, falando con propiedade, fluídos aeriformes. En efecto, no momento en que a forza de atracción fora superada pola forza repulsiva do calórico, as moléculas afastaríanse indefinidamente sen que nada limitase a súa separación, a non ser o seu propio peso que as xuntaría para crear unha atmosfera.

Abonda cunhas simples reflexións sobre as experiencias máis cotiás para decatármonos de que o que remato de expoñer é verdade. Ademais, o experimento que ven a continuación, do que xa din conta cumprida á Academia en 1777 (véxase *Mém. de l'Académie*, p. 426), confírmao dunha maneira evidente.

Énchese de éter sulfúrico³ un vaso de vidro pequeno e estreito *A* (véxase a lám. VII, fig. 17) colocado sobre un pé *P*. Este vaso non debe ter máis de 12 a 15 liñas de diámetro e aproximadamente 2 polgadas de altura⁴. Cóbrese o vaso cunha vexiga húmida, que se suxeita ao redor do colo do vaso cun gran número de voltas de fío grosso ben axustadas. Para maior seguridade, ponse unha segunda vexiga por derriba da primeira, e suxéitase da mesma maneira; o vaso debe estar tan cheo de éter, que non quede ningunha porción de aire entre o líquido e a vexiga. De seguido colócase o vaso debaixo do recipiente *BCD* dunha máquina pneumática, provista na parte superior *B* dunha caixa de coiro atravesada por unha variña *EF*, co extremo *F* rematado en punta ou nunha lámina moi aguda; este mesmo recipiente debe ter adaptado un barómetro *GH*.

Cando todo estea disposto deste xeito, faise o baleiro sobre o recipiente; despois, facendo descender a variña aguzada *EF*, pínchase a vexiga. Inmediatamente o éter comeza a ferver cunha

³ Darei noutra parte a definición do licor chamado éter e revelarei alí as súas propiedades. Contentareime neste momento con dicir que se coñece con ese nome un licor inflamable moi volátil, cun peso específico moito menor que o da auga e incluso que o do espírito do viño.

⁴ 1 liña = 2,256 mm; 1 polgada = 2,707 cm. Lavoisier utiliza ao longo da obra o sistema de medidas francés predecimal [N. dos TT.].

rapidez asombrosa, evaporándose e transformándose nun fluído elástico aeriforme que ocupa todo o recipiente. Se a cantidade de éter é o bastante grande como para que, unha vez rematada a evaporación, fiquen aínda algunhas gotas no frasco, o fluído elástico producido é quen de manter o barómetro adaptado á máquina pneumática entre 8 e 10 polgadas durante o inverno, e entre 20 e 25 durante as calores do verán. Para facer máis completo o experimento, pódese introducir un pequeno termómetro no vaso A que contén o éter, e así poderase observar que descende considerablemente a temperatura durante o tempo que dura a evaporación.

Neste experimento non se fai máis ca suprimir o peso da atmosfera que, en condicións normais, está a premer sobre a superficie do éter, e os efectos que se derivan proban evidentemente dúas cousas: a primeira é que, á temperatura á que vivimos, o éter estaría constantemente en estado de fluído aeriforme se a presión atmosférica non o impedira; a segunda, que o paso do estado líquido ao estado aeriforme vai acompañado dun arrefriamento considerable debido a que, durante a vaporización, unha parte do calórico que se atopaba nun estado de liberdade ou, polo menos, de equilibrio nos corpos circundantes, combínase co éter para levalo ata o estado de fluído aeriforme.

O mesmo experimento pódese facer con todos os fluídos evaporables, como o espírito do viño ou alcol, a auga e o mesmo mercurio; coa diferenza, non obstante, de que a atmosfera de alcol que se forma sobre o recipiente non é quen de soste-lo barómetro adaptado á máquina pneumática máis ca unha polgada por riba do seu nivel en inverno, e catro ou cinco no verán; que a auga non o sostén máis que algunhas liñas, e que o mercurio só algunhas fraccións de liña. Hai, polo tanto, menos fluído vaporizado cando se opera con alcol que cando se opera con éter; e menos aínda coa auga e, sobre todo, co mercurio; en consecuencia, tamén hai menos calórico empregado e menos

arrefriado, o que está perfectamente de acordo cos resultados dos experimentos.

Outro tipo de experimento demostra tamén, de xeito evidente, que o estado aeriforme é unha modificación dos corpos, e que depende do grao de temperatura e da presión que están a soportar.

O Sr. Laplace e máis eu demostramos, na memoria que defendemos perante a Academia en 1777 e que non chegou a imprimirse, que cando o éter se somete a unha presión de 28 polgadas de mercurio, é dicir, a unha presión igual á da atmosfera, entra en ebulición a 32 ou 33 graos. O Sr. Luc, que ten feito investigacións análogas sobre o espírito do viño, estableceu que este entra en ebulición a 67 graos. Finalmente, todo o mundo sabe que a auga comeza a ferver aos 80 graos. Non sendo a ebulición outra cousa ca vaporización dun fluído, ou o momento no que este pasa do estado líquido ao estado de fluído elástico aeriforme, é evidente que mantendo o éter constantemente a unha temperatura superior a 33 graos ao valor habitual da presión atmosférica, deberíamos telo no estado de fluído aeriforme; que o mesmo debería ocorrer co espírito do viño por enriba de 67 graos e ca auga por encima de 80; e isto é o que confirman perfectamente os experimentos seguintes⁵:

Enchín con auga a 35 ou 36 graos do termómetro, un gran vaso *ABCD* (véxase lám. VII, fig. 15); supóño transparente para que se aprecie mellor o que ocorre no seu interior; a esa temperatura pódense manter as mans bastante tempo na auga sen sentir molestias. Somerxín dous frascos de colo ancho *F, G*, que se encheron, e despois dinlles a volta de maneira que ficaron co colo cara abaixo, apegado contra o fondo do vaso.

Estando así as cousas, introducín éter sulfúrico nun pequeno matraz que tiña o seu colo *abc* dobremente curvado; somerxín este matraz na auga do vaso *ABCD*, e xuntei, como se ve na fi-

⁵ *Mém. de l'Académie*, 1780, p. 335.

gura 15, o extremo do colo *abc* co colo dun dos frascos *F*. Cando o éter comezou a sentir os efectos da calor, entrou en ebulición ao se transformar nun fluído elástico aeriforme polo efecto do calórico que se combinou con el, enchendo sucesivamente varios frascos *F, G*.

Non é este o lugar para examinar a natureza e as propiedades deste fluído aeriforme, que é moi inflamable; pero, sen anticipar coñecementos que non debo supoñer no lector, farei notar, centrándome no tema que nos ocupa neste momento, que o éter, de acordo con este experimento, está preto de non poder existir no planeta que habitamos máis ca no estado aeriforme; que se o peso da nosa atmosfera non equivalera máis ca a unha columna de 20 ou 24 polgadas de mercurio no canto de 28, non poderíamos obtelo en estado líquido, polo menos no verán; que, en consecuencia, sería imposible a preparación de éter nas montañas un pouco elevadas, xa que se convertería en gas a medida que se fora formando, a menos que empregáramos balóns moi resistentes para o condensar e que combináramos a presión co arrefriamento; en fin, que sendo o grao de calor do sangue máis ou menos o mesmo ao que o éter pasa do estado líquido ao estado aeriforme, o éter debe evaporarse nas primeiras vías, sendo moi probable que as propiedades que ten como medicamento se deban a un efecto, por así dicilo, mecánico.

Estes experimentos saen aínda mellor con éter nitroso, porque se evapora a un grao de calor menor que o do éter sulfúrico. Con respecto ao alcol ou espírito do viño, o experimento para preparalo en estado aeriforme ten unha maior dificultade porque, ao non evaporarse ata os 67 graos do termómetro de Réaumur, fai necesario que a auga do baño estea case a ebulición, e a esa temperatura non é posible mergullar as mans nela.

Resulta evidente que o mesmo debe ocorrer coa auga, que deba igualmente transformarse en gas ao ser exposta a un grao de calor superior ao que a fai ferver. Aínda que estabamos convencidos desta verdade, o Sr. Laplace e máis eu pensamos

que era necesario confirmala cun experimento directo, e velaí os resultados. Enchemos de mercurio un vaso de vidro *A* (véxase a lám. VII, fig. 5) e colocámolo invertido sobre un pratiño *B* igualmente cheo de mercurio. Introducimos no vaso ao redor de 2 dracmas⁶ de auga, que alcanzaron o nivel *CD* e que quedaron por enriba da superficie do mercurio; despois metémolo todo nunha grande caldeira de ferro *EFGH*, situada sobre o forno *GHIK*; a caldeira estaba chea de auga salgada en ebulición, que tiña unha temperatura que excedía os 85 graos do termómetro; nótese que, en efecto, a auga cargada de sal pode acadar unha temperatura superior en varios graos á da auga fervendo. Cando os 2 dracmas de auga situados na parte superior *CD* do vaso ou tubo acadaron a temperatura de 80 graos aproximadamente, entraron en ebulición e, ao se converter nun fluído aeriforme, en lugar de ocupar o pequeno espazo *ACD*, enchérono por completo; o propio mercurio descendeu un pouco por debaixo do seu nivel, e o vaso tería caído de non ser tan groso e polo tanto tan pesado, e se ademais non estivera suxeito ao pratiño cun arame. Tan axiña como se retira o vaso da auga salgada do baño, a auga condensa e o mercurio sobe; pero a auga volve ao estado aeriforme uns instantes despois de o aparello mergullarse de novo no baño.

Velaí, pois, algunhas substancias que se transforman en fluídos aeriformes a uns graos de calor moi próximos a aqueles nos que vivimos. Axiña teremos ocasión de ver que existen outras, tales como o ácido mariño ou muriático, o álcali volátil ou amoníaco, o ácido carbónico ou aire fixo, o ácido sulfuroso, etc. que están sempre en estado aeriforme ao grao de calor e presión atmosférica cotián.

Todos estes feitos particulares, dos que me sería moi fácil multiplicar os exemplos, autorízanme a enunciar este principio xeral: todos os corpos na natureza son susceptibles de existir en

⁶ 1 dracma = 3,8243 g [N. dos TT.].

tres estados diferentes: o estado sólido, o estado líquido e o estado aeriforme, e que estes estados dun mesmo corpo dependen da cantidade de calórico que se ten combinado con el. De aquí en adiante chamarei gases a estes fluídos aeriformes e direi, en consecuencia, que en toda clase de gas debe distinguirse o calórico que, dalgunha maneira, fai o oficio de disolvente, e a substancia que está combinada con el e que forma a súa base.

Como estas bases dos diferentes gases son pouco coñecidas, vémonos na obriga de darlles os nomes que indicarei no capítulo IV desta obra, despois de ter explicado algúns fenómenos que acompañan o quentamento e o arrefriado dos corpos e de ter introducido ideas máis precisas sobre a constitución da nosa atmosfera.

Consonte o discutido, as moléculas dos corpos atópanse na natureza nun estado de equilibrio entre a atracción, que tende a acercalas e unilas, e os efectos do calórico, que tende a separalas. Así, o calórico non soamente arrodea os corpos por todas partes, senón que tamén enche os espazos que as moléculas deixan entre si. Un pódese facer unha idea desta disposición, si se imaxina un vaso cheo de perdigóns no que se verte unha substancia en po moi fino, tal como a areíña. É fácil de imaxinar que esta substancia vaise repartir uniformemente, enchendo os ocos que os perdigóns deixan entre si. Neste exemplo, os perdigóns son con respecto á areíña o que as moléculas dos corpos son ao calórico, coa diferenza de que, no exemplo que discutimos, os perdigóns tócanse, mentres que as moléculas do corpo non se tocan porque se manteñen sempre a unha pequena distancia unhas das outras por efecto do calórico.

Se os perdigóns, que teñen forma redonda, se substitúen por hexaedros, octaedros ou por calquera outra figura regular e de semellante solidez, a capacidade dos ocos que deixarán entre si non será a mesma e non poderán aloxar unha cantidade tan grande de areíña. O mesmo ocorre cos corpos na natureza; os intervalos que deixan as súas moléculas entre si non son todos

da mesma capacidade. Esta depende da forma das moléculas, do seu tamaño e da distancia ás que se manteñen unhas das outras, segundo a relación que existe entre a forza de atracción e a forza repulsiva que exerce o calórico.

Neste sentido debe entenderse a expresión *capacidade dos corpos para manter a materia do calor*, expresión esta moi acaída e introducida polos físicos ingleses, que foron os que acadaron as primeiras nocións exactas a este respecto. O exemplo do que pasa na auga, e algunhas reflexións sobre o xeito en que este fluído molla e penetra os corpos, fará este tema máis intelixible, xa que nas cousas abstractas nunca está de máis a axuda de comparacións sensibiles.

Si se mergullan en auga anacos de diferentes madeiras de igual volume, dun pé cúbico por exemplo, a auga introducirase pouco e pouco nos seus poros, incharanse e aumentarán de peso, pero cada tipo de madeira admitirá nos seus poros unha cantidade de auga diferente; as máis lixeiras e porosas aloxarán máis; as que sexan compactas e apertadas non deixarán penetrar máis ca unha pequena cantidade; por último, a proporción de auga que recibirá cada unha vai depender, coma sempre, da natureza das moléculas que forman a madeira, da afinidade máis ou menos grande que teñan pola auga, e as madeiras moi resinosas, por exemplo, aínda sendo moi porosas, admitirán moi pouca auga. Pódese entón dicir que os diferentes tipos de madeira teñen unha capacidade diferente para admitiren auga; incluso poderá coñecerse, polo aumento de peso, a cantidade que absorberon; así e todo, como se ignora a cantidade de auga que xa tiñan antes de que as mergulláramos, non será posible coñecermos a cantidade absoluta que teñen cando as sacamos da auga.

O mesmo sucede nos corpos mergullados no calórico; non obstante, debe notarse que a auga é un fluído incompresible, mentres que o calórico está dotado dunha grande elasticidade, o que noutros termos significa que as moléculas do calórico teñen

unha grande tendencia a afastarse unhas das outras cando unha forza calquera as obriga a xuntarse, sendo, por tanto, entendible que esta circunstancia achegue cambios moi notables nos resultados.

Levadas as cousas ata este punto de claridade e simplicidade, vaime ser fácil facer comprensibles as ideas que deben asociarse coas expresións, *calórico libre e calórico combinado, cantidade específica de calórico* contida nos diferentes corpos, *capacidade de conter o calórico, calor latente, calor sensible*, expresións que non son sinónimos, senón que, despois do que veño de expoñer, teñen un sentido estrito e determinado. Vou tratar de fixar ese sentido con algunhas definicións.

O calórico libre é o que non está implicado en ningunha combinación. Como vivimos no medio dun sistema de corpos cos que o calórico ten adherencia, non teremos nunca este principio nun estado de liberdade absoluta.

O calórico combinado é o que se atopa unido aos corpos pola forza de afinidade ou atracción, e que forma parte da súa substancia, incluso da súa solidez.

Pola expresión *calórico específico* dos corpos, enténdese a cantidade de calor respectivamente necesaria para incrementar un mesmo número de graos a temperatura de varios corpos iguais en peso. Esta cantidade de calórico depende da distancia entre as moléculas do corpo, da súa maior ou menor adherencia. Esa distancia, ou máis ben o espazo que orixina, é o que se denomina, como xa deixo dito, *capacidade para conter o calórico*.

A *calor*, considerada como sensación ou, noutros termos, a *calor sensible*, non é outra cousa que o efecto producido sobre os nosos órganos polo paso do calórico que se desprende dos corpos circundantes. En xeral, soamente experimentamos unha sensación cando se produce calquera movemento, e poderíamos propoñer como axioma que *sen movemento non hai sensación*. Este principio xeral aplícase naturalmente ás sensacións de frío e de calor: cando tocamos un corpo frío, o calórico, que tende

ao equilibrio en todos os corpos, pasa da nosa man ao corpo que tocamos, polo que sentimos a sensación de frío. O efecto contrario ocorre cando tocamos un corpo quente; o calórico pasa do corpo á nosa man, e experimentamos a sensación de calor. Se o corpo e a man están máis ou menos á mesma temperatura, non experimentamos ningunha sensación, nin de frío nin de calor, porque non hai movemento, nin transporte de calórico, polo que, unha vez máis, non hai sensación ao non haber un movemento que a ocasione.

A subida do termómetro é a proba de que hai calórico libre difundíndose entre os corpos circundantes: o termómetro, que é un deses corpos, recibe a súa parte en razón da súa masa e da capacidade que ten para conter o calórico. O cambio termométrico soamente indica un desprazamento do calórico, un cambio que se ten producido no sistema de corpos do que forma parte; indica, como máximo, a porción de calórico que ten recibido, pero non mide a cantidade total que se desprendeu, a que se desprazou ou a que foi absorbida. O método máis simple e máis exacto para pescudar estes aspectos ten sido imaxinado polo Sr. Laplace e está descrito nas *Mémoires de l'Académie*, do ano 1780, p. 364. Tamén se pode atopar unha explicación breve ao final desta obra. Consiste en situar o corpo, ou a combinación da que se desprende o calórico, no interior dunha esfera de xeo oca: a cantidade de xeo fundida é una expresión exacta da cantidade de calórico que se ten desprendido. Coa axuda do aparello que fixemos construír segundo esta idea, pódese coñecer polo número de graos que sinala o termómetro, non, como pretendon algúns, a capacidade que teñen os corpos para conter o calórico, senón os incrementos ou diminucións de calórico que experimenta esa capacidade. É fácil co mesmo aparello, e por combinación de diversos experimentos, coñecer a cantidade de calórico necesaria para converter os corpos sólidos en líquidos e estes en fluídos aeriformes e, reciprocamente, determinar o calórico que os fluídos elásticos perden cando se transforman en

líquidos ou cando se volven sólidos. Chegará pois o día, cando os experimentos se teñan multiplicado suficientemente, no que se poderá determinar a proporción de calórico que constitúe cada especie de gas. Darei conta, nun capítulo especial, dos principais resultados que obtivemos neste tema.

Soamente me queda para rematar este capítulo, facer un pequeno comentario sobre a causa da elasticidade dos gases e dos fluídos en estado de vapor. Non é difícil percibir que esa elasticidade depende da do calórico, que parece ser o corpo eminentemente elástico da natureza. Nada máis fácil de imaxinar que un corpo volvéndose elástico cando se combina con outro que está dotado desa propiedade. Pero habería que recoñecer que isto é como explicar a elasticidade por medio da propia elasticidade; que, deste xeito, non facemos outra cousa que adiar o problema, permanecendo sen explicar que é a elasticidade e por que o calórico é elástico. Considerando a elasticidade nun sentido abstracto, non é outra cousa que a propiedade que teñen as moléculas dos corpos de afastarse unhas das outras, cando as forzamos a xuntarse. Esta tendencia das moléculas do calórico a apartarse ocorre incluso a grandes distancias. Para convencerse disto non hai máis que pensar que o aire é susceptible de experimentar un alto grao de compresión, o que implica que as súas moléculas están moi afastadas, pois a posibilidade de se aproximaren supón que estaban inicialmente, polo menos, a unha distancia igual á de aproximación. E estas moléculas de aire, que están xa moi separadas, tratan aínda de separarse máis, de maneira que se facemos o baleiro de Boyle nun recipiente moi grande, as últimas porcións de aire que quedan repártense uniformemente por todo o volume do recipiente por grande que este sexa, enchéndoo completamente e premendo contra as súas paredes. Este efecto soamente pode ser explicado supoñendo que as moléculas fan un esforzo en todas as direccións para afastarse, descoñecéndose a distancia á que este fenómeno desaparece.

Hai pois unha repulsión real entre as moléculas dos fluídos elásticos ou, polo menos, as cousas ocorren como se estas forzas repulsivas existiran, o que xustifica a conclusión de que as moléculas de calórico se rexeitan entre si. Unha vez admitida esta forza de repulsión, as explicacións relativas á formación de fluídos aeriformes ou gases vólvense moi sinxelas; así e todo, hai que admitir que unha forza repulsiva entre moléculas moi pequenas, que sexa quen de actuar a grandes distancias, é difícil de concibir. Parecería, quizais, máis natural supoñer que as moléculas de calórico se atraen entre si máis do que o fan as moléculas dos corpos, ás que separan para poder obedecer as súas propias forzas de atracción. Ocorre unha cousa en certa forma similar a este fenómeno cando se mete unha esponxa seca na auga: a esponxa ínchase; as súas moléculas sepáranse e a auga enche todos os intervalos. Resulta claro que a esponxa, cando se incha, adquire unha capacidade para conter auga maior que a que tiña inicialmente. Pero, podemos dicir que a introdución da auga entre as súas moléculas xera unha forza repulsiva entre estas que tende a separalas? Sen dúbida non; polo contrario, neste caso soamente existen as forzas atractivas seguintes: 1º) o peso da auga e a acción que exerce en todos os sentidos, como ocorre con calquera fluído; 2º) a forza de atracción das moléculas de auga entre si; 3º) a forza de atracción das moléculas da esponxa entre elas; e, finalmente, a atracción recíproca entre as moléculas de auga e as da esponxa. É fácil comprender que a explicación do fenómeno depende da intensidade e da relación de todas estas forzas. Tamén é probable que a separación das moléculas dos corpos provocada polo calórico teña a súa orixe nunha combinación de forzas atractivas, sendo o resultado desas forzas o que tentamos expresar dunha maneira máis concisa e máis conforme co noso coñecemento imperfecto dicindo que o calórico comunica unha forza repulsiva ás moléculas dos corpos.

CAPÍTULO II

IDEAS XERAIS SOBRE A FORMACIÓN E CONSTITUCIÓN DA ATMOSFERA TERRESTRE

As consideracións que veño de presentar sobre a formación dos fluídos elásticos aeriformes ou gases botan moita luz sobre a maneira en que se formaron, na orixe das cousas, as atmosferas dos planetas e, especialmente, a da terra. Concíbese que esta última debe ser o resultado e a mestura, en primeiro lugar, de todas as substancias susceptibles de se evaporar ou, mellor dito, de permanecer en estado aeriforme ao grao de temperatura á que vivimos e á presión igual ao peso dunha columna de mercurio de 27 polgadas de altura; e, en segundo lugar, de todas as substancias fluídas ou concretas susceptibles de se disolver nesta mestura de diferentes gases.

Para fixarmos mellor as ideas sobre esta materia arredor da cal aínda non reflexionamos bastante, consideremos por un momento o que lle pasaría ás diferentes sustancias que compoñen o globo, se a temperatura cambiara bruscamente. Supoñamos, por exemplo, que a terra fora transportada de súpeto a unha rexión moito máis cálida do sistema solar como, por exemplo, a rexión de Mercurio, onde a calor cotiá probablemente é moi superior á da auga fervendo: axiña a auga, xunto cos fluídos susceptibles de se evaporar a unha temperatura próxima á que ferve a auga, e ata incluso o mesmo mercurio, entrarían en expansión, transformándose en fluídos aeriformes ou gases que pasarían a formar parte da atmosfera. Estas novas especies de aire mesturaríanse coas xa existentes dando lugar a descomposicións recíprocas e novas combinacións ata que, unha vez satisfeitas as novas afinidades, os principios que formarían estes diferentes aires ou gases chegasen ata o estado de repouso. Pero non debera escapársenos que esta vaporización tería os seus límites xa que, en efecto, conforme aumentara a cantidade de fluídos

elásticos, o peso da atmosfera crecería proporcionalmente; pero, xa que toda presión é un obstáculo para a evaporación — pois que calquera fluído pode resistir unha calor moi forte sen evaporarse cando se lle opón unha presión que sexa proporcionalmente aínda máis forte, xa que, en fin, a mesma auga e todos os líquidos poden soportar na máquina de Papin un calor capaz de os poñer candentes—, compréndese que a nova atmosfera chegaría a adquirir un peso tal que a auga non evaporada ata entón deixaría de ferver e permanecería en estado líquido, de xeito que, tanto neste suposto coma en calquera outro do mesmo tipo, o peso da atmosfera estaría limitado e non podería exceder un certo límite. Estas reflexións poderían levarse moito máis lonxe examinando o que lle pasaría ás pedras, aos sales e á meirande parte das substancias fusibles que compoñen o globo; previsiblemente abrandaíanse, fundiríanse e formarían fluídos; mais estas últimas consideracións caen fora do meu obxectivo, ao que volvo de contado.

Se, por un efecto contrario, a terra se atopara de súpeto situada en rexións moi frías, a auga que forma hoxe en día os nosos ríos e mares, e posiblemente a meirande parte dos fluídos que coñecemos, transformaríanse en montañas sólidas, en rochas moi duras, inicialmente diáfanas, homoxéneas e brancas coma o cristal de rocha, pero que, co tempo, se mesturarían con substancias de diferente natureza, transformándose en pedras opacas de diversa cor.

Neste suposto, o aire, ou polo menos unha parte das substancias aeriformes que o compoñen, deixarían sen dúbida de existir como vapores elásticos debido á falta dun grao suficiente de calor; condensarían e darían lugar a novos líquidos dos que non temos idea algunha.

Estas dúas suposicións extremas indican claramente, en primeiro lugar, que *solidez*, *liquidez* e *elasticidade* son tres estados diferentes da mesma materia, tres modificacións particulares polas que poden pasar sucesivamente case todas as substan-

cias, e que dependen soamente do grao de calor ao que están expostas, é dicir, da cantidade de calórico que as penetre; en segundo lugar, que é moi probable que o aire sexa un fluído que de seu estea en estado de vapor ou, mellor dito, que a nosa atmosfera sexa un conxunto de todos os fluídos susceptibles de existir en estado de vapor e elasticidade constante ao grao habitual de temperatura e presión no que nos atopamos; e, en terceiro lugar, que, en consecuencia, non sería imposible que se atoparan na nosa atmosfera substancias extremadamente compactas, incluso metais, e que unha substancia metálica que fora, por exemplo, un pouco máis volátil ca o mercurio, estaría neste caso.

É ben sabido que, entre os fluídos que coñecemos, existen algúns como a auga e o alcol ou espírito do viño que son susceptibles de se mesturar entre si en todas as proporcións; pero, pola contra, que hai outros como son o mercurio, a auga e o aceite, que soamente poden establecer asociacións momentáneas, separándose uns dos outros cando tentamos mesturalos, e colocándose ordenados segundo o seu peso específico. O mesmo debe, ou polo menos pode, suceder na atmosfera, sendo posible, ou incluso probable, que se formaran ao principio e se estean a formar todos os días, gases que son dificilmente miscibles co aire atmosférico, e que se separan del. Se eses gases son máis lixeiros, deben xuntarse nas rexións máis elevadas para formaren alí capas por enriba do aire atmosférico. Os fenómenos que acompañan aos meteoros ígneos fanme pensar que existe, no alto da atmosfera, unha capa de fluído inflamable, e que os fenómenos da aurora boreal e outros meteoros ígneos teñen lugar no punto de contacto desas dúas capas de aire. Propóñome desenvolver as miñas ideas a este respecto nunha memoria específica.

CAPÍTULO III

ANÁLISE DO AIRE ATMOSFÉRICO: A SÚA RESOLUCIÓN EN DOUS FLUÍDOS ELÁSTICOS, UN RESPIRABLE E OUTRO NON RESPIRABLE

Esta é pois, a priori, a constitución da nosa atmosfera; debe estar formada pola reunión de todas as substancias susceptibles de permanecer en estado aeriforme ao grao de temperatura e presión á que nos atopamos. Estes fluídos forman unha masa de natureza máis ou menos homoxénea, dende a superficie da terra ata a altura máxima á que temos chegado, e na que a densidade vai decrecendo en razón inversa ao peso do que está cargada; pero, como xa teño dito, é posible que esta primeira capa estea recuberta de unha ou varias capas de fluídos diferentes.

Quédanos agora por determinar cal é o número e a natureza dos fluídos elásticos que compoñen esta capa inferior na que vivimos, e será a experiencia a que nolo vai aclarar. A química moderna ten dado, a este respecto, un gran paso e os detalles nos que vou entrar van poñer de manifesto que o aire atmosférico é quizais, de todas as substancias deste tipo, a que ten sido analizada con máis exactitude e rigor.

A química ofrece, en xeral, dous procedementos para determinar a natureza das partes que constitúen un corpo: a composición e a descomposición. Cando, por exemplo, temos combinado auga e espírito do viño ou alcol e, como resultado desta mestura, temos preparado a especie de licor que se chama no comercio augardente, podemos concluír que a augardente é un composto de alcol e auga; pero pódese chegar á mesma conclusión por medio da descomposición, non debendo xeralmente sentirnos plenamente satisfeitos en química ata non reunirmos os dous tipos de probas.

Tense esa vantaxe na análise do aire atmosférico, que se pode descompoñer e recompoñer, e voume limitar a comentar aquí as

experiencias máis concluíntes que se teñen levado a cabo a este respecto. Case todas poden atribuírseme como propias, ben por ter sido o primeiro en facelas, ben por telas repetido baixo un punto de vista novo, como é analizar o aire da atmosfera.

Tomei un matraz *A* de aproximadamente 36 polgadas cúbicas de capacidade (lám. II, fig. 14), de colo *BCDE* moi largo e de 6 a 7 liñas de grosor interior. Curveino tal como se representa (lám. IV, fig. 2), de xeito que puidera ser colocado nun forno *MMNN*, mentres que o extremo *E* do seu colo se metía debaixo da campá *FG* situada nun baño de mercurio *RRSS*. Introducín nese matraz 4 onzas⁷ de mercurio moi puro e logo, succionando cun sifón que introducín baixo a campá *FG*, elevei o mercurio ata *LL*; marquei coidadosamente esta altura cunha tira de papel engomado e observei exactamente o barómetro e o termómetro.

Coas cousas así preparadas, prendín o lume do forno *MMNN* e mantíveno aceso de xeito case ininterrompido durante doce días, de maneira que o mercurio se quentase ata o grao necesario para facelo ferver.

Nada salientable ocorreu durante todo o primeiro día: o mercurio, que non fervía, estaba nun estado de evaporación continua; tapizaba o interior das vasillas con gotiñas, primeiro moi finas, que de seguido aumentaban e cando acadaban un certo volume, caían ao fondo do vaso e reuníanse co resto do mercurio. O segundo día, comecei a ver nadar sobre a superficie do mercurio unhas pequenas partículas vermellas que, durante catro ou cinco días, aumentaron en número e volume, despois do cal deixaron de crecer e permaneceron no mesmo estado. Pasados doce días, vendo que a calcinación do mercurio non facía ningún progreso, apaguei o lume e deixei arrefriar as vasillas. O volume de aire contido, tanto no matraz coma no seu colo e baixo a parte baldeira da campá, reducido a unha presión de 28 polgadas e a 10 graos do termómetro, era, antes

⁷ 1 onza = 30,594 g [N. dos TT.].

da operación, de arredor de 50 polgadas cúbicas. Cando a operación estivo rematada, este volume era, á mesma presión e temperatura, soamente de 42 a 43 polgadas; tñíase producido, xa que logo, unha diminución de volume de case un sexto. Por outra banda, despois de agrupar coidadosamente as partículas vermellas que se tiñan formado e de separalas, na medida do posible, do mercurio líquido que as bañaba, o seu peso resultou ser 45 grans.⁸

Vinme obrigado a repetir varias veces esta calcinación do mercurio en vasillas pechadas, porque é difícil, nun único experimento, conservar o aire no que se ten operado, e as moléculas vermellas ou cal de mercurio que se forman. Con frecuencia comentarei reunidos así, nunha mesma relación, os resultados de dous ou tres experimentos do mesmo xénero.

O aire que quedou despois desta operación, e que tiña sido reducido a cinco sextos do seu volume pola calcinación do mercurio, xa non era apropiado para a respiración e a combustión, porque os animais que o respiraban perecían ao pouco tempo e as chamas apagábanse de contado, como se as tivésemos somerxido en auga.

Por outra banda, collín os 45 grans de materia vermella que se formaran durante a operación e metinos nunha retorta de vidro moi pequena, á que se tiña adaptado un aparato axeitado para recibir os produtos líquidos e aeriformes que puideran separarse; despois de prender o lume do forno, observei que a medida que se queataba a materia vermella a súa cor intensificábase. Cando a retorta se aproximou ao estado de incandescencia, a materia vermella comezou a perder pouco a pouco o seu volume e, en poucos minutos, desapareceu por completo; ao mesmo tempo condensáronse no pequeno recipiente 41 grans e medio de mercurio líquido, e pasaron á campá de 7 a 8 polgadas

⁸ 1 gran = 53,11 mg [N. dos TT.].

cúbicas dun fluído elástico moito máis axeitado ca o aire atmosférico para manter a combustión e a respiración dos animais.

Transvasada unha porción dese aire a un tubo de vidro dunha polgada de diámetro, ao meter nel unha vela acesa produciuse un brillo cegador; o carbón, en lugar de se consumir lentamente coma no aire ordinario, ardía con chama, cunha especie de crepitación semellante á do fósforo e cunha luz tan viva que os ollos apenas podían soportala. Este aire, que foi descuberto case ao mesmo tempo polos Srs. Priestley, Schéele e por min, foi denominado polo primeiro aire desfloxístico⁹ e polo segundo aire empíreo. Eu dinlle inicialmente o nome de *aire eminentemente respirable*; despois substituíno polo de *aire vital*. Imos ver axiña qué debemos pensar destas denominacións.

Reflexionando sobre as circunstancias do experimento, vese que o mercurio, ao se calcinar, absorbe a parte salubre e respirable do aire ou, por dicilo dun xeito máis rigoroso, a base desta parte respirable; a outra porción de aire que queda é unha especie de mofeta incapaz de manter a combustión e a respiración; polo tanto, o aire da atmosfera está composto por dous fluídos elásticos de natureza diferente ou, por así dicir, oposta.

Unha proba desta importante verdade é que xuntando de novo os dous fluídos elásticos obtidos separadamente —é dicir, as 42 polgadas cúbicas de mofeta ou aire non respirable e as 8 polgadas cúbicas de aire respirable— fórmase de novo un aire en todo semellante ao da atmosfera e que é axeitado, máis ou menos na mesma medida ca el, para a combustión, a calcinación dos metais e a respiración dos animais.

Aínda que este experimento proporciona un medio extraordinariamente sinxelo para obtermos por separado os dous princi-

⁹ Segundo G.E. Stahl (1660-1734), pai da teoría do floxisto, existía un principio inflamable nos corpos combustibles, o "floxisto", que se liberaba ao queimárense estes (véx. Prólogo, p. 44 e seg.). Consonte esta teoría, os corpos divídense en mixtos, compostos e agregados. Os mixtos están formados por "principios", que son os corpos máis simples e os compostos están formados por mixtos [N. dos TT.].

pais fluídos elásticos que entran na composición da nosa atmosfera, non nos dá unha idea exacta sobre a proporción que gardan estes fluídos. A afinidade do mercurio pola parte respirable do aire ou, mellor dito, pola súa base, non é o suficientemente grande como para vencer por completo os obstáculos que se opoñen a esa combinación. Estes obstáculos son a adherencia dos dous fluídos que constitúen o aire atmosférico e a forza de afinidade que une a base do aire vital ao calórico; en consecuencia, rematada a calcinación do mercurio, ou cando menos levada todo o lonxe que é posible nunha cantidade de aire determinada, aínda queda un pouco de aire respirable combinado coa mofeta, e o mercurio non é quen de separar esta derradeira porción. Farei ver de seguido que a proporción de aire respirable e de aire non respirable que entra na composición do aire atmosférico está na relación 27 a 73, polo menos nos climas nos que vivimos; discutirei ao mesmo tempo as causas de incerteza que existen aínda sobre a exactitude desta proporción.

Dado que na calcinación do mercurio hai descomposición do aire, por se producir a fixación e combinación da base da parte respirable co metal, cabería esperar dos principios comentados anteriormente que se tivera desprendido tamén calórico e luz, e non debería dubidarse que así foi pero dúas cousas impediron, no experimento que veño de comentar, que ese desprendemento fora evidente. A primeira é que como a calcinación dura varios días, o desprendemento de calor e luz repartido nun intervalo de tempo tan longo, resulta extraordinariamente débil en cada instante en particular. A segunda é que a operación faise nun forno coa axuda do lume, polo que a calor ocasionada pola calcinación confúndese coa do forno. Podería engadir que a parte respirable do aire, ou máis ben a súa base, cando se combina co mercurio, non perde toda a calor coa que estaba unida, senón que unha parte queda adherida á nova combinación; non é este, sen embargo, o lugar para tal discusión e para aportar as probas necesarias.

É, ademais, doado facer ostensible o desprendemento de calor e de luz provocando unha descomposición do aire máis rápida. O ferro, que ten moita máis afinidade ca o mercurio pola base da parte respirable do aire, subministra un procedemento. Todo o mundo coñece hoxe en día o fermoso experimento do Sr. Ingenhuosz sobre a combustión do ferro. Cóllese un pouco de arame moi fino *BC* (lám. IV, fig. 17) en forma de espiral; fíxase un dos seus extremos *B* nun tapón de cortiza *A* destinado a pechar a botella *DEFG*. Fíxase no outro extremo do arame un pedaciño de isca *C*. Con todo así disposto, énchese con aire desprovisto da súa parte non respirable a botella *DEFG*. Acéndese a isca *C* e introdúcese xunto co arame *BC* rapidamente na botella que se pecha como se ve na figura que remato de mencionar.

Tan pronto como a isca se somerxe no aire vital, comeza a arder cun resplandor cegador, e lle comunica a inflamación ao ferro que arde desprendendo chispas brillantes, que caen ao fondo da botella como glóbulos redondeados que se volven mouros cando se arrefrían, e que conservan un resto de brillo metálico. O ferro así queimado é máis quebradizo e fráxil ca o mesmo vidro; redúcese a po facilmente e aínda resulta atraído por un imán, se ben menos ca antes da combustión.

O Sr. Ingenhouz non examinou o que lle ocorría ao ferro nin ao aire nesta operación, de maneira que me vin obrigado a repetila en condicións diferentes e nun aparello máis axeitado para responder aos meus propósitos.

Enchín unha campá *A* (lám. IV, fig. 3) dunhas 6 pintas¹⁰ de capacidade, de aire puro; é dicir, da parte eminentemente respirable do aire. Coa axuda dunha vasilla moi plana, transportei esta campá ao baño de mercurio contido na cubeta *BC*, e despois sequei coidadosamente, con papel de envolver, a superficie do mercurio, tanto no interior coma no exterior da campá. Fíxenme, por outra parte, cunha pequena cápsula de

¹⁰ 1 pinta = 931 mL [N. dos TT.].

porcelana *D*, plana e ampla, na que coloquei unhas labras de ferro en forma de espiral, que dispuxen do xeito que me pareceu máis favorable para a combustión chegar a todas partes. No extremo dunha desas labras atei un anaco de isca e engadín un fragmento de fósforo que apenas pesaba un dezaseisavo de gran. Introducín a cápsula debaixo da campá levantando un pouco esta última. Non ignoro que, debido a esta forma de proceder, se mestura unha pequena porción do aire común co aire da campá, pero esa mestura, que é pouco importante traballando con habilidade, non afecta ao éxito do experimento.

Cando a cápsula *D* se mete debaixo da campá, succiónase unha parte do aire que contén co fin de elevar o mercurio no seu interior ata *EF*; emprégase, con este fin, un sifón *GHI* que se mete por debaixo e, para que non se encha de mercurio, enróscase no seu extremo un cachiño de papel. Necesítase unha certa habilidade para elevar succionando o mercurio na campá; se o aire se succiona só cos pulmóns, conseguiremos soamente unha elevación moi mediocre, como por exemplo unha polgada ou polgada e media como máximo, mentres que por acción dos músculos da boca elévase o mercurio sen fatiga, ou polo menos sen molestias, ata 6 ou 7 polgadas.

Con todo así preparado, ponse incandescente un ferro dobrado *MN* (lám. IV, fig. 16), destinado a este tipo de experimentos, pásase debaixo da campá e, antes de que teña tempo de arrefriar, aproximámolo ao cachiño de fósforo contido na cápsula de porcelana *D*; tan pronto como o fósforo prende, comunica a súa inflamación á isca e esta ao ferro. Se as labras están ben colocadas, todo o ferro arde ata o último átomo, despedindo unha luz branca, brillante, parecida á dos fogos artificiais chineses. A grande cantidade de calor desprendida durante esta combustión licúa o ferro que cae en forma de glóbulos redondos de diferente tamaño, quedando a meirande parte na cápsula, e

saíndo despedidos algúns que rematan flotando sobre a superficie do mercurio.

No primeiro momento da combustión hai un lixeiro aumento do volume do aire provocado pola dilatación ocasionada pola calor, pero axiña á dilatación segue unha diminución; o mercurio sube na campá e, cando a cantidade de ferro é suficiente e o aire co que se traballa é puro, chega a absorbelo case por completo.

Debo sinalar que, a menos que se queiran facer experimentos de investigación, é mellor non queimar máis ca cantidades non moi grandes de ferro. Cando se quere levar moi lonxe o experimento e absorber case todo o aire, a cápsula *D* que flota sobre o mercurio aproxímase demasiado á bóveda da campá, e o elevado calor, xunto co arrefriado súbito ocasionado polo contacto co mercurio, fai estalar o vidro. O peso da columna de mercurio, que cae rapidamente cando se fai unha fenda na campá, ocasiona unha ola que fai saltar unha grande parte deste fluído fora da cubeta. Para evitar estes inconvenientes e estar seguros do éxito do experimento, non se debe queimar máis dunha dracma e media de ferro baixo unha campá de 8 pintas de capacidade. A campá debe ser forte co fin de resistir o peso do mercurio que vai conter.

Non é posible determinar á vez, neste experimento, o peso que gaña o ferro e os cambios producidos no aire. Se se quere coñecer o aumento de peso do ferro e a súa relación coa absorción de aire, débese marcar con moita exactitude sobre a campá, empregando un diamante, a altura do mercurio antes e despois do experimento. A continuación métese o sifón *GH* debaixo da campá (lám. IV, fig. 3) cuberto cun papel que impida que se encha de mercurio. Ponse o polgar no extremo *G* e submínstrase aire levantando pouco a pouco o polgar. Cando o mercurio ten descendido ao seu nivel, retírase paseniño a campá, recóllense da cápsula os pequenos glóbulos de ferro que contén, xúntanse coidadosamente os que tiveran saltado e están a flotar sobre o mercurio, e pésase todo. Este ferro atópase nun

estado que os químicos antigos denominaban *etíope marcial*¹¹, ten unha especie de brillo metálico, é moi quebradizo, esmigállase e redúcese a po co martelo ou co morteiro. Se a operación saíu ben, con 100 grans de ferro obtéñense de 135 a 136 grans de etíope. Pódese, xa que logo, contar cun aumento de peso de 35 libras por quintal¹².

De facermos estes experimentos con toda a atención que merecen, atoparemos que o peso do aire diminúe nunha cantidade que é exactamente igual á que aumenta o do ferro. Por tanto, se se queimaron 100 grans de ferro e o aumento de peso do metal foron 35 grans, a diminución do volume do aire é, con bastante exactitude, 70 polgadas cúbicas, a razón de medio gran por polgada cubica. Veremos na continuación destas memorias que, en efecto, o peso do aire vital é con bastante exactitude medio gran por polgada cúbica.

Lembrarei aquí, por última vez, que en todos os experimentos deste tipo non debe un esquecerse de transformar, por medio do cálculo, o volume do aire ao principio e ao final do experimento, no que tería a 10 graos do termómetro e a unha presión de 28 polgadas; ao final desta obra entrarei nalgúns detalles sobre como facer estas correccións.

Se o que se quere ao facer os experimentos é analizar o aire que queda na campá, débese operar de maneira un pouco diferente. Nese caso, unha vez feita a combustión e o arrefriado dos vasos, comézase por retirar o ferro e a cápsula que o contén pasando a man baixo a campá a través do mercurio; de seguido introdúcese nela potasa ou álcali cáustico disolvido en auga, sulfuro potásico ou calquera outra substancia que se considere axeitada para examinar a acción que exerce sobre o aire. Máis adiante, e cando xa teña explicado a natureza destas diferentes

¹¹ Fe_3O_4 . O nome *etíope* refírese á cor escura do composto. O termo *marcial* fai referencia á relación tradicional do ferro con Marte, o deus da guerra (A. Casares, *Química General*, Librería de Pablo Calleja y Cia. Eds., Madrid, 1880, p. 360) [N. dos TT.].

¹² 1 libra = 489,5 g; 1 quintal = 100 libras [N. dos TT.].

substancias —das que soamente falo agora de xeito accidental—, volverei sobre estes medios de analizar o aire. Remátase por introducir baixo a mesma campá tanta auga como sexa necesaria para desprazar todo o mercurio e despois colócase sobre unha vasilla ou unha especie de cápsula moi plana coa que se transporta ata o aparato pneumático-químico ordinario de auga, onde se opera con máis amplitude e facilidade.

Cando se emprega ferro moi doce e puro, e a porción de aire respirable onde se efectúa a combustión está exenta de aire non respirable, o aire que queda despois da combustión atópase tan puro coma antes de facela; pero, sen embargo, é raro que o ferro non conteña unha pequena cantidade de materia carbonosa; sobre todo o aceiro que sempre a contén. Tamén é moi difícil obter a parte respirable do aire perfectamente pura, porque está case sempre mesturada cunha pequena porción de aire non respirable. Pero esa especie de mofeta non altera o resultado do experimento, xa que na fin do mesmo atópase a mesma cantidade que ao principio.

Teño dito que se podía determinar de dúas maneiras a natureza das partes que constitúen o aire atmosférico: por vía da descomposición e por vía da recomposición. A calcinación do mercurio forneceunos dun exemplo da unha e da outra xa que, despois de o mercurio capturar a base respirable do aire, devolvémoslla para volver a formar un aire en todo semellante ao da atmosfera. Pero se pode igualmente levar a cabo esta recomposición do aire tomando dos diferentes reinos os materiais que deben formala. Veremos máis adiante que cando se disolven materiais animais en ácido nítrico despréndese gran cantidade dun aire que apaga as chamas, que é nocivo para os animais e que asemella en todo á parte non respirable do aire atmosférico. Se a 73 partes deste fluído elástico se lle engaden 27 do aire eminentemente respirable extraídas do mercurio reducido a cal vermella por calcinación, fórmase un fluído elástico perfectamente semellante ao da atmosfera e que garda todas as súas propiedades.

Hai outros moitos medios de separar a parte respirable do aire da non respirable; pero non os poden expoñer aquí sen avanzar nocións que, na orden dos coñecementos, pertencen aos capítulos seguintes. Ademais, os experimentos que teño mencionado son suficientes para un tratado elemental e, neste tipo de materias, a elección das probas é máis importante ca o seu número.

Rematarei este capítulo indicando unha propiedade do aire atmosférico e, en xeral, de todos os fluídos elásticos ou gases que coñecemos, que é a de disolver auga. A cantidade de auga que un pé cúbico de aire atmosférico pode disolver é, de acordo cos experimentos do Sr. Saussure, 12 grans. Outros fluídos elásticos como o ácido carbónico parece que poden disolver máis, se ben aínda non se teñen feito os experimentos exactos para determinar a cantidade. Esta auga que conteñen os fluídos elásticos aeriformes, orixina, nalgúns experimentos, fenómenos particulares dignos da maior atención e que con frecuencia teñen provocado que os químicos incorran en grandes erros.

CAPÍTULO IV

NOMENCLATURA DAS DIFERENTES PARTES CONSTITUÍNTES DO AIRE ATMOSFÉRICO

Ata aquí vinme obrigado a empregar perífrases para designar a natureza das diferentes substancias que compoñen a nosa atmosfera, adoptando provisoriamente as expresións parte respirable e parte non respirable do aire. Os detalles nos que vou a entrar agora esixen que vaia máis rápido e que, tras ter intentado proporcionar unhas ideas simples das diversas substancias que entran na composición do aire atmosférico, as exprese igualmente con palabras sinxelas.

A temperatura do planeta que habitamos atópase moi preto do grao no que a auga pasa do estado líquido ao estado sólido e viceversa, realizándose frecuentemente este fenómeno diante dos nosos ollos. Non é sorprendente pois que en todas as linguas, polo menos nos climas onde se produce algún tipo de inverno, se lle teña dado un nome específico á auga convertida en sólida por ausencia de calórico.

Non obstante, non sucedeu o mesmo coa auga conducida ata o estado de vapor por unha maior adición de calórico. Os que non teñen feito un estudo particular destes temas, ignoran que, a un grao de temperatura un pouco superior ca o da auga fervendo, esta transformase nun fluído elástico aeriforme susceptible, como todos os gases, de ser recollido e gardado en recipientes, e que conserva a súa forma gasosa mentres se atope a unha temperatura superior aos 80 graos e a unha presión igual á dunha columna de 28 polgadas de mercurio. Como este fenómeno ten pasado desapercibido para a maioría, ningunha lingua emprega un nome particular para designar a auga neste estado, e o mesmo ocorre con todos os fluídos e, en xeral, con todas as substancias que non son susceptibles de se vaporizar á temperatura e presión nas que vivimos.

Pola mesma causa non lle demos nome á maior parte dos fluídos aeriformes en estado líquido ou sólido. Non se sabía que estes fluídos eran o resultado da combinación dunha base co calórico e, como nunca tiñan sido vistos en estado líquido ou sólido, a súa existencia baixo estas formas era descoñecida incluso para os físicos.

Pensamos que o máis axeitado era non cambiarmos os nomes admitidos e consagrados na sociedade polo uso antigo. Por tanto, démoslle ás palabras *auga e xeo* o seu significado vulgar; igualmente expresamos coa palabra *aire* o conxunto de fluídos elásticos que compoñen a nosa atmosfera. Pero non nos crimos obrigados a facer o mesmo coas denominacións máis modernas recentemente propostas polos físicos. Pensamos que tiñamos o dereito de rexeitalas e de substituílas por outras menos susceptibles de inducir ao erro e, cando decidimos adoptalas, non tivemos reparo en cambialas e en adscribirlles ideas máis precisas e concretas.

As novas palabras tirámolas principalmente do grego, e fixé-molo de maneira que a etimoloxía recordara a idea das cousas que nos propoñiamos indicar, cinguíndonos a non admitir máis ca palabras curtas e, sempre que fora posible, susceptibles de formaren adxectivos e verbos.

Seguindo estes principios e o exemplo do Sr. Macquer, temos conservado o nome de *gas* empregado por Vanhelfmont, e colocamos baixo esta denominación a clase numerosa de fluídos aeriformes facendo, porén, unha excepción para o aire da atmosfera. A palabra *gas* é, por tanto, para nós, un nome xenérico que designa o máis alto grao de saturación de calquera substancia polo calórico, e a expresión dunha maneira de ser dos corpos. Á hora de especificar, a seguir, cada especie de gas, decidimos facelo cunha segunda palabra tomada do nome da súa base. Deste xeito, chamaremos gas acuoso á auga combinada co calórico e no estado de fluído elástico aeriforme; gas etéreo á combinación do éter co calórico; gas alcohólico á combinación co calórico

do espírito do viño; de maneira semellante teremos o gas ácido muriático, o gas amoníaco e así todos os demais. Estendereime máis sobre este tema unha vez chegado o momento de nomear as diferentes bases.

Temos visto, xa que logo, que o aire atmosférico está composto principalmente por dous fluídos aeriformes ou gases: un respirable, capaz de manter a vida dos animais, onde os metais se calcinan e os corpos combustibles poden arder, e outro, que ten propiedades absolutamente opostas, non o poden respirar os animais, non mantén a combustión, etc. Á base da porción respirable do aire démoslle o nome de osíxeno, derivándoo das palabras gregas ὄξύς, ‘ácido’, e γείνομαι, ‘eu orixino’, porque, en efecto, unha das propiedades máis xerais desta base é que forma ácidos cando se combina coa maior parte das substancias. Denominaremos, pois, gas osíxeno á reunión desta base co calórico. O seu peso neste estado é, con bastante exactitude, de medio gran¹³ por polgada cúbica, ou dunha onza e media por pé cúbico, todo medido a 10 graos de temperatura e a 28 polgadas do barómetro.

Non sendo aínda ben coñecidas as propiedades químicas da parte non respirable do aire atmosférico, témonos contentado con deducir o nome da súa base a partir da propiedade que ten ese gas de quitar a vida dos animais que o respiran. Chamámoslle, pois, azote, que ven da α privativa dos gregos e de ξωή que significa ‘vida’; deste xeito, a parte non respirable do aire será o gas azote. O seu peso é de 1 onza, 2 dracmas e 48 grans por pé cúbico, ou de 0,4444 grans por polgada cúbica.

Non podemos agochar que este nome podería parecer algo extravagante pero iso ocorre con todos os nomes novos; soamente o uso remata por nos familiarizar con eles. Ademais, temos buscado durante moito tempo un nome mellor sen térmolo atopado; pensamos chamalo, nun principio, gas alcaliníxeno por-

¹³ *Demi-grain poids de marc* no orixinal [N. dos TT.].

que, como se verá de seguido, os experimentos do Sr. Berthollet demostraron que ese gas entra na composición do álcali volátil ou amoníaco; pero, por outro lado, como non temos aínda a certeza de que entre na composición doutros álcalis, e como está probado que participa igualmente na composición do ácido nítrico, con igual fundamento poderíamos telo nomeado principio nitríxeno. En fin, tivemos que rexeitar un nome que comportara unha idea sistemática e para non correr o risco de equivocarnos adoptamos o nome de *azote* e de gas azote que soamente expresa un feito, ou mellor, unha propiedade: a de tirar a vida dos animais que respiran ese gas.

Estaría anticipando nocións reservadas para capítulos posteriores se me estendera polo miúdo sobre a nomenclatura das diferentes especies de gases. Confórmome pois con ter establecido aquí, non a denominación de cada un, senón o método para os nomear a todos. O mérito da nomenclatura que temos adoptado consiste principalmente en que, unha vez nomeada unha substancia simple, o nome de todos os seus compostos derivan necesariamente desta primeira palabra.

CAPÍTULO V

DA DESCOMPOSICIÓN DO GAS OSÍXENO POLO XOFRE, O FÓSFORO E O CARBÓN, E DA FORMACIÓN DOS ÁCIDOS EN XERAL

Un dos principios que non deben perderse de vista nunca na arte de facer experimentos é o de simplificalos tanto como sexa posible, fuxindo das circunstancias que poden complicar os seus efectos. Por tanto, nos experimentos que serán obxecto deste capítulo, non operaremos co aire atmosférico por non ser unha substancia simple. É ben certo que o gas azote, que forma parte da mestura que constitúe o aire, parece ser completamente pasivo nas calcinacións e nas combustións, pero como as retarda e incluso é posible que altere os resultados nalgúns circunstancias, pareceume necesario eliminar esa causa de incerteza.

Por tanto, nos experimentos que vou relatar, expoñerei os resultados das combustións tal e como teñen lugar no aire vital ou gas osíxeno puro, e advertirei soamente das diferenzas que presentan cando o gas osíxeno está mesturado con diferentes proporcións de gas azote.

Collín unha campá de cristal *A* (lám. IV, fig. 3) de 5 a 6 pintas de capacidade, enchina de gas osíxeno sobre auga, e despois transporteina ao baño de mercurio por medio dunha cápsula de vidro que pasei por debaixo; sequei de seguido a superficie do mercurio e introducín baixo a campá *A* 61 grans e 1/4 de fósforo de Kunkel¹⁴ que dividín en dúas cápsulas de porcelana semellantes á que se ve representada en *D* (fig. 3); para poder prender cada unha delas por separado e sen que a inflamación se transmitira entre si, recubrín unha cunha pequena lámina

¹⁴ En relación a Kunkel, véx. na Segunda Parte as observacións á táboa das combinacións binarias do fósforo coas substancias simples, p. 253 [N. dos TT.].

de vidro. Unha vez que todo estivo así arranxado, fixen subir o mercurio na campá ata a altura EF , succionando cun sifón de vidro GHI (mesma fig.) que introducín por debaixo da campá; para que non se enchera de mercurio ao pasar ao seu través, tapei a súa extremidade I cun pedaciño de papel. Despois, cun ferro curvado incandescente, representado na figura 16, prendílle lume sucesivamente ao fósforo das dúas cápsulas, empezando pola que non estaba cuberta ca laminiña de vidro.

A combustión tivo lugar con grande rapidez, cunha chama brillante e cun desprendemento considerable de calor e luz. Houbo, no primeiro momento, unha notable dilatación do gas osíxeno ocasionada pola calor, pero axiña o mercurio subiu por riba do seu nivel e produciuse unha absorción considerable. Ao mesmo tempo, todo o interior da campá cubriuse de folerpas brancas, lixeiras, que non eran outra cousa que ácido fosfórico sólido.

A cantidade de gas osíxeno empregada ao comezo do experimento foi, unha vez feitas todas as correccións, de 162 polgadas cúbicas; ao final atopáronse soamente 23 polgadas $\frac{1}{4}$; por tanto, a cantidade de gas osíxeno absorbida foi de 138 polgadas $\frac{3}{4}$ ou de 69,375 grams.

O fósforo non se queimou de forma completa, quedando nas cápsulas algunhas porcións que, unha vez lavadas para separar o ácido e secadas, pesaron 16 grams $\frac{1}{4}$. Isto reduce a 45 grams aproximadamente a cantidade do fósforo queimado, e digo aproximadamente porque non sería imposible ter cometido un erro de 1 ou 2 grams ao pesar o fósforo que queda despois da combustión.

Así pois, nesta operación, 45 grams de fósforo combináronse con 69,375 grams de osíxeno. Como nada de peso pode pasar a través do vidro, pódese concluír que o peso da substancia, calquera que sexa, que resultou desta combinación en forma de folerpas brancas, debería ser igual á suma do peso do osíxeno e do fósforo; é dicir, 114,375 grams. Pronto veremos que esas

folerpas brancas non son máis ca un ácido sólido. Reducindo estas cantidades a un quintal, resulta que é necesario empregar 154 libras de osíxeno para saturar 100 libras de fósforo, xerándose 254 libras de folerpas brancas ou ácido fosfórico sólido.

Este experimento proba dunha maneira evidente que a certa temperatura o osíxeno ten máis afinidade co fósforo que co calórico; en consecuencia, o fósforo descompón o gas osíxeno apoderándose da súa base, e o calórico que queda libre escapa e disípase espallándose entre os corpos circundantes.

Non obstante, por conluínte que este experimento sexa, non é aínda o bastante rigoroso; en efecto, no aparello que utilicei e que veño de describir, non é posible verificar o peso das folerpas brancas ou do ácido sólido que se ten formado; soamente pode establecerse ese peso por vía do cálculo, supoñéndoo igual á suma dos pesos do osíxeno e do fósforo. Pero por moi evidente que esta conclusión pareza, na física e na química non está permitido supoñer o que se pode determinar por medidas directas. Así que pensei que debía volver a facer o experimento a maior escala e cun aparello diferente.

Collín un balón grande de vidro *A* (lám. IV, fig. 4) cunha abertura *EF* de 3 polgadas de diámetro. Cubrín esa abertura cunha placa de vidro esmerilado, que tiña dous buratos para que pasaran os tubos *yyy* e *xxx*.

Antes de pechar o balón ca placa, introducín unha cápsula de porcelana *D*, colocada sobre un soporte *BC*, que contiña 150 grans de fósforo. Con todo así disposto, encaixei a placa de cristal na abertura do matraz, embetumeina con betume graxento¹⁵ e recubrina cunhas tiras de lenzo enchoupadas en cal e clara de ovo. Cando o betume estivo ben seco, suspendín todo o aparello do brazo dunha balanza e determinei o seu peso cunha aproximación dun gran ou gran e medio. De seguido, adaptei o

¹⁵ Posiblemente o autor estase a referir a unha especie de betume aceitoso que se empregaba para pechar as xuntas das tubaxes [N. dos TT.].

tubo *xxx* a unha pequena bomba pneumática, e fixen o baleiro; despois, abrindo a chave adaptada ao tubo *yyy*, introducín gas osíxeno no balón. Quero sinalar que este tipo de experimentos faise de contado e, sobre todo, con moita exactitude, empregando a máquina hidro-pneumática que describimos o Sr. Meunier e máis eu nas *Mémoires de l'Académie* do ano 1782, páxina 466, e da que atoparemos unha explicación na última parte desta obra. Coa axuda deste instrumento, ao que o Sr. Meunier ten feito adicións e correccións importantes, pódese coñecer de maneira rigorosa a cantidade de gas osíxeno introducida no balón e a que se consome no transcurso da operación.

Cando todo estivo preparado deste xeito, prendinlle lume ao fósforo cunha lente converxente¹⁶. A combustión foi extremadamente rápida, acompañada dunha grande chama e de moita calor; conforme se ía desenvolvendo, íase formando unha grande cantidade de folerpas brancas que se adherían á parede interior do vaso, e que moi pronto o escureceron completamente. A abundancia de vapores era tal que, aínda que entraba continuamente novo gas osíxeno, que debería manter a combustión, o fósforo apagouse de contado. Despois de deixar arrefriar ben o aparello, comecei por medir a cantidade de osíxeno empregado, e por pesar o balón antes de abri-lo. De seguido lavei, sequei e pesei a pequena cantidade de fósforo que quedou na cápsula e que virara a amarelo ocre, co fin de establecer a cantidade do mesmo que se tiña consumido no experimento. Con estas precaucións foi fácil constatar: 1º) o peso do fósforo queimado; 2º) o peso das folerpas brancas obtidas na combustión; 3º) o peso do gas osíxeno que se tiña combinado co fósforo. Este experimento deume, máis ou menos, os mesmos resultados que o precedente: así resultou que o fósforo, ao queimarse, absorbe un pouco máis dunha vez e media o seu peso en osíxeno; ademais, adquirín a certeza de que o peso da nova substancia producida é igual á

¹⁶ *Verre ardent* no orixinal [N. dos TT.].

suma dos pesos do fósforo queimado e do osíxeno absorbido, o que, por outra parte, era fácil de prever *a priori*.

Se o gas osíxeno empregado neste experimento é puro, o residuo que queda despois da combustión tamén o é, demostrando que non escapa ningún fósforo que poida alterar a pureza do aire, senón que simplemente lle retira ao calórico a súa base; é dicir, o osíxeno ao que está unido.

Xa dixen anteriormente que, se queimamos calquera corpo combustible nunha esfera de xeo oca ou en calquera aparello baseado no mesmo principio, a cantidade de xeo fundido durante a combustión é unha medida exacta da cantidade de calórico desprendido. Pódese consultar, a este respecto, a memoria que o Sr. Laplace e máis eu presentamos á Academia no ano 1780, páxina 355. Tendo sometido a esta proba a combustión do fósforo, comprobamos que unha libra de fósforo, ao queimarse, fundía aproximadamente 100 libras de xeo.

A combustión do fósforo ten lugar igualmente no aire atmosférico, aínda que con dúas diferenzas: 1^a) a combustión é moito máis lenta, xa que vén retardada pola grande proporción de gas azote que se atopa mesturado co gas osíxeno; 2^a) soamente se absorbe, como moito, unha quinta parte do aire porque, ao depender esta absorción soamente do gas osíxeno, a proporción do gas azote chega a ser tal ao final da operación, que a combustión non pode continuar.

Como dixemos anteriormente, o fósforo muda, por efecto da combustión, tanto no aire ordinario como no gas osíxeno, nunha materia branca moi lixeira, como folerpas, e adquire unhas propiedades totalmente novas. De insoluble que era na auga, non soamente se volve soluble, senón que atrae a humidade contida no aire cunha asombrosa rapidez, transformándose nun licor moito máis denso ca auga, e cun peso específico moito maior. No estado de fósforo antes da súa combustión, apenas tiña ningún sabor; despois de unirse ao osíxeno, adquire un gusto acedo e picante; finalmente, da clase dos combustibles

pasa á das substancias incombustibles e transfórmase no que se denomina un ácido.

Esta convertibilidade dunha substancia combustible nun ácido pola adición de osíxeno é, como veremos de seguido, unha propiedade común dun gran número de corpos. En boa lóxica, deberíamos designar cun nome único todas as operacións que provoquen resultados análogos, por ser este o único medio de simplificar o estudo das ciencias, xa que sería imposible reter todos os detalles se non se procurara clasificalos. Denominaremos, por tanto, *osixenación* á transformación do fósforo nun ácido e, en xeral, á combinación de calquera corpo combustible co osíxeno.

Adoptaremos igualmente a expresión *osixenar*, polo que, en consecuencia, diremos que *osixenando* o fósforo convertémolo nun ácido.

O xofre é igualmente un corpo combustible; é dicir, que ten a propiedade de descompoñer o aire e de subtraerlle o osíxeno ao calórico. Isto pode comprobarse facilmente por medio de experimentos semellantes aos que vimos de detallar para o fósforo; pero debo advertir que é imposible, se se traballa da mesma maneira co xofre, obtermos resultados tan exactos como os que se obteñen co fósforo debido a que o ácido que se forma na combustión do xofre é difícil de condensar; a que o xofre quémase con moita máis dificultade, e a que é susceptible de disolverse en distintos gases. Pero o que podo asegurar a partir dos meus experimentos é que o xofre, cando se queima, absorbe aire, que o ácido que se forma é moito máis pesado do que era o xofre, que o seu peso é igual á suma do peso do xofre e do osíxeno absorbido e que, en fin, este ácido é pesado, incombustible, susceptible de combinarse coa auga en todas as proporcións, quedando como única incerteza a cantidade de xofre e de osíxeno que entran na súa constitución.

O carbón, considerado ata o presente unha substancia combustible simple, ten igualmente a propiedade de descompoñer

o gas osíxeno e de quitarlle a súa base ao calórico; pero o ácido que resulta desta combustión non se condensa ao grao de presión e de temperatura á que vivimos, senón que permanece en estado gas e fai falta unha gran cantidade de auga para o absorber. Polo demais, ten todas as propiedades comúns dos ácidos, aínda que nun grao máis feble, uníndose coma eles a todas as bases susceptibles de formar sales neutros.

A combustión do carbón pode facerse, como a do fósforo, baixo unha campá de vidro *A* (lám. IV, fig. 3), chea de gas osíxeno e invertida sobre mercurio; pero, como a calor dun ferro quente, incluso candente, non chegaría para acendelo, hai que poñer enriba do carbón un anaquiño de isca e unha migalla de fósforo que se acende cun ferro candente. Deste xeito, a inflamación comunicase de seguido á isca e logo ao carbón.

Pódense atopar os detalles deste experimento nas *Mémoires de l'Académie* do ano 1781, na páxina 448, onde se verá que fan falta 72 partes en peso de osíxeno para saturar 28 de carbón e que o ácido aeriforme que se orixina ten un peso xustamente igual á suma dos pesos do carbón e do osíxeno que se empregaron para formalo. Este ácido aeriforme foi nomeado polos primeiros químicos que o descubriron como aire fixo ou aire fixado, ignorando naquel momento se era un aire semellante ao atmosférico ou a outro fluído elástico viciado e estragado pola combustión; pero, como hoxe en día hai constancia de que esta substancia aeriforme é un ácido que se forma, como todos os outros ácidos, por osixenación dunha base, é fácil ver que o nome de aire fixo non lle cadra en absoluto.

O Sr. Laplace a máis eu fixemos o experimento de queimar carbón nun aparello axeitado para determinar a cantidade de calórico desprendido, atopando que unha libra de carbón, ao queimarse, fundía 96 libras e 6 onzas de xeo; e nesta operación combinábanse co carbón 2 libras, 9 onzas, 1 dracma e 10 grans de osíxeno formándose 3 libras, 9 onzas, 1 dracma e 10 grans de ácido; este gas pesa 0,695 grans por polgada cúbica, o que fai

que o volume total de ácido que se forma por combustión dunha libra de carbón sexa 34.242 polgadas cúbicas.

Podería multiplicar moito máis os exemplos deste tipo e evidenciar, cunha chea de datos, que a formación dos ácidos ocorre pola osixenación dunha substancia calquera. Pero como me propuxen seguir un camiño que consiste en non pasar máis que do coñecido ao descoñecido, e en presentar ao lector soamente exemplos tomados das cousas xa explicadas anteriormente, non podo anticiparme aos feitos. Ademais, os tres exemplos que veño de citar son suficientes para dar unha idea clara e precisa da maneira na que se forman os ácidos. Pódese ver que o osíxeno é un principio común a todos e o que lles da a súa acidez, sendo a natureza da substancia acidificada a que os diferencia uns dos outros. Por tanto, hai que distinguir en todo ácido, a base acidificable á que o Sr. Morveau chamou radical, e o principio acidificante, é dicir o osíxeno.

CAPÍTULO VI
NOMENCLATURA DOS ÁCIDOS EN XERAL E
ESPECIALMENTE DOS QUE SE EXTRAEN DO SALITRE
E DO SAL MARIÑO

Nada máis fácil, despois dos principios establecidos no capítulo anterior, que establecer unha nomenclatura metódica para os ácidos: a palabra ácido será o nome xenérico e cada ácido será diferenciado na linguaxe como o está na natureza, polo nome da súa base ou do seu radical. En xeral, denominaremos ácidos ao resultado da combustión ou da osixenación do fósforo, do xofre e do carbón. Chamaremos ao primeiro dos ácidos resultantes, ácido fosfórico; ao segundo, ácido sulfúrico e ao terceiro ácido carbónico. Do mesmo xeito, en todas as ocasións que se poidan presentar, tomaremos emprestado do nome da base a designación específica de cada ácido.

Un feito destacable da osixenación dos corpos combustibles e, en xeral, dunha parte dos corpos que se transforman en ácidos, é seren susceptibles de diferentes graos de saturación, e os ácidos que resultan, malia formados pola combinación das mesmas dúas substancias, teñen propiedades moi diferentes que dependen das proporcións combinadas. O ácido fosfórico e, sobre todo, o sulfúrico, poden servir de exemplos. Se o xofre se combina con pouco osíxeno, forma, neste primeiro estado de osixenación, un ácido volátil cun cheiro penetrante e cunhas propiedades moi particulares. Unha maior proporción de osíxeno transfórmao nun ácido fixo, pesado, sen cheiro, e que forma ao combinarse produtos moi diferentes aos do primeiro. Neste caso, o principio do noso método de nomenclatura podería parecer inadecuado, xa que parecería difícil tirar do nome da base acidificable dúas denominacións que expresaran, sen circunloquios nin perífrases, os dous graos de saturación. Pero a reflexión e, máis aínda, a necesidade, facilitáronnos novos

recursos que nos permitiron expresar estas variacións dos ácidos con cambios simples nas terminacións dos nomes. O ácido volátil do xofre tiña sido designado por Stahl ácido sulfuroso; nós conservamos este nome e lle demos o de *sulfúrico* ao ácido de xofre completamente saturado de osíxeno. Podemos dicir, en consecuencia, empregando esta nova linguaxe, que o xofre, cando se combina co osíxeno, pode acadar dous graos de saturación: o primeiro constitúe o ácido sulfuroso que é penetrante e volátil; o segundo, o ácido sulfúrico, que é inodoro e fixo. Adoptaremos estes cambios de terminación para distinguir os ácidos que representan varios graos de saturación e, deste xeito, teremos tamén un ácido fosforoso e un ácido fosfórico, un ácido acetoso e un ácido acético¹⁷, e así todos os demais.

Toda esta parte da química tería sido extremadamente simple, e a nomenclatura dos ácidos non presentaría dificultade algunha, se no momento no que se descubriu cada un deles se coñecera o seu radical ou base acidificable. Así, por exemplo, o ácido fosfórico foi descuberto posteriormente ao descubrimento do fósforo e, en consecuencia, o nome que se lle deu deriva da base acidificable da que procede. Pero cando, pola contra, o ácido descubriuse antes ca base ou, mellor dito, cando no momento no que se descubriu o ácido ignorábase cal era a base acidificable á que pertencía, o ácido e a base recibiron nomes sen conexión algunha entre si, o que non soamente recargou a memoria con denominacións inútiles, senón que tamén encheu o espírito dos principiantes, e mesmo dos químicos experimentados, de ideas falsas que soamente o tempo e a reflexión poden borrar.

Poñeremos como exemplo o ácido do xofre. Na primeira etapa da química, este ácido obtívose do vitriolo de ferro polo que foi denominado ácido vitriólico tomando o seu nome da

¹⁷ Posiblemente o autor refírese, neste caso, a dúas concentracións do mesmo ácido, que eran consideradas, naquel momento, dous ácidos diferentes [N. dos TT.].

substancia da que se obtivo. Ignorábase nese momento que este ácido era o mesmo que se obtiña por combustión do xofre.

O mesmo ocorre co ácido aeriforme que se denominou orixinalmente co nome de aire fixo, por ignorarse entón que este ácido é o resultado da combinación do carbono co osíxeno. De aquí veñen unha infinidade de nomes que se lle deron, sen que ningún deles transmita ideas xustas. Nada máis fácil que corrixir e modificar a antiga linguaxe no que atinxe a estes ácidos, convertendo o nome de ácido vitriólico en ácido sulfúrico, e o de aire fixo en ácido carbónico; pero non puidemos seguir o mesmo plan cos ácidos de bases descoñecidas. Vímonos obrigados nestes casos a percorrer un camiño inverso e, en lugar de tirar o nome do ácido do da base, nomeamos, pola contra, a base a partir da denominación do ácido. Isto é o que ocorreu co ácido que se obtén do sal mariño ou sal de cociña. Para liberar este ácido, abonda con verter ácido sulfúrico sobre o sal mariño: de contado prodúcese unha viva efervescencia, libéranse vapores brancos de cheiro moi penetrante e, quentando debilmente, céibase todo o ácido. Como este se atopa, de seu, en estado gas á temperatura e presión na que vivimos, é necesario tomar precaucións específicas para poder retelo. O aparello máis cómodo e máis simple para traballar a escala reducida, consiste nunha pequena retorta *G* (lám. V, fig. 5), na que se mete o sal mariño ben seco; engádeselle por enriba o ácido sulfúrico concentrado e, axiña, colócase o pico da retorta debaixo de uns pequenos vasos ou campás (ver a citada figura) previamente recheos de mercurio. Conforme o ácido gas se vai desprendendo, entra no vaso e gaña altura, desprazando o mercurio. Cando o desprendemento se fai máis lento, quéntase lixeiramente e aumentase o lume ata non se desprender máis gas. Este ácido ten unha gran afinidade pola auga, que o absorbe en grandes cantidades, o que se pode comprobar introducindo unha pequena cantidade de auga na campá de cristal que contén o ácido; nun instante combínase con ela e desaparece completamente. Esta circuns-

tancia aproveitase nos laboratorios e nas artes¹⁸, para obter o ácido do sal mariño en estado líquido. Con este fin, emprégase o aparello representado na lámina IV, figura 1, que consiste en: 1º) unha retorta A, onde se introduce o sal mariño, e na que se verte o ácido sulfúrico a través do tubo H; 2º) un balón CB destinado a recibir a pequena cantidade de licor que se desprende; 3º) unha serie de botellas con dous colos L'L'L' que se enchen de auga ata a metade. A auga está destinada a absorber o gas ácido que se desprende durante a destilación. Este aparello será descrito máis amplamente na derradeira parte desta obra.

Malia non terse de momento conseguido compoñer nin descompoñer o ácido que se obtén do sal mariño, non se pode dubidar que está formado, como os demais ácidos, pola reunión dunha base acidificable co osíxeno. Chamamos a esa base descoñecida, *base muriática* ou *radical muriático*, tomando este nome, seguindo o exemplo do Sr. Bergman e o Sr. Morveau, da palabra latina *muria*, aplicada antigamente ao sal mariño. Deste xeito, sen podermos determinar exactamente cal é a composición do ácido muriático, designaremos con este termo un ácido volátil, gasoso de seu baixo o grao de calor e presión no que nos atopamos, que se combina coa auga en gran cantidade e con unha gran facilidade e que, en fin, ten un radical acidificable que retén tan fortemente o osíxeno que non se coñece, ata o presente, ningún medio que permita separalos.

Se algún día chega a identificarse o radical muriático con algunha substancia coñecida, haberá que cambiar a súa denominación dándolle un nome análogo ao da base descuberta.

O ácido muriático presenta, ademais, unha circunstancia moi notable: como o ácido do xofre e como moitos outros, é susceptible de acadar diferentes graos de osixenación; sen embargo, o exceso de osíxeno produce nel o efecto contrario ao que orixina

¹⁸ Lavoisier usa aquí e ao longo da obra *art* co valor de 'técnica' ou 'industria' [N. dos TT.].

no ácido do xofre. Un primeiro grao de osixenación transforma o xofre nun ácido gasoso volátil, que se mestura soamente en pequenas cantidades coa auga, e que denominamos, como Stahl, ácido sulfuroso. Unha dose máis forte de osixenación convérteo en ácido sulfúrico; é dicir, nun ácido que presenta unhas calidades ácidas máis marcadas, que é moito máis fixo, que non pode existir en estado gas máis ca a temperaturas altas, que non ule, e que se xunta ca auga en grandes cantidades. No ácido muriático ocorre o contrario. A adición de osíxeno tórnao máis volátil, cun cheiro máis penetrante, faino menos miscible coa auga e diminúe as súas calidades ácidas. Nun primeiro momento, estivemos tentados de expresar eses dous graos de saturación facendo variar as terminacións como fixeramos co ácido do xofre. E así pensamos en denominar ao ácido menos saturado de osíxeno, ácido *muriatoso*, e ao máis saturado, ácido *muriático*; non obstante, como este ácido presenta unhas propiedades moi particulares das que non se coñecen outros exemplos na química, estimamos finalmente que merecía ser unha excepción e decidimos chamarlle ácido muriático osixenado¹⁹.

Hai outro ácido que nos conformaremos con definir de maneira semellante a como fixemos co ácido muriático, aínda que a súa base se coñeza mellor: trátase do que os químicos chamaron ata o de agora ácido nitroso. Este ácido obtense do nitro ou salitre por procedementos semellantes aos que se empregan para obter o ácido muriático. Sepárase igualmente da base á que está unido por medio do ácido sulfúrico, empregando tamén con este fin o aparello representado na lámina IV, figura 1. A medida que o ácido se desprende, unha parte condensa no balón, outra é absorbida pola auga das botellas *LLL”L”*, que se volve primeiro verde, despois azul e, finalmente, amarela segundo o grao de concentración do ácido. Durante esta operación, des-

¹⁹ Contra o que Lavoisier pensaba nese momento, non se trataba dun ácido senón que este gas era dicloro (Cl₂) [N. dos TT.].

préndese unha gran cantidade de osíxeno gas mesturado con algo de gas azote.

O ácido preparado deste xeito a partir do salitre está composto, como todos os demais, de osíxeno unido a unha base acidificable, sendo o primeiro caso onde se ten demostrado cumpridamente a presenza de osíxeno. Os dous principios que o constitúen teñen pouca adherencia mutua, polo que se separan facilmente cando ao osíxeno se lle ofrece unha substancia pola que teña máis afinidade da que ten pola base acidificable que constitúe o ácido do nitro. Precisamente por medio de experimentos deste tipo, tense chegado a coñecer que a mofeta forma parte da súa composición e é a súa base acidificable. Polo tanto, o azote ven ser, realmente o radical nítrico ou, o que é o mesmo, o ácido do nitro é un verdadeiro ácido azótico. Resulta, entón, evidente que para ser consecuentes con nós mesmos e cos nosos principios, deberíamos ter adoptado unha destas dúas formas de expresión. Pero non nos sentimos inclinados a facelo por diferentes motivos. En primeiro lugar, pareceunos difícil cambiar o nome de nitro ou salitre xeralmente adoptado nas artes, na sociedade e na química. Por outra banda, pensamos que non debíamos chamarlle ao azote radical nítrico, porque esta substancia é tamén a base do álcali volátil ou amoníaco, tal como descubriu o Sr. Berthollet. Seguiremos, pois, denominando azote á base non respirable do aire atmosférico, que vén sendo, ao mesmo tempo, o radical nítrico e o radical amoniacal. Conservaremos igualmente os nomes de nitroso e de nítrico para os ácidos que se obteñen do nitro ou salitre. Moitos químicos relevantes desaprobaron a nosa permisividade coas antigas denominacións xa que terían preferido que soamente dirixíramos os nosos esforzos a perfeccionar a nomenclatura, que reconstruíramos o edificio da linguaxe química de abaixo arriba, sen coidarnos de conectala cos usos antigos que o tempo fará esvaer de vagar; deste xeito, témonos visto atrapados polas críticas e as queixas de dous partidos opostos.

O ácido do nitro pódese presentar nun gran número de estados que dependen do grao de osixenación que teña experimentado; é dicir, a proporción de azote e osíxeno que entra na súa composición. O primeiro grao de osixenación do azote constitúe un gas particular que seguiremos denominando gas nitroso, e que está composto de aproximadamente dúas partes en peso de osíxeno e unha de azote, sendo, nese estado, inmisible coa auga. Neste gas, falta moito para que o azote estea saturado de osíxeno; quédalle, polo contrario, aínda unha grande afinidade por este principio, ao que atrae con tal forza, que é quen de collelo do aire atmosférico tan pronto como entra en contacto con el. A combinación do gas nitroso co aire atmosférico tense convertido nun dos medios que se emprega para determinar a cantidade de osíxeno neste último, e para estimar o seu grado de salubridade. Esta adición de osíxeno converte o gas nitroso nun ácido forte, que ten unha grande afinidade pola auga, e que resulta susceptible de diferentes graos de osixenación. Se a proporción de osíxeno e azote está por baixo de tres partes a unha, o ácido e vermello e fumante. Nese estado, chamarémoslle ácido nitroso e, quentándoo lixeiramente, pódese desprender o gas nitroso. Catro partes de osíxeno contra unha de azote orixinan un ácido incoloro, máis estable fronte ao lume ca o anterior, que ule menos, e no que os dous principios constituíntes están máis firmemente combinados; a este ácido témoslle dado, consonte cos principios antes indicados, o nome de ácido nítrico.

Deste xeito, o ácido nítrico é o ácido do nitro cun exceso de osíxeno; o ácido nitroso é o ácido do nitro cun exceso de azote ou, o que é o mesmo, de gas nitroso; finalmente, o gas nitroso é o azote cando non está o suficientemente saturado de osíxeno como para ter as propiedades dos ácidos. É o que denominaremos máis adiante, un óxido.

CAPÍTULO VII

DA DESCOMPOSICIÓN DO GAS OSÍXENO POLOS METAIS, E DA FORMACIÓN DOS ÓXIDOS METÁLICOS

Cando as substancias metálicas se queentan ata un certo grao de temperatura, o osíxeno ten máis afinidade con elas que co calórico e, en consecuencia, todas as substancias metálicas, se exceptuamos o ouro, a prata e o platino, teñen a propiedade de descompoñer o gas osíxeno, apropiándose da súa base e desprendendo o calórico. Xa vimos con anterioridade como se producía esta descomposición do aire por parte do mercurio e o ferro, sinalando que a primeira podía considerarse unha combustión lenta, mentres que a última era, pola contra, moi rápida e viña acompañada por unha chama brillante. Nestas operacións é necesario empregar un certo grao de calor porque hai que separar, unhas das outras, as moléculas do metal e diminuír a súa afinidade de agregación ou, o que vén ser o mesmo, a atracción que exercen entre si.

Durante a súa calcinación, as substancias metálicas aumentan de peso en proporción ao osíxeno que absorben e, ao mesmo tempo, perden o brillo metálico transformándose nun po terroso. Os metais nese estado non deben considerarse completamente saturados de osíxeno, porque a súa acción sobre este principio está compensada pola forza de atracción que exerce sobre el o calórico. Así pois, o osíxeno na calcinación dos metais obedece realmente a dúas forzas, a do calórico e a do metal, e tende a unirse a este último en función da diferenza entre esas forzas, do exceso dunha sobre a outra, sendo este exceso, en xeral, non moi grande. As substancias metálicas cando se osixenan no aire e no gas osíxeno, non se convierten en ácidos como ocorre co xofre, o fósforo e o carbón, senón que forman substancias intermedias, que comezan a aproximarse ao estado salino, pero que non teñen aínda todas as súas propiedades. Os antigos déronlle

o nome de cal, non soamente aos metais neste estado, senón tamén a todas as substancias expostas moito tempo á acción do lume sen se fundiren. En consecuencia, fixeron da palabra *cal* un nome xenérico, que abrangue tanto á pedra calcaria que, de ser un sal neutro, transfórmase no lume nun álcali terroso tras perder a metade do seu peso, como aos metais que se asocian pola mesma operación cunha nova substancia que excede algunhas veces á metade do seu peso e que os aproxima ao estado ácido. Sería contrario aos nosos principios clasificarmos baixo o mesmo nome substancias tan diferentes e, sobre todo, conservarmos para os metais unha denominación capaz de inducir ideas falsas. En consecuencia, desbotamos a expresión de cales metálicas e substituímos pola de *óxidos*, do grego ὀξύς.

Tras todo isto, pódese apreciar qué fecunda e expresiva é a linguaxe que temos adoptado: un primeiro grao de osixenación constitúe os óxidos; un segundo grao, os ácidos terminados en *-oso*, como o ácido nitroso ou ácido sulfuroso; un terceiro grao, os ácidos terminados en *-ico*, como o ácido nítrico ou o ácido sulfúrico; e, en fin, aínda poderíamos expresar un cuarto grao de osixenación das substancias engadindo o epíteto *osixenado*, como fixemos co ácido muriático osixenado.

Non nos contentamos con designar co nome de *óxidos* soamente as combinacións dos metais co osíxeno, xa que non tivemos dificultade ningunha á hora de servirnos desa mesma denominación para expresar o primeiro grao de osixenación de todas as substancias, grao que, sen as transformar en ácidos, aproxímaas ao estado salino. Chamaremos, por tanto, *óxido de xofre*, ao xofre amolecido por un principio de combustión, e óxido de fósforo á substancia amarela que deixa o fósforo cando se queima.

Diremos igualmente que o gas nitroso, que representa o primeiro grao de osixenación do azote, é un óxido do azote. Finalmente, o reino vexetal e o reino animal terán os seus óxi-

dos, e veremos no que sigue como esta nova linguaxe botará luz sobre todas as operacións da arte e da natureza.

Como xa fixemos notar, case todos os óxidos metálicos teñen cores que lles son propias, e estas cores varían, non soamente cos metais, senón tamén segundo o grao de osixenación dun mesmo metal. Vímonos por iso na obriga de engadir a cada óxido dous epítetos, un para indicar o metal oxidado e outro para a cor; así diremos óxido negro de ferro, óxido vermello de ferro, óxido amarelo de ferro, e estas expresións corresponden co etíope marcial, o colcótar e a ferruxe ou ocre²⁰.

Diremos igualmente óxido gris de chumbo, óxido amarelo de chumbo, óxido vermello de chumbo, e estas expresións designarán as cinzas de chumbo, o massicot e o minio²¹.

Estas denominacións serán, algunhas veces, un pouco longas, sobre todo cando se queira expresar se o metal foi oxidado ao aire, por detonación co nitro ou por acción dos ácidos; pero serán, polo menos, sempre acaídas e darán unha idea precisa do obxecto co que se corresponden.

As táboas adxuntas a esta obra axudarán a facer todo isto máis comprensible.

²⁰ Fe_3O_4 , Fe_2O_3 e $\text{FeO}(\text{OH})$, respectivamente [N. dos TT.].

²¹ PbO , Pb_2O_3 e Pb_3O_4 , respectivamente [N. dos TT.].

CAPÍTULO VIII

DO PRINCIPIO RADICAL DA AUGA, E DA SÚA DESCOMPOSICIÓN POLO CARBÓN E O FERRO

Ata hai pouco tempo a auga era considerada como unha substancia simple, e os antigos non tiveron reparo en cualificala co nome de elemento. Sen dúbida era para eles unha substancia elemental porque non chegaron a descompoñela ou, cando menos, porque a descomposición da auga que ocorría de cotío diante dos seus ollos escapaba ás súas observacións. Imos ver, non obstante, que para nós a auga non é un elemento. Non vou expoñer aquí polo miúdo a historia deste descubrimento, que é moi moderno e que mesmo aínda está sendo discutido. A este respecto, pódense consultar as *Mémoires de l'Académie des Sciences* do ano 1781.

Voume contentar con ofrecer as principais probas de descomposición e recomposición da auga, e atreveríame a dicir que, de seren consideradas sen parcialidade, van resultar convincentes.

PRIMEIRO EXPERIMENTO

PREPARACIÓN

Cóllese un tubo de vidro EF (lám. VII, fig. 11), de 8 a 12 liñas de diámetro, que se fai pasar a través dun forno, dándolle unha lixeira inclinación de E a F . Axústase na extremidade superior E dese tubo unha retorta de vidro A , que contén unha cantidade ben coñecida de auga destilada, e no seu extremo F , un serpentín SS' que se adapta por medio de S' ao colo dun frasco H provisto de dúas bocas. Finalmente, nunha das dúas bocas do frasco, adáptase un tubo de vidro dobrado KK , destinado a

conducir os fluídos aeriformes ou gases ata un aparello axeitado para determinar a súa calidade e cantidade.

Para asegurar o éxito deste experimento, é necesario que o tubo *EF* sexa de vidro verde ben temperado e difícil de fundir. Úntase, ademais, cunha pasta de arxila mesturada co cemento feito con anacos de olas de gres reducidos a po, e para evitar que se dobre por efecto do abrandamento, suxéitase cunha barra de ferro que atravesa o forno. Os tubos de porcelana serían preferibles a estes de vidro, pero os non porosos son difíciles de atopar, e case sempre se descubren neles algúns buratos que deixan pasar o aire ou os vapores.

Cando todo estea disposto desta maneira, préndese o lume do forno *EFCD* e mantense aceso de maneira que o tubo de vidro *EF* se poña vermello sen chegar a fundirse. Ao mesmo tempo, ponse no forno *VVXX* suficiente lume como para que a auga na retorta *A* se manteña sempre en ebulición.

EFECTO

A medida que a auga da retorta *A* se evapora por ebulición, enche o interior do tubo *EF*, desprazando o aire común que sae polo tubo *KK*; o gas acuoso é condensado inmediatamente polo arrefriado no serpentín *SS'* e cae gota a gota no frasco tubulado *H*.

Continuando esta operación ata toda a auga da retorta *A* terse evaporado e deixando escorrer ben os recipientes, atópase no frasco *H* unha cantidade de auga rigorosamente igual á que había na retorta *A*, sen se ter producido desprendemento ningún de gas, de xeito tal que esta operación fica reducida a unha simple destilación ordinaria, cun resultado idéntico ao producido se a auga non tivese sido levada ao estado incandescente atravesando o tubo intermedio *EF*.

SEGUNDO EXPERIMENTO

PREPARACIÓN

Dispense todo como no experimento precedente, coa única diferenza de que se introducen no tubo *EF* 28 grams de carbón esnaquizados en cachos de tamaño mediano, e que previamente teñen sido sometidos, durante moito tempo, a unha calor incandescente en recipiente pechado. Como no experimento precedente, faise ferver a auga na retorta *A* ata a evaporación total.

EFECTO

A auga da retorta *A* destila neste experimento coma fixo no precedente; condensa no serpentín e cae gota a gota no frasco *H*; pero, ao mesmo tempo, despréndese unha cantidade considerable de gas que escapa polo tubo *KK* e que se recolle nun aparello axeitado.

Cando remata a operación, no tubo *EF* atópase soamente unha pequena cantidade de cinza e os 28 grams de carbón desaparecen completamente.

Os gases desprendidos, examinados coidadosamente, pesan en conxunto²² 113 grams con 7/10. Son gases de dous tipos: 144 polgadas cúbicas de gas carbónico que pesan 100 grams, e 380 polgadas cúbicas dun gas extremadamente lixeiro que pesan 13 grams con 7/10 e que, cando está en contacto co aire, prende lume cando se lle acerca un corpo ardendo. Finalmente, ao pesar a auga recollida no frasco, atópase que ten diminuído en 85 grams con 7/10.

Deste xeito, no presente experimento, 85 grams con 7/10 de auga, máis 28 grams de carbón, formaron 100 grams de ácido

²² Na última parte desta obra, atoparanse os detalles dos procedementos que se empregan para separar as diferentes especies de gas e para pesalas.

carbónico e 13 grans con 7/10 dun gas particular susceptible de se inflamar.

Pero, como fixen notar con anterioridade, para formar 100 grans do gas ácido carbónico hai que unir 72 grans de osíxeno a 28 grans de carbón; por tanto, os 28 grans de carbón introducidos no tubo de vidro lle quitaron 72 grans de osíxeno á auga; logo os 85 grans con 7/10 de auga descompuxéronse en 72 grans de osíxeno e en 13 grans con 7/10 dun gas inflamable. Veremos axiña que non pode supoñerse que este gas proceda do carbón polo que, en consecuencia, é un produto que vén da auga.

Na exposición deste experimento teño omitido algúns detalles que terían contribuído nada máis que a complicalo e a confundir as ideas dos lectores; o gas inflamable, por exemplo, dissolve un pouco de carbón co que aumenta de peso e, polo contrario, diminúe o do ácido carbónico; a alteración que isto produce nas cantidades non é moi importante, pero crin necesario compensala por cálculo e presentar o experimento en toda a súa simplicidade, como se esa circunstancia non tivera lugar. Ademais, de persistiren dúbidas sobre a veracidade das conclusións tiradas deste experimento, axiña van ser disipadas polos outros experimentos que engadirei como apoio.

TERCEIRO EXPERIMENTO

PREPARACIÓN

Arránxase todo como no experimento precedente, cunha única diferenza: no canto dos 28 grans de carbón, no tubo *EF* (lám. VII, fig. 11) introdúcense 274 grans de pequenas láminas de ferro moi doce, enroladas en espiral. Ponse o tubo candente como nos experimentos precedentes; préndese o lume baixo a retorta *A* e mantense a auga que contén continuamente en ebulición ata que se evapore completamente, pase na súa totalidade a través do tubo *EF*, e condense no frasco *H*.

EFECTO

Neste experimento non se desprende gas ácido carbónico, senón soamente un gas inflamable trece veces máis lixeiro ca o aire da atmosfera: o peso total que se obtén é de 15 grans, e o seu volume é de 416 polgadas cúbicas. De compararse a cantidade de auga inicial coa que se recolle no frasco *H*, atoparíase un déficit de 100 grans. Por outra parte, os 274 grans de ferro introducidos no tubo *EF* pesan 85 grans máis ca antes, e o seu volume ten aumentado considerablemente. Este ferro apenas resulta atraído por un imán, e disólvese sen efervescencia nos ácidos; nunha palabra, atópase no estado de óxido negro igual ca o queimado en atmosfera de osíxeno.

REFLEXIÓNS

O resultado deste experimento representa unha verdadeira oxidación do ferro pola auga, oxidación en todo semellante á que ten lugar no aire coa axuda da calor. Téñense descomposto 100 grans de auga: 85 grans de osíxeno uníronse ao ferro para formar o óxido negro, e desprendéronse 16 grans dun gas inflamable particular; xa que logo, a auga está formada por osíxeno e a base dun gas inflamable, nunha proporción de 85 partes fronte a 15.

Polo tanto, a auga, ademais do osíxeno que é un dos seus principios, principio que ten en común con outras moitas substancias, contén outro que lle é propio: o seu radical constitutivo para o que debemos atopar un nome. Ningún nos pareceu máis axeitado ca o de hidróxeno; é dicir, “principio xerador da auga”, de ὕδωρ, auga, e γείνομαι, eu *orixino*. Así, denominaremos *gas hidróxeno* a combinación deste principio co calórico, reservando a palabra *hidróxeno* para expresar a base deste mesmo gas, o radical da auga²³.

²³ Esta expresión *hidróxeno* ten sido criticada, incluso con bastante acritude, pretendendo que significa *fillo da auga* e non *xerador de auga*. Pero iso carece de importancia xa

Velaí, pois, un novo corpo combustible, é dicir, un corpo que ten a suficiente afinidade polo osíxeno como para quitarllo ao calórico, e para descompoñer o aire ou o gas osíxeno. Este corpo combustible ten, de seu, tal afinidade polo calórico que a menos que estea implicado nunha combinación, atopámolo sempre en estado aeriforme ou de gas á presión e temperatura á que vivimos. Neste estado, é aproximadamente trece veces máis lixeiro ca o aire atmosférico; non é absorbido pola auga, aínda que pode disolver unha pequena cantidade da mesma; non serve, en fin, para a respiración dos animais.

Non sendo a propiedade de arder e de se inflamar que ten este gas, así como os demais combustibles, outra cousa que a propiedade de descompoñer o aire e quitarlle o osíxeno ao calórico, enténdese que soamente poida arder en contacto co aire ou co gas osíxeno. Así, cando se enche unha botella deste gas e se lle pon lume, arde paseniño no colo da botella e logo no interior da mesma conforme o aire exterior vai penetrando; pero a combustión é progresiva e lenta, e ocorre soamente na superficie onde se produce o contacto entre os dous aires ou gases. Non ocorre o mesmo cando se mesturan os dous aires antes de lles prender lume. Se, por exemplo, despois de ter introducido nunha botella de colo estreito unha parte de osíxeno gas, e a continuación dúas de gas hidróxeno, aproximamos á boca da botella un corpo inflamado tal como unha vela ou un papel aceso, a combustión dos dous gases ocorre de maneira instantánea e cunha forte explosión. Este experimento debe facerse soamente nunha botella de vidro verde moi forte, que non exceda a capacidade dunha pinta e que se atope enrolada nun pano; doutro xeito, estaríamos expostos a funestos accidentes

que a expresión é igualmente xusta en ambos os dous sentidos. Os experimentos descritos neste capítulo demostran que a auga, ao se descompoñer, orixina hidróxeno e que, sobre todo, o hidróxeno orixina auga cando se combina co osíxeno. Pódese dicir, por tanto, igualmente, que a auga xera hidróxeno e que o hidróxeno xera auga.

pola rotura da botella, podendo os anacos da mesma ser lanzados ata grandes distancias.

Se todo o que veño de expoñer sobre a descomposición da auga é exacto e verdadeiro, e se, como tentei establecer, realmente esta substancia está composta dun principio propio, o hidróxeno, combinado co osíxeno, resulta evidente que xuntando estes dous principios deberíamos obter auga de novo, e iso é o que ocorre, en efecto, como se poderá comprobar no seguinte experimento.

CUARTO EXPERIMENTO

RECOMPOSICIÓN DA AUGA PREPARACIÓN

Cóllese un balón *A* de cristal (lám. IV, fig. 5), de boca ancha, e cunha capacidade dunhas 30 pintas; pégaselle con masilla unha placa de cobre *BC* perforada por catro buratos polos que se introducen catro tubos. O primeiro adáptase polo seu extremo *h*, a unha bomba pneumática que permite facer baleiro no balón. Un segundo tubo *gg* comunica, polo seu extremo *MM*, cun depósito de gas osíxeno e está destinado a transportalo ata o balón. Un terceiro *dDd'* comunica polo seu extremo *dNN* cun depósito de gas hidróxeno; o extremo *d'* deste tubo remata cunha abertura moi pequena, pola que apenas cabe unha diminuta agulla. É a través desta pequena abertura por onde debe saír o gas hidróxeno contido no depósito e, para o facer cunha velocidade suficiente, debe atoparse a unha presión de 1 ou 2 polgadas de auga. Por último, a placa *BC* está furada por un cuarto burato, que leva un tubo de vidro enmasillado, a través do que pasa un fío de metal *GL*²⁴, que ten adaptada no extremo *L* unha pequena bola co fin de poder lanzar unha chispa eléctrica

²⁴ Debería dicir *FL* [N. dos TT].

de L ata d' para prender, como se verá axiña, o gas hidróxeno. O fío de metal GL pódese mover dentro do tubo de vidro co fin de poder arredar a bola L do extremo d' do tubo Dd' . Os tres tubos dDd' , gg e Hh están fornecidos dunha chave cada un.

Para o gas hidróxeno e máis o gas osíxeno chegaren ben secos a través dos tubos respectivos que os conducen ata o balón A , e para perderen a auga que puideran ter, fanse pasar a través dos tubos MM e NN , dunha polgada de diámetro, cheos dun sal moi delicuescente, é dicir, que absorbe a humidade do aire cunha grande avidez, tales como o acetito de potasa, o muriato ou nitrato de cal (véxase a composición destes sales na segunda parte desta obra). Estes sales deben atoparse en forma de po grosso para non se amazocaren e poder pasar o gas doadamente a través dos intersticios que quedan entre os anacos.

Debemos dotarnos por anticipado dunha provisión suficiente de osíxeno ben puro e, para nos asegurar de que non contén ácido carbónico, temos que deixalo moito tempo en contacto cunha disolución acuosa de potasa desprovista con cal do seu ácido carbónico. Daranse máis adiante algúns detalles sobre os procedementos para preparar este álcali.

Prepárase, con idéntico coidado, o dobre de gas hidróxeno. O procedemento máis seguro para o preparar exento de calquera mestura consiste en tiralo da descomposición da auga con ferro moi dúctil e puro.

Preparados os dous gases deste xeito, adáptase a bomba pneumática ao tubo Hh , e faise o baleiro no gran balón A . Introdúcese de seguido un dos dous gases, preferentemente o osíxeno, a través do tubo gg , e cun certo grao de presión obrígase ao hidróxeno a entrar no mesmo balón polo tubo dDd' coa extremidade d' rematada en punta. Finalmente, préndese o gas coa axuda dunha chispa eléctrica. Se fornecemos os gases deste xeito, pódese manter a combustión moito tempo. Noutro lugar dou a descrición dos aparellos que empreguei neste experimento e a explicación de como se poden medir

con rigorosa exactitude as cantidades de gas consumidas (ver a terceira parte desta obra).

EFECTO

A medida que se produce a combustión, a auga vaise depositando sobre as paredes interiores do balón ou matraz. A súa cantidade aumenta pouco e pouco e reúnese en pequenas gotas que caen para se xuntaren no fondo do matraz.

Pesando o matraz antes e despois da operación, é doado coñecer a cantidade de auga que, deste xeito, se ten reunido. Temos, pois, neste experimento unha dobre verificación: por unha parte, o peso dos gases empregados e, por outra, a auga que se forma; ambas as dúas cantidades deben ser iguais. Por medio dun experimento deste tipo, o Sr. Meusnier e máis eu chegamos á conclusión de que facían falta 85 partes en peso de osíxeno, e 15 partes igualmente en peso de hidróxeno, para formaren 100 partes de auga. Este experimento, que aínda non ten sido publicado, fixémoslo en presenza dunha numerosa comisión da Academia dun xeito tan escrupuloso, que creemos que se pode considerar exacto con dúas centésimas de erro como máximo.

Deste xeito, sexa operando pola vía da descomposición ou pola da recomposición, pódese considerar como un feito constante, e tan ben probado como é posible en química ou en física, que a auga non é unha substancia simple, que está composta por dous principios, o osíxeno e o hidróxeno, e que estes dous principios por separado, teñen tal afinidade polo calórico, que existen soamente en forma de gas á temperatura e presión á que vivimos.

Este fenómeno da descomposición e recomposición da auga ocorre continuamente diante dos nosos ollos, á temperatura da atmosfera, como resultado das afinidades compostas. A esta descomposición se deben, como veremos axiña, polo menos en

parte, os fenómenos da fermentación espirituosa, da putrefacción e mesmo da vexetación. Resulta extraordinario que teña escapado, ata o momento, á ollada atenta dos físicos e químicos, polo que hai que concluír que nas ciencias, como na moral, é difícil vencer os prexuízos dos que fomos imbuídos, e seguir outra senda diferente daquela pola que acostumamos camiñar.

Rematarei este capítulo cun experimento moito menos convincente ca os precedentes, pero que, sen embargo, penso que impresionará máis que ningún outro a un gran número de persoas. Se se queima unha libra ou 16 onzas de espírito do viño ou alcol nun aparello axeitado para recoller toda a auga que se desprende durante a combustión, obtéñense de 17 a 18 onzas²⁵. Xa que ningunha substancia pode subministrarse nun experimento máis ca a totalidade do seu peso, é necesario que outra substancia se teña engadido ao espírito do viño durante a súa combustión; como xa fixen ver con anterioridade, esa substancia é a base do aire, o osíxeno. O espírito do viño contén, pois, un dos principios da auga, o *hidróxeno*, sendo o aire atmosférico quen fornece o outro, o *osíxeno*: velaí unha nova proba de que a auga é unha substancia composta.

²⁵ Véx. a descrición deste aparello na terceira parte desta obra.

CAPÍTULO IX

DA CANTIDADE DE CALÓRICO QUE SE DESPRENDE DAS DIFERENTES CLASES DE COMBUSTIÓNS

Vimos con anterioridade que realizando unha combustión calquera no interior dunha esfera oca de xeo e subministrando aire a cero graos para mantela, a cantidade de xeo fundida no interior da esfera mide, senón de xeito absoluto polo menos de forma relativa, a cantidade de calórico desprendida. O Sr. Laplace e máis eu demos unha descrición do aparello que empregamos neste tipo de experimentos (ver *Mémoires de l'Académie des Sciences*, ano 1780, p. 355; ver tamén a terceira parte desta obra). Tratando de determinar as cantidades de xeo que se fundían pola combustión de tres das catro substancias combustibles simples, a saber, fósforo, carbono e hidróxeno, obtivemos os seguintes resultados:

Pola combustión dunha libra de fósforo, 100 libras de xeo.

Pola combustión dunha libra de carbón, 96 libras e 8 onzas.

Pola combustión dunha libra de gas hidróxeno, 295 libras con 9 onzas e 3 dracmas e $\frac{1}{2}$.

Sendo a substancia formada pola combustión do fósforo un ácido concreto, é probable que quede moi pouco calórico nel e que, en consecuencia, tal combustión proporcione un medio de coñecer, aproximadamente, a cantidade de calórico contida no gas osíxeno. Pero aínda que supoñamos que o ácido fosfórico retén unha cantidade considerable de calórico, como o fósforo tamén contiña unha porción antes da combustión, o erro sería, como máximo, a diferenza entre estas dúas cantidades e, en consecuencia, tería pouca importancia.

Xa fixen ver na p. 145 que unha libra de fósforo, cando se queima, absorbe 1 libra e 8 onzas de osíxeno; xa que ao mesmo tempo se funden 100 libras de xeo, a cantidade de calórico contida nunha libra de gas osíxeno é capaz de fundir 66 libras con 10 onzas, 5 dracmas e 24 grans de xeo.

Cando se queima unha libra de carbón, soamente se funden 96 libras e 8 onzas de xeo, pero absórbense, ao mesmo tempo,

2 libras, 9 onzas, 1 dracma e 10 grans de gas osíxeno. Xa que logo, partindo dos resultados obtidos na combustión do fósforo, 2 libras, 9 onzas, 1 dracma e 10 grans de gas osíxeno deberan liberar suficiente calórico como para teren fundido 171 libras, 6 onzas e 5 dracmas de xeo. Por tanto, neste experimento, desaparece unha cantidade de calórico que abondaría para fundir 74 libras, 14 onzas e 5 dracmas de xeo; pero como o ácido carbónico despois da combustión non está en estado concreto, como o fosfórico, senón en estado gasoso, foi necesaria unha determinada cantidade de calórico para o levar ata ese estado, e esa cantidade é a que se bota en falta na combustión anterior. Dividindo polo número de libras de ácido carbónico que se forman na combustión dunha libra de carbón, atópase que a cantidade de calórico necesaria para levar unha libra de ácido carbónico dende o estado concreto ata o gasoso fundiría 20 libras, 15 onzas e 5 dracmas de xeo.

Pódese facer un cálculo semellante sobre a combustión do hidróxeno e sobre a formación de auga. Unha libra deste fluído elástico absorbe, cando se queima, 5 libras, 10 onzas, 5 dracmas e 24 grans de osíxeno, e fai que se fundan 295 libras, 2 onzas e 3 dracmas e medio de xeo.

As 5 libras, 10 onzas, 5 dracmas e 24 grans de gas osíxeno, ao pasaren do estado aeriforme ao estado sólido, perderían, segundo os resultados obtidos na combustión do fósforo, o calórico suficiente para fundir unha cantidade de xeo igual a:

	libras	onzas	dracmas
	377	12	3
Pero na combustión do gas hidróxeno soamente se funden	295	2	3 ½
<hr/>			
Polo tanto, na auga que se forma, aínda que se leve ata os cero graos, fican,	82	9	7 ½

Agora ben, como na combustión dunha libra de gas hidróxeno se forman 6 libras, 10 onzas, 5 dracmas e 24 grans de

auga, resulta que en cada libra de auga, a cero graos do termómetro, queda unha cantidade de calórico igual á necesaria para fundir 12 libras, 5 onzas, 2 dracmas e 48 grans de xeo, sen contar o que está contido no gas hidróxeno, que non pode ser considerado neste experimento porque descoñecemos a súa cantidade. De aquí se conclúe que a auga, aínda en estado de xeo, contén moito calórico e que o osíxeno conserva unha cantidade moi considerable del cando pasa a formar parte desta combinación.

Os resultados destas diversas tentativas pódense resumir como segue:

COMBUSTIÓN DO FÓSFORO

	libras	onzas	dracmas	grans
Cantidade de fósforo queimado.....	1	—	—	—
Cantidade de gas osíxeno necesaria para a combustión....	1	8	—	—
Cantidade obtida de ácido fosfórico.....	2	8	—	—
Cantidade de calórico desprendida pola combustión dunha libra de fósforo, expresada pola cantidade de libras de xeo que pode fundir.....				100,00000
Cantidade de calórico desprendida por cada libra de gas osíxeno na combustión do fósforo.....				66,66667
Cantidade de calórico que se desprende na formación dunha libra de ácido fosfórico.....				40,00000
Cantidade de calórico que queda en cada libra de ácido fosfórico.....				0,00000

Estase a supoñer aquí que o ácido fosfórico non conserva ningunha cantidade de calórico, cousa que non é rigorosamente certa; non obstante, esa cantidade, como comentamos máis arriba, é probablemente moi pequena e supoñémola nula perante a imposibilidade de podérmola avaliar.

COMBUSTIÓN DO CARBÓN

	libras	onzas	dracmas	grans
Cantidade de carbón queimada.....	1	—	—	—
Cantidade de gas osíxeno absorbida durante a combustión.....	2	9	1	10
Cantidade de ácido carbónico formado.....	3	9	1	10
Cantidade de calórico desprendida pola combustión dunha libra de carbón, expresada pola cantidade de libras de xeo que pode fundir.....				96,50000
Cantidade de calórico desprendida por cada libra de gas osíxeno.....				37,52823
Cantidade de calórico que se desprende na formación dunha libra de gas ácido carbónico.....				27,02024
Cantidade de calórico que conserva unha libra de osíxeno nesta combustión.....				29,13844
Cantidade de calórico necesaria para levar unha libra de ácido carbónico ata o estado gasoso.....				20,97960

COMBUSTIÓN DO GAS HIDRÓXENO

	libras	onzas	dracmas	grans
Cantidade de gas hidróxeno queimada.....	1	—	—	—
Cantidade de gas osíxeno empregada na combustión.....	5	10	5	24
Cantidade de auga formada.....	6	10	5	24
Cantidade de calórico desprendida pola combustión dunha libra de gas hidróxeno.....				295,58950
Cantidade de calórico desprendida por cada libra de gas osíxeno.....				52,16280
Cantidade de calórico que se desprende durante a formación dunha libra de auga.....				44,33840
Cantidade de calórico que conserva unha libra de osíxeno na súa combustión co hidróxeno.....				14,50386
Cantidade de calórico que conserva unha libra de auga a cero graos.....				12,32823

DA FORMACIÓN DO ÁCIDO NÍTRICO

Cando se combina o gas nitroso co gas osíxeno para formaren ácido nítrico ou nitroso, despréndese unha pequena cantidade de calor, moito menor ca a que se produce noutras combinacións do osíxeno; do que se conclúe necesariamente que o gas osíxeno, ao se fixar no ácido nítrico, retén unha gran parte do calórico co que estaba combinado en estado gas. Non é impo-

sible, sen dúbida, determinar a cantidade de calórico que se desprende durante a unión dos dous gases, para deducir logo doadamente o que permanece retido na combinación. O primeiro deses datos podería obterse levando a cabo a combinación do gas nitroso e o gas osíxeno nun aparello rodeado de xeo; pero como se desprende pouco calórico nesta combinación, a determinación soamente tería éxito de traballarse a grande escala, con aparellos incómodos e complicados. Isto é o que, ata o momento, nos ten impedido ao Sr. Laplace e máis a min intentármolo. No entanto, os cálculos poden substituír ao experimento sen que nos afastemos moito da verdade.

O Sr. Laplace e máis eu fixemos detonar nun aparello con xeo unha proporción axeitada de salitre e carbón, e observamos que unha libra de salitre podía, detonada deste xeito, fundir 12 libras de xeo.

Pero, como se verá de seguido, unha libra de salitre contén:

	onzas	dracmas	grans	grans
Potasa	7	6	51,84	= 4515,84
Ácido seco	8	1	20,16	= 4700,16

E as 8 onzas, 1 dracma e 20,16 grans do ácido están compostas por:

	onzas	dracmas	grans	grans
Osíxeno.....	6	3	66,34	= 3738,34
Mofeta	1	5	25,82	= 961,82

Polo tanto, nesta operación queimáronse realmente 2 dracmas, 1 gran e 1/3 de carbón coa axuda de 3738,34 grans de osíxeno, ou 6 onzas, 3 dracmas e 66,34 grans de osíxeno; e xa que nesta combustión téñense fundido 12 libras de xeo, resulta que unha libra de gas osíxeno queimada do mesmo xeito fundiría..... 29,58320

Ao que habería que engadir a cantidade de calórico que conserva unha libra de osíxeno na súa combinación co carbón para formar o ácido carbónico en estado gas, que é, como vimos con anterioridade, de..... 29,13844

Obtense, pois, para a cantidade total de calórico que contén unha libra de osíxeno cando está combinada no ácido nítrico..... 58,72164

Vimos, polo resultado da combustión do fósforo, que o osíxeno en estado gas contiña, polo menos..... 66,66667

Polo tanto, cando se combina co azote para formar o ácido nítrico, soamente perde..... 7,94502

Experimentos posteriores dirán se este resultado, deducido por cálculo, está de acordo con operacións máis directas.

Esta enorme cantidade de calórico que o osíxeno leva asociado no ácido nítrico explica por que en todas as detonacións do nitro ou, mellor dito, en todas as ocasións nas que o ácido nítrico se descompón, hai un gran desprendemento de calórico.

COMBUSTIÓN DA CANDEA

Despois de ter examinado algúns casos de combustións simples, vou dar algúns exemplos de combustións máis complicadas. Comezarei pola cera.

Unha libra desta substancia, ao se queimar no aparato de xeo destinado a medir as cantidades de calórico, funde 133 libras, 2 onzas e 5 dracmas e $\frac{1}{2}$ de xeo.

Agora ben, de acordo cos experimentos que teño publicado nas *Mémoires de l'Académie* do ano 1784, p. 606, unha libra de candeia contén:

	onzas	dracmas	grans
Carbón.....	13	1	23
Hidróxeno.....	2	6	49
libras de xeo			
Consonte os experimentos comentados máis arriba, as 13 onzas, 1 dracma e 23 grans de carbón deben fundir.....			79,39390
As 2 onzas, 6 dracmas e 49 grans de hidróxeno deberan fundir.....			<u>52,37605</u>
Total.....			131,76995

Destes resultados dedúcese que a cantidade de calórico que se desprende da candeia cando arde, é case exactamente igual á que se obtería queimando por separado un peso de carbón e hidróxeno igual ao que entra na súa composición. Como estes

experimentos sobre a combustión da candea foron repetidos moitas veces, coído que son exactos.

COMBUSTIÓN DO ACEITE DE OLIVA

Puxemos no aparello habitual unha lámpada que contiña unha cantidade coñecida de aceite de oliva e, rematado o experimento, determinamos exactamente o peso do aceite que se tiña consumido e o do xeo que se fundira. O resultado foi que unha libra de aceite de oliva, ao queimarse, pode fundir 148 libras, 14 onzas e 1 dracma de xeo.

Agora ben, segundo os experimentos que teño publicado nas *Mémoires de l'Académie* do ano 1784, dos que se pode atopar un extracto no capítulo seguinte, unha libra de aceite de oliva contén:

	onzas	dracmas	grans
Carbón.....	12	5	5
Hidróxeno.....	3	2	67

	libras de xeo
A combustión de 12 onzas, 5 dracmas e 5 grans de carbón debe fundir.....	76,18723
E a de 3 onzas, 2 dracmas e 67 grans de hidrógeno.....	62,15053
Total.....	138,33776
Como se teñen fundido.....	148,88330
O desprendemento de calórico ten sido maior do esperado nunha cantidade equivalente a.....	10,54554

Esta diferenza, non moi importante, pode deberse, ou ben a erros inevitables en experimentos deste tipo, ou a que a composición do aceite non se coñece de xeito rigoroso. Así e todo, obsérvase cada vez máis coherencia e acordo no desenvolvemento dos experimentos relativos á combinación e o desprendemento do calórico.

O que resta por facer nestes momentos, e diso estamos ocupándonos, é determinar canto calórico conserva o osíxeno ao se combinar cos metais para os transformar en óxidos; canto calórico contén o hidróxeno nos diferentes estados nos que pode existir ou, en fin, cal é exactamente a cantidade de calórico que se desprende na formación da auga. Esta cantidade aínda leva asociada unha incerteza bastante grande que debemos superar con novos experimentos. Unha vez que todos estes aspectos sexan ben coñecidos, o que agardamos para pronto, verémonos probablemente obrigados a facer correccións, incluso considerables, na meirande parte dos resultados que veño de expoñer; pero considero que isto non é razón suficiente para adiar a súa exposición, xa que poden supoñer unha axuda para aqueles que proxectan traballar no mesmo eido. É difícil, cando se buscan os elementos dunha ciencia nova, non comezar con aproximacións, e é raro que resulte posible, de entrada, levala ao seu estado de perfección.

CAPÍTULO X

DA COMBINACIÓN DAS SUBSTANCIAS COMBUSTIBLES UNHAS COAS OUTRAS

Ao teren as substancias combustibles, en xeral, unha grande apetencia polo osíxeno, cabe esperar que tamén teñan afinidade entre si, que mostren tendencia a se combinaren unhas coas outras, *sunt eadem uni tertio sunt eadem inter se*²⁶; e iso é, en efecto, o que se observa. Así, por exemplo, case todos os metais pódense combinar uns cos outros, do que resulta un tipo de compostos coñecidos vulgarmente como *alíaxes*. Nada se opón a adoptarmos esa expresión, de xeito que diremos que a maior parte dos metais alíanse uns cos outros; que as alíaxes, como todas as combinacións, son susceptibles dun ou varios graos de saturación; que as substancias metálicas neste estado son, en xeral, máis crebadizas ca os metais puros, sobre todo cando os metais aliados difiren moito na súa fusibilidade; para rematar engadirei que a esta diferenza nos graos de fusibilidade dos metais débese unha parte dos fenómenos peculiares que presentan as alíaxes, tales como, por exemplo, a propiedade que teñen algunhas clases de ferro de facerse crebadizo coa calor. Estes ferros deben considerarse como alíaxes de ferro puro, metal case infusible, cunha pequena cantidade de calquera outro metal que se licúa baixo unha calor moito máis feble. Mentres as alíaxes deste tipo están frías, e os dous metais se atopan en estado sólido, poden ser maleables; pero ao quentármolas o suficiente como para fundir o metal máis fusible, as partes líquidas intercaladas coas sólidas deben romper a solución de continuidade, e o ferro tórnase crebadizo.

No que atinxe ás alíaxes do mercurio cos metais, acostúmase denominalas *amálgamas*, e non temos reparo algún en conservar esta denominación.

²⁶ Dúas cousas iguais a unha terceira son iguais entre si [N. dos TT.].

O xofre, o fósforo e o carbón son igualmente susceptibles de combinarse cos metais; as combinacións do xofre chámanse *piritas*; as demais aínda non teñen nome ou ben as súas denominacións son tan modernas que nada se opón a que sexan cambiadas.

Ao primeiro grupo desas combinacións démoslle o nome de *sulfuros*, ao segundo o de *fosfuros*, e ao terceiro o de *carburos*.

Deste xeito, o xofre, o fósforo e o carbón osixenados forman os óxidos ou os ácidos; pero de combinárense sen estaren previamente osixenados, forman sulfuros, fosfuros e carburos. Estenderemos estas denominacións mesmo ás combinacións alcalinas, de maneira que designaremos co nome de *sulfuro de potasa* á combinación do xofre coa potasa ou álcali fixo vexetal, e co nome de *sulfuro de amoníaco* á combinación do xofre co álcali volátil ou amoníaco.

O hidróxeno, substancia eminentemente combustíbel, pode tamén combinarse cun gran número de substancias combustíbeis. En estado gas, dissolve carbono, xofre, fósforo e moitos metais. Designaremos estas combinacións co nome de *gas hidróxeno carbonatado*, *gas hidróxeno sulfurado* e *gas hidróxeno fosforado*. O segundo destes gases, o gas hidróxeno sulfurado, é o que os alquimistas designaron co nome de *gas hepático*, e o que o Sr. Scheele nomeou *gas pestilente do xofre*; a el deben certas augas minerais as súas virtudes, e o seu desprendemento é responsable do infecto fedor que desprenden as dexecións animais. Polo que respecta ao gas hidróxeno fosforado, é salientable pola propiedade que ten de inflamarse espontaneamente cando entra en contacto co aire, ou mellor, co gas osíxeno, como descubriu o Sr. Gengembre. Este gas fede a peixe podre, sendo probable que, en efecto, a carne do peixe en putrefacción exhale verdadeiramente gas hidróxeno fosforado.

Cando o hidróxeno e o carbono se unen sen o hidróxeno ter sido levado polo calórico ata o estado gas, resulta unha combi-

nación particular coñecida como *aceite*, e este aceite é fixo ou volátil segundo as proporcións de hidróxeno e carbono.

Non será inútil observar aquí que unha das principais características que distingue aos aceites fixos que se obteñen espremendo os vexetais, dos aceites volátiles ou esenciais, é que os primeiros conteñen un exceso de carbono que se separa cando os quentamos por enriba do punto de ebulición da auga. Os aceites volátiles, pola contra, estando formados por unha proporción máis axustada de carbono e hidróxeno, non se descompoñen por unha temperatura superior á da auga fervendo; os dous principios que os forman permanecen unidos e combínanse co calórico para formar un gas, e nese estado destilan.

Demostrei que os aceites están así compostos de hidróxeno e de carbono nunha memoria sobre a combinación do espírito do viño e os aceites co osíxeno, publicada no *Recueil de l'Academie*, do ano 1784, p. 593. Pódese ver alí que os aceites, cando se queiman no gas osíxeno, convértense en auga e ácido carbónico e que, segundo os cálculos do experimento, están formados por 21 partes de hidróxeno e 79 partes de carbono. Puidera ser que as substancias oleosas sólidas, tales como a cera, contiveran ademais un pouco de osíxeno ao que deben o seu estado sólido. Xustamente nestes momentos estou a desenvolver experimentos que proporcionarán gran impulso a esta teoría.

Unha cuestión que cómpre examinar é se o hidróxeno se combina co xofre, co fósforo e incluso cos metais en estado concreto. Sen dúbida nada indica, *a priori*, que estas combinacións sexan imposibles pois, xa que os corpos combustibles se poden combinar entre si, non existe razón para o hidróxeno ser unha excepción. Pero, ao mesmo tempo, non hai nestes momentos ningún experimento directo que demostre a posibilidade nin a imposibilidade desta unión. O ferro e o zinc son, de todos os metais, os que parecen máis susceptibles de combinarse co hidróxeno; pero estes metais teñen tamén a propiedade de descompoñer a auga; e como nos experimentos químicos é di-

fácil desembarazarse dos últimos vestixios de humidade, non é doado saber se as pequenas porcións de gas hidróxeno que se obteñen en algúns experimentos con estes metais estaban combinadas con eles, ou se máis ben proveñen da descomposición dalgúns moléculas de auga. O que si é certo é que, canto máis coidado se pon en evitar a auga neste tipo de experimentos, máis diminúe a cantidade de hidróxeno, reducíndose, cando se toman grandes precaucións, a cantidades case imperceptibles.

Sexan ou non capaces os corpos combustibles, particularmente o xofre, o fósforo ou os metais, de absorberen hidróxeno, pódese asegurar que, de combinarse este con eles, o fai en cantidades moi pequenas, e que tal combinación, lonxe de ser esencial á súa constitución, debe ser considerada como unha adición estraña que altera a súa pureza. Corresponde a aqueles que cren nestes sistemas achegar probas da existencia deste hidróxeno por medio de experimentos concluíntes; ata o de agora, soamente teñen proporcionado conxecturas apoiadas en suposicións.

CAPÍTULO XI

CONSIDERACIÓN SOBRE OS ÓXIDOS E OS ÁCIDOS DE VARIAS BASES E SOBRE A COMPOSICIÓN DAS MATERIAS VEXETAIS E ANIMAIS

Examinamos no capítulo V e no capítulo VIII cal é o resultado da combustión e da osixenación de catro substancias combustibles simples: o fósforo, o xofre, o carbono e o hidróxeno. Fixemos ver no capítulo X que as substancias combustibles simples podían combinarse entre si para formar corpos combustibles compostos, e temos observado que os aceites en xeral, principalmente os aceites fixos dos vexetais, pertencían a esta clase xa que estaban compostos de hidróxeno e carbono. Quédame por tratar neste capítulo a osixenación dos corpos combustibles compostos, e salientar que existen ácidos e óxidos de base dobre ou tripla, dos que a natureza nos mostra exemplos a cotío, xa que por medio deste tipo de combinacións chegou a formar, a partir dun pequeno número de elementos ou corpos simples, unha tan grande variedade de resultados.

Sabíase desde hai moito tempo que mesturando ácido muriático e ácido nítrico resultaba un ácido mixto, que tiña propiedades moi diferentes das dos ácidos que o compoñen. Tal ácido fíxose célebre pola súa propiedade de disolver o ouro, *o rei dos metais* na linguaxe da alquimia, de onde lle vén o facheñoso nome de *auga rexia*. Este ácido mixto, como moi ben demostrou o Sr. Berthollet, ten propiedades especiais derivadas da acción combinada das súas dúas bases acidificables, e por esa razón pensamos que lle debiamos dar un nome particular. Pareceunos que o de *ácido nitromuriático* era o máis axeitado, porque expresa a natureza das dúas substancias que entran na súa composición.

Pero este fenómeno, que soamente se tiña observado no ácido nitromuriático, preséntase a cotío no reino vexetal, onde é moi difícil encontrar un ácido simple; é dicir, que estea com-

posto por unha soa base acidificable. Todos os ácidos deste reino teñen por base o hidróxeno e o carbono, algunhas veces o hidróxeno, o carbono e o fósforo, e todo combinado cunha proporción máis ou menos considerable de osíxeno. Igualmente, o reino vexetal ten óxidos formados polas mesmas bases dobres ou triplas, pero menos osixenadas.

Os ácidos e os óxidos do reino animal son aínda máis complexos, entrando na composición da maior parte deles catro bases acidificables: o hidróxeno, o carbono, o fósforo e o azote.

Non me vou estender moito máis aquí sobre esta materia, da que teño ideas claras e metódicas desde hai pouco tempo, xa que a vou tratar máis a fondo nas memorias que preparo para a Academia. A maior parte dos meus experimentos xa están feitos, pero é necesario repetilos e multiplicalos co fin de poder dar resultados exactos para as magnitudes. Contentareime, xa que logo, con facer unha curta enumeración dos óxidos vexetais e animais, e con rematar este capítulo con algunhas reflexións sobre a constitución vexetal e animal.

Os óxidos vexetais de dúas bases son o azucre, as diferentes clases de gomas que reunimos baixo o nome xenérico de *mucoso*, e o amidón. Estas tres substancias teñen por radical o hidróxeno e o carbono combinados conxuntamente de xeito que forman unha soa base, e son levados ata o estado de óxido por unha porción de osíxeno; soamente difiren na proporción dos principios que compoñen a base. Pódense pasar do estado de óxido ao de ácido combinándoos cunha nova cantidade de osíxeno, formando, deste xeito, os diferentes ácidos vexetais segundo o grao de osixenación e a proporción de hidróxeno e carbono.

Para aplicar á nomenclatura dos óxidos e dos ácidos vexetais os principios que temos establecido para os óxidos e os ácidos minerais, soamente habería que designalos cos nomes relativos á natureza das dúas substancias que compoñen a súa base. Os óxidos e os ácidos vexetais serían, daquela, óxidos e ácidos hidrocarbonosos; este método tería, ademais, a vantaxe de que

podería indicarse sen perífrases cal é o principio que está en exceso, tal e como fixo o Sr. Rouelle cos extractos vexetais, cando chamou *extracto-resinosos* a aqueles nos que o extracto era dominante, e *resino-extractivos* os extractos nos que a dominante era a resina.

Partindo dos mesmos principios e variando as terminacións para darlle unha maior amplitude a esta linguaxe teríamos, para nomear os ácidos e os óxidos vexetais, as denominacións seguintes:

Óxido hidrocarbonoso

Óxido hidrocarbónico

Óxido carbonohidroso

Óxido carbonohídrico

Ácido hidrocarbonoso

Ácido hidrocarbónico

Ácido hidrocarbónico osixenado

Ácido carbonohidroso

Ácido carbonohídrico

Ácido carbonohídrico osixenado

É probable que estas variacións na linguaxe sexan suficientes para indicar todas as variedades que nos presenta a natureza e que, conforme os ácidos vexetais vaian sendo mellor coñecidos, se vaian colocando de xeito natural e, por así dicir, por si mesmos, no cadro que vimos de presentar. Pero non estamos aínda en condicións de poder facer unha clasificación metódica destas substancias; sabemos cales son os principios que as compoñen, e non me quedan dúbidas a este respecto, pero as proporcións son aínda descoñecidas. Estas consideracións

inducíronnos a conservar, de forma provisoria, os nomes antigos, e malia ter avanzado nesta materia dende a época na que apareceu o noso tratado de nomenclatura, non me podó permitir tirar consecuencias demasiado categóricas de experimentos que non están ben precisados. Pero, mesmo convindo en que esta parte da química atópase atrasada, podó dar esperanzas de que ben pronto será esclarecida.

Aínda me sinto máis imperiosamente obrigado a tomar o mesmo partido polos óxidos e os ácidos de tres e catro bases, dos que o reino animal ofrece un gran número de exemplos, e que mesmo aparecen algunhas veces no reino vexetal. Por exemplo, o azote entra na composición do ácido prúsico, onde está unido ao hidróxeno e ao carbono para formar unha base tripla; tamén participa, ao parecer, no ácido gálico. En fin, case todos os ácidos animais teñen por base o azote, o fósforo, o hidróxeno e o carbono. Unha nomenclatura que tentara expresar estas catro bases á vez sería, sen dúbida, metódica e tería a vantaxe de expresar ideas nidias e determinadas; pero esta acumulación de adxectivos gregos e latinos, de uso nin sequera aceptado pola xeneralidade dos químicos, parecería unha linguaxe bárbara, tan difícil de reter como de pronunciar. Ademais, a perfección da ciencia debe preceder á da linguaxe, e aínda falta un bo anaco para que esta parte da química chegue ao punto de perfección ao que chegará algún día. É por tanto indispensable que conservemos, a lo menos por un tempo, os nomes antigos para os ácidos e os óxidos animais. Permitímonos soamente facer algunhas lixeiras modificacións. Por exemplo, facer terminar en *-oso* as denominacións daqueles onde supoñemos que o principio acidificable está en exceso e, polo contrario, facer terminar en *-ico* o nome daqueles nos que temos razóns para pensar que o osíxeno é predominante.

Os ácidos vexetais que se coñecen ata o momento son trece; a saber:

Ácido acetoso
Ácido acético
Ácido oxálico
Ácido tartaroso
Ácido pirotartaroso
Ácido cítrico
Ácido málico
Ácido piromucoso
Ácido piroleñoso
Ácido gálico
Ácido benzoico
Ácido canfórico
Ácido succínico

Aínda que, como xa dixen, todos estes ácidos están compostos principal e case unicamente de hidróxeno, carbono e osíxeno, non conteñen, falando con propiedade, nin auga, nin ácido carbónico, nin aceite, senón soamente os principios que os forman. A forza de atracción que exercen reciprocamente o hidróxeno, o carbono e o osíxeno nestes ácidos, atópase nun estado de equilibrio que soamente pode existir á temperatura á que vivimos. A pouco que os quentemos por riba da temperatura á que ferve a auga, o equilibrio rómpese, o osíxeno e o hidróxeno xúntanse para formar auga, unha porción do carbono únese ao hidróxeno para producir aceite, fórmase tamén ácido carbónico por combinación do carbono e o osíxeno e, finalmente, case sempre hai un excedente de carbono que queda libre. Propóñome desenvolver todo isto un pouco máis no seguinte capítulo.

Os óxidos do reino animal son aínda menos coñecidos ca os do reino vexetal e mesmo o seu número é descoñecido. A parte vermella do sangue, a linfa e case todas as secrecións, son verdadeiros óxidos, e resulta importante estudalos desde este punto de vista.

En canto aos ácidos animais, o número dos que se coñecen límitase actualmente a seis, sendo aínda posible que algúns sexan a mesma cousa ou se diferencien pouco. Estes ácidos son:

Ácido láctico

Ácido sacoláctico

Ácido bómbrico

Ácido fórmico

Ácido sebácico

Ácido prúsico

Non inclúo nesta lista de ácidos animais o ácido fosfórico porque pertence aos tres reinos.

A conexión dos principios que constitúen os ácidos e os óxidos animais non é máis sólida ca a dos ácidos e óxidos vexetais; un cambio lixeiro da temperatura é suficiente para alterala, cousa que espero facer máis evidente coas observacións que expoñerei no capítulo seguinte.

CAPÍTULO XII

DA DESCOMPOSICIÓN DAS MATERIAS VEXETAIS E ANIMAIS POR ACCIÓN DO LUME

Para ben entendermos o que ocorre na descomposición das substancias vexetais polo lume é necesario considerar, non soamente a natureza dos principios que entran na súa composición, senón tamén as diferentes forzas de atracción que as moléculas destes principios exercen unhas sobre as outras e, ao mesmo tempo, as que o calórico exerce sobre aqueles.

Como veño de comentar no capítulo precedente, os principios que verdadeiramente constitúen os vexetais redúcense a tres: o hidróxeno, o osíxeno e o carbono. Chamareilles *constitutivos* porque son comúns a todos os vexetais, que non poden existir sen eles, a diferenza doutras substancias que soamente son esenciais para a constitución dun vexetal particular, pero non para todos eles.

Dous destes principios, o hidróxeno e o osíxeno, teñen unha gran tendencia a unirse ao calórico e a converterse en gas, mentres que, pola contra, o carbono é un principio fixo que ten pouca afinidade polo calórico.

Por outra banda, o osíxeno, que ten aproximadamente a mesma tendencia a unirse co hidróxeno e co carbono á temperatura á que vivimos, mostra, sen embargo, máis afinidade polo carbono a unha calor vermella; en consecuencia, o osíxeno sepárase do hidróxeno a esa temperatura e únese ao carbono para formar ácido carbónico.

Malia non expresar un grao de calor ben determinado, empregarei de cando en vez esta expresión de *calor vermella* porque representa unha calor moi superior á da auga a ebulición.

Aínda con estarmos moi lonxe de coñecer o valor de todas estas forzas e de poder expresar numericamente a súa enerxía, temos cando menos a certeza, grazas ao que ocorre cada día diante dos nosos ollos, de que por moi variables que sexan

debido ao grao de temperatura ou, o que vén ser o mesmo, en razón da cantidade de calórico co que estean combinadas, atópanse máis ou menos en equilibrio á temperatura á que vivimos; así, os vexetais non conteñen nin aceite, nin auga, nin ácido carbónico²⁷, pero conteñen os elementos de todas estas substancias. O hidróxeno non está combinado nin co osíxeno, nin co carbono, nin reciprocamente; pero as moléculas destas tres substancias forman unha combinación tripla, da que resulta o repouso e o equilibrio.

Un cambio moi lixeiro na temperatura abonda para botar abaixo todo este conglomerado de combinacións, se a expresión se me permite. Cando a temperatura á que se expón o vexetal non excede moito a da auga a ebulición, o hidróxeno e o osíxeno únense formando auga que pasa na destilación; unha porción de hidróxeno e de carbono únense para formar un aceite volátil; outra porción de carbono queda libre e, como principio máis fixo, permanece na retorta. Pero se no canto dunha calor próxima á da auga fervendo, se lle aplica a unha substancia vexetal unha calor vermella, entón xa non se forma auga ou, máis ben, a que se forma coa primeira calor, descomponse; o osíxeno únese ao carbono, co que ten unha maior afinidade a esa temperatura, e forma ácido carbónico, e o hidróxeno liberado escapa en forma de gas ao unirse ao calórico. A esta temperatura, non soamente non se forma aceite, senón que, de terse formado, teríase descomposto.

Vemos, pois, que a descomposición das materias vexetais ocorre, a esta temperatura, en virtude dun xogo de afinidades dobres e triplas, e que, mentres que o carbono atrae ao osíxeno

²⁷ Debe entenderse que estou a referirme aquí aos vexetais nun estado de desecación perfecta e que, respecto ao aceite, non estou a falar dos vexetais que o producen por compresión en frío ou por quentamento a unha temperatura que non excede a de ebulición da auga, senón do aceite empireumático que se obtén por destilación a lume nu, a un grao de calor superior ao da auga fervendo. É soamente a este aceite ao que me refiro cando digo que é un produto da operación. Pódese consultar, a este respecto, o que teño publicado no volume da Academia do ano 1786.

para formar ácido carbónico, o calórico atrae ao hidróxeno para formar hidróxeno gas.

Non hai substancia vexetal que, cando se destila, non confirme esta teoría, se podemos chamar así a un simple enunciado de feitos. Se destilamos azucre, mentres o sometamos a unha calor inferior á da auga en ebulición, soamente perderá unha pouca auga de cristalización pero seguirá sendo azucre e conservará todas as súas propiedades; pero en canto o sometemos a un grao de calor un pouco superior ao da auga fervendo, ennegrece; unha parte do carbono sepárase da combinación ao mesmo tempo que pasan auga lixeiramente ácida e un pouco de aceite ao recipiente; o carbón que permanece na retorta constitúe case un terzo do peso orixinal.

O xogo de afinidades é aínda máis complicado nas plantas que conteñen azote, como as crucíferas, e nas que conteñen fósforo; pero como estas substancias están en pequenas cantidades nesas combinacións, non orixinan grandes cambios nos fenómenos da destilación, polo menos en aparencia; parece que o fósforo queda combinado co carbono que contribúe a fixalo; en canto ao azote, únese ao hidróxeno para formar amoníaco ou álcali volátil.

As materias animais están compostas, máis ou menos, polos mesmos principios ca as plantas crucíferas, polo que a súa destilación orixina o mesmo resultado; pero, como conteñen máis hidróxeno e máis azote, dan lugar a máis aceite e máis amoníaco. Para poñer de manifesto con que precisión esta teoría dá conta de todos os fenómenos que teñen lugar na destilación das materias animais, citarei soamente un feito: a rectificación e descomposición total dos aceites animais, coñecidos vulgarmente como *aceites de Dippel*. Estes aceites, cando se obteñen por medio dunha primeira destilación a lume nu, son de color marrón porque conteñen un pouco de carbón case libre, pero viran a branco pola rectificación. O carbono está tan pouco unido a estas combinacións que se separa por simple exposición

ao aire. Se colocamos un aceite animal volátil ben rectificado, baixo unha campá chea de gas osíxeno, en pouco tempo o volume do gas diminúe e é absorbido polo aceite. O osíxeno combínase co hidróxeno do aceite para dar auga, que cae ao fondo; ao mesmo tempo, a porción de carbón que estaba combinada co hidróxeno queda libre e se manifesta pola súa cor negra. É por esta razón pola que os aceites non se conservan brancos e claros a menos que se atopen gardados en frascos ben pechados, e é por iso que escurecen cando entran en contacto co aire.

As rectificacións sucesivas destes mesmos aceites mostran outro fenómeno que confirma esta teoría. Cada vez que son destilados, queda un pouco de carbón no fondo da retorta; ao mesmo tempo, fórmase un pouco de auga por combinación do osíxeno do aire das vasillas co hidróxeno do aceite. Como este fenómeno prodúcese a cada destilación do mesmo aceite, ao remate dun gran número de rectificacións sucesivas, sobre todo operando cun lume un pouco forte e en vasillas dunha capacidade moi grande, a totalidade do aceite descomponse e convértese en auga e carbón. Esta descomposición total do aceite, producida por rectificacións repetidas, é moito máis longa e moito máis difícil cando se opera nunha vasilla de pequena capacidade e, sobre todo, con lume lento que aporte unha calor pouco superior á da auga a ebulición. Darei conta á Academia, nunha memoria específica, dos detalles dos meus experimentos sobre esta descomposición dos aceites, pero penso que todo o devandito é suficiente para proporcionar ideas precisas da constitución das materias vexetais e animais, e da súa descomposición polo lume.

CAPÍTULO XIII

DA DESCOMPOSICIÓN DOS ÓXIDOS VEXETAIS POLA FERMENTACIÓN VIÑOSA²⁸

Todo o mundo sabe como se fan o viño, a sidra, o hidromel e, en xeral, todas as bebidas fermentadas espirituosas. Esprémese o zume das uvas ou das mazás, rebáixase con auga e métese o licor en grandes bocois que se colocan nun lugar onde a temperatura sexa, polo menos, de 10 graos do termómetro de Réaumur. Prodúcese axiña un proceso de fermentación, con numerosas burbullas de aire que veñen estoupar na superficie e, cando a fermentación está no seu apoxeo, a cantidade de burbullas é tan grande, a cantidade de gas que se libera é tan considerable, que podería pensarse que o licor está sobre un braseiro aceso que provoca unha ebulición violenta. O gas que se desprende é o ácido carbónico que, recollido con coidado, está perfectamente puro e libre de mestura con calquera outra especie de aire ou gas.

Durante esta operación, o zume das uvas, de doce e azucrado como era, transfórmase nun licor viñoso que, cando a fermentación é completa, non contén azucre, e do que se pode tirar por destilación un licor inflamable que se coñece no comercio e nas artes baixo o nome de *espírito do viño*. Tendo en conta que este licor é o resultado da fermentación dunha materia azucrada calquera, que ten sido axeitadamente rebaixada con auga, iría en contra dos principios da nosa nomenclatura denominalo tanto espírito do viño coma espírito da sidra ou espírito do azucre fermentado. Por tanto, vímonos forzados a adoptar un nome máis xeral, e o de *alcol*, que provén dos árabes, pareceunos que cumpría os nosos obxectivos.

Nesta operación, que é unha das máis sorprendentes e extraordinarias de todas as que a química nos ofrece, imos exa-

²⁸ Malia non aparecer o adxectivo *viñoso-a* nos repertorios léxicos do galego, preferímolo ao tecnicismo moito máis moderno *vinícola* (que si aparece), por non traizoar a expresión orixinal de Lavoisier (*fermentation vineuse, liqueur vineux*) [N. dos TT.].

minar de onde procede o gas carbónico que se desprende, de onde procede o espírito inflamable que se forma, e como é que un corpo doce, un óxido vexetal, se pode transformar en dúas substancias tan diferentes, unha combustible e outra eminentemente incombustible. Resulta evidente que para atopar unha solución a estas dúas cuestións fai falla primeiro coñecer ben a análise e a natureza dos corpos que son susceptibles de fermentar, porque nada se crea, nin nas operacións da arte, nin nas da natureza, e pódese asumir, en principio, que en toda operación hai a mesma cantidade de materia ao inicio e ao final, que a cantidade dos principios é a mesma, e que soamente se producen cambios, modificacións.

Neste principio descansa toda a arte de facer experimentos en química: hai que supoñer que en todos eles existe unha verdadeira igualdade ou ecuación entre os principios dos corpos que estamos a examinar e os que tiramos por análise. Así, xa que o mosto da uva produce gas ácido carbónico e alcol, pode afirmar que *o mosto da uva = ácido carbónico + alcol*. De aquí resultan dúas maneiras de esclarecer qué ocorre na fermentación viñosa: a primeira, establecendo a natureza e os principios dos corpos fermentables; a segunda, observando os produtos que resultan da fermentación, sendo evidente que os coñecementos que se poidan adquirir sobre uns conducen a conclusións certas sobre a natureza dos outros e viceversa.

Era importante, xa que logo, que me dedicara a coñecer ben os principios constituíntes dos corpos fermentables. Resulta comprensible que, para conseguilo, non elixira os zumes dos froitos máis complexos, nos que unha análise rigorosa sería probablemente imposible. De todos os corpos susceptibles de fermentar, elixín o máis simple, o azucre, de análise fácil e do que xa comentei con antelación a súa natureza. Lémbrese que esta substancia é un verdadeiro óxido vexetal, un óxido de dúas bases, que está composto de hidróxeno e carbono levado ata o estado de óxido por unha certa proporción de osíxeno, e que

eses tres principios atópanse nun estado de equilibrio tal, que unha forza lixeira e quen de rompelo. Unha longa serie de experimentos feitos por diferentes vías, que repetín moitas veces, téñenme ensinado que as proporcións dos principios que entran na composición do azucre son, máis ou menos, os seguintes:

Hidróxeno.....	8 partes
Osíxeno.....	64
Carbono.....	28
Total.....	<u>100</u>

Para facer fermentar o azucre é necesario, en primeiro lugar, diluílo cunhas catro partes de auga. Sen embargo, as mesturas de azucre e auga, sexa cal for a súa proporción, nunca fermentan soas, senón que o equilibrio entre os principios desta combinación subsistiría indefinidamente se non se rompe por algún medio. Un pouco de lévedo de cervexa é suficiente para producir ese efecto e iniciar a fermentación; a partir dese momento, vai de seu ata o final. Noutro lugar darei conta dos efectos do lévedo e dos fermentos en xeral. Normalmente empreguei 10 libras de lévedo en pasta para un quintal de azucre, e unha cantidade de auga igual a catro veces o peso do azucre, de xeito que o licor fermentable tiña a composición que se indica de seguido. Dou aquí os resultados dos meus experimentos tal como os obtiven, mesmo conservando as fraccións que me deron os cálculos por redución.

MATERIAIS DA FERMENTACIÓN PARA UN QUINTAL DE AZUCRE

	libras	onzas	dracmas	grans	
Auga.....	400	—	—	—	
Azucre.....	100	—	—	—	
Lévedo de cervexa en pasta, composta de.....	Auga.....	7	3	6	44
	Lévedo seco.....	2	12	1	28
Total.....	<u>510</u>	—	—	—	

DETALLE DOS PRINCIPIOS CONSTITUÍNTES DOS MATERIAIS DA FERMENTACIÓN

libras onzas dracmas grans					libras onzas dracmas grans				
407	3	6	44	de auga, compostos de.....	Hidróxeno.....	61	1	2	71,40
					Osíxeno.....	346	2	3	44,60
100	—	—	—	de azucre, compostos de.....	Hidróxeno.....	8	—	—	—
					Osíxeno.....	64	—	—	—
					Carbono.....	28	—	—	—
2	12	1	28	de lévedo seco, compostos de....	Carbono.....	—	12	4	59,00
					Azote.....	—	—	5	2,94
					Hidróxeno.....	—	4	5	9,30
					Osíxeno.....	1	10	2	28,76
Total						510	—	—	—

RECAPITULACIÓN DOS PRINCIPIOS CONSTITUÍNTES DOS MATERIAIS DA FERMENTACIÓN

		libras	onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans
Osíxeno	da auga.....	340	—	—	—	411	12	6	1,36
	da auga do lévedo.....	6	2	3	44,60				
	do azucre....	64	—	—	—				
	do lévedo...	1	10	2	28,76				
Hidróxeno	da auga.....	60	—	—	—	69	6	—	8,70
	da auga do lévedo.....	1	1	2	71,40				
	do azucre....	8	—	—	—				
	do lévedo...	—	4	5	9,30				
Carbono	do azucre....	28	—	—	—	28	12	4	59,00
	do lévedo...	—	12	4	59,00				
Azote	do lévedo.....					—	—	5	2,94
Total.....						510	—	—	—

Despois de ter ben determinadas a natureza e as cantidades dos principios que constitúen os materiais da fermentación, quédanos por examinar cales son os produtos. Para chegar a coñecelos, comecei por fermentar as 510 libras de licor anteriores

nun aparello co que podía, non soamente determinar a calidade e cantidade dos gases a medida que se desprenden, senón tamén pesar cada un dos produtos por separado, no momento da fermentación que considerara axeitado. Sería demasiado longo describir aquí o aparello que, polo demais, se atopa descrito na terceira parte desta obra. Cinguireime, pois, a comentar os efectos.

Unha ou dúas horas despois de ter feita a mestura, sobre todo se a temperatura á que se opera é de 15 a 18 graos, comézanse a percibir os primeiros indicios da fermentación: o licor entúrbase, faise escumoso e despréndense burbullas que veñen a escachar na superficie; ben pronto a cantidade de burbullas aumenta e prodúcese un desprendemento abundoso e rápido de gas ácido carbónico, moi puro, acompañado dunha espuma que non é outra cousa que o lévedo que se separa. Ao cabo dalgúns días, dependendo do grao de calor, o movemento e o desprendemento de gas diminúen, pero non se deteñen completamente, sendo necesario un intervalo de tempo bastante longo para que a fermentación finalice.

O peso de ácido carbónico seco que se desprende nesta operación é de 35 libras, 5 onzas, 4 dracmas e 19 grans.

Ademais, este gas arrastra disolvida unha porción considerable de auga, que se achega aproximadamente a 13 libras, 14 onzas e 5 dracmas.

No recipiente no que se opera queda un licor viñoso lixeiramente ácido, ao principio turbio, que se vai aclarando axiña de maneira espontánea e que libera unha porción de lévedo. Este licor pesa en total 460 libras, 11 onzas, 6 dracmas e 53 grans.

Finalmente, analizando separadamente todas estas substancias e resolvéndoas nas súas partes constitutivas, atópanse, despois dun traballo moi laborioso, os resultados que seguen e que serán detallados nas *Mémoires de l'Académie*.

TÁBOA DOS RESULTADOS OBTIDOS POLA FERMENTACIÓN

libras	onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans	
35	5	4	19	de ácido carbónico, compostos de.....	25	7	1	34
				Osíxeno.....	9	14	2	57
				Carbóno.....				
408	15	5	14	de auga, compostos de.....	347	10	—	59
				Osíxeno.....	61	5	4	27
				Hidróxeno.....				
				Osíxeno combinado con hidróxeno.....	31	6	1	64
57	11	1	58	de alcol seco, compostos de.....	5	8	5	3
				Hidróxeno combinado con osíxeno.....	4	—	5	—
				Hidróxeno combinado con carbóno.....	16	11	5	63
				Carbóno.....				
				Hidróxeno.....	—	2	4	—
2	8	—	—	de ácido acetoso seco, compostos de.....	1	11	4	—
				Osíxeno.....	—	10	—	—
				Carbóno.....				
				Hidróxeno.....	—	5	1	67
4	1	4	3	de residuo azuclado, compostos de.....	2	9	7	27
				Osíxeno.....	1	2	2	53
				Carbóno.....				
				Hidróxeno.....	—	2	2	41
1	6	—	50	de lévedo seco, compostos de.....	—	13	1	14
				Osíxeno.....	—	6	2	30
				Carbóno.....	—	—	2	37
				Azote.....	510	—	—	—

RECAPITULACIÓN DOS RESULTADOS OBTIDOS POLA FERMENTACIÓN

libras	onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans	
				da auga.....	347	10	—	59
				do ácido carbónico.....	25	7	1	34
409	10	—	54.....de osíxeno	do alcol.....	31	6	1	64
				do ácido acetoso.....	1	11	4	—
				do residuo azucrado.....	2	9	7	—
				do lévedo.....	—	13	1	14
				do ácido carbónico.....	9	14	2	57
				do alcol.....	16	11	5	63
28	12	5	59.....de carbono	do ácido acetoso.....	—	10	—	—
				do residuo azucrado.....	1	2	2	53
				do lévedo.....	—	6	2	30
				da auga.....	61	5	4	27
				da auga do alcol.....	5	3	5	3
71	8	6	66.....de hidróxeno	combinado co carbono no alcol.	4	—	5	—
				do ácido acetoso.....	—	2	4	—
				do residuo azucrado.....	—	5	1	67
				do lévedo.....	—	2	2	41
—	—	2	37.....de azote	—	—	2	37
510	—	—	—	510	—	—	—

Aínda que nestes resultados afinei a precisión ata os grans, falta bastante para que este tipo de experimentos permita tan grande exactitude; pero como traballei con algunhas libras de azucre e, para establecer comparacións, tiven que reducilas a un quintal, pensei que debía deixar os números fraccionarios tal e como os obtiven do cálculo.

Reflexionando sobre os resultados recollidos nas táboas anteriores, é doado ver claramente o que ocorre na fermentación viñosa. Hai que sinalar, en primeiro termo, que das 100 libras de azucre que empregamos, 4 libras, 1 onza, 4 dracmas e 3 grans quedaron como azucre sen descompoñer, polo que realmente traballamos con 95 libras, 14 onzas, 3 dracmas e 69 grans de azucre; é dicir, sobre 61 libras, 6 onzas, 45 grans de osíxeno, sobre 7 libras, 10 onzas, 6 dracmas e 6 grans de hidróxeno, e sobre 26 libras, 13 onzas, 5 dracmas e 19 grans de carbono. Polo tanto, comparando estas cantidades, pódese ver que son suficientes para formar todo o espírito do viño ou alcol, todo o ácido carbónico e todo o ácido acetoso que se produce por efecto da fermentación. Non é necesario, por tanto, supoñer que a auga se descompón no transcurso desta operación, a menos que se pretenda que o osíxeno e o hidróxeno se atopen como auga no azucre, cousa que non creo pois xa establecín que, ben en troques, os tres principios constitutivos dos vexetais, o hidróxeno, o osíxeno e o carbono, atópanse nun estado de equilibrio mutuo, e que ese estado de equilibrio vai subsistir mentres non sexa perturbado, ben por un cambio de temperatura ou por unha dobre afinidade, e soamente nese caso os principios vanse combinar dous a dous formando auga e ácido carbónico.

Xa que logo, os efectos da fermentación redúcense a separar en dúas porcións o azucre, que é un óxido; a osixenar unha delas a expensas da outra para formar ácido carbónico; a desosixenar a outra en favor da primeira para formar unha substancia combustible, o alcol, de maneira que, se fora posible volver a combinar estas dúas substancias, o alcol e o ácido carbónico,

volveríase a formar o azucre. Resulta salientable, ademais, que o hidróxeno e o carbono non se atopan como aceite no alcol, senón que están combinados cunha porción de osíxeno que os fai miscibles coa auga. Por tanto, os tres principios, osíxeno, hidróxeno e carbono, están aínda nunha especie de estado de equilibrio; en efecto, cando se lles fai pasar a través dun tubo de vidro ou porcelana incandescente, combínanse dous a dous formando auga, hidróxeno, ácido carbónico e carbono.

Teño avanzado dunha maneira formal nas miñas primeiras memorias sobre a formación da auga, que esta substancia, considerada como un elemento, descomponse nun gran número de operacións químicas, especialmente na fermentación viñosa; supoñía entón que a auga existía completamente formada no azucre, mentres que, hoxe en día, estou persuadido de que soamente contén os materiais necesarios para formala. Ben pode imaxinarse o moito que me custou abandonar as miñas primeiras ideas; soamente tras moitos anos de reflexión e despois dunha longa serie de experimentos e observacións sobre os vexetais, decidín facelo.

Rematarei o que teño que dicir sobre a fermentación viñosa, facendo observar que pode constituír un medio para analizar o azucre e, en xeral, as substancias vexetais susceptibles de fermentar. En efecto, como xa comentei ao principio deste capítulo, podo considerar as materias sometidas a fermentación e as resultantes da mesma como unha ecuación alxébrica, e supoñendo descoñecido sucesivamente cada un dos elementos desta ecuación, podo calcular un valor e rectificar así o experimento polo cálculo e o cálculo polo experimento. Téñome aproveitado a miúdo deste método para corrixir os primeiros resultados dos meus experimentos, e para orientarme á hora de tomar precaucións para repetilos; pero non é este o momento de entrar en detalles, sobre os que, ademais, xa me estendín longamente na memoria sobre a fermentación viñosa que presentei na Academia e que axiña entrará no prelo.

CAPÍTULO XIV

DA FERMENTACIÓN PÚTRIDA

Veño de amosar cómo o corpo azucrado se descompoñía coa axuda dunha calor doce cando era diluído cunha certa cantidade de auga; cómo os tres principios que o constitúen, o osíxeno, o hidróxeno e o carbono, que se atopaban nun estado de equilibrio e que non formaban, no estado de azucre, nin auga, nin aceite, nin ácido carbónico, separábanse para logo combinarse noutra orde; cómo unha porción de carbono únase ao osíxeno para formar ácido carbónico; cómo outra porción de carbono combinábase co hidróxeno e coa auga para formar alcol.

Do mesmo xeito, os fenómenos da putrefacción ocorren en virtude de afinidades moi complicadas. Tamén nesta operación, os tres principios constitutivos dos corpos deixan de estar en equilibrio; no canto dunha combinación ternaria, fórmanse combinacións binarias, pero o resultado desas combinacións é moi diferente do que se produce na fermentación viñosa. Nesta última, unha parte dos principios da substancia vexetal, por exemplo o hidróxeno, permanece unido a unha porción de auga e de carbono para formar o alcol. Na fermentación pútrida, polo contrario, a totalidade do hidróxeno disíbase baixo a forma de gas hidróxeno; ao mesmo tempo, o osíxeno e o carbono únense co calórico e escapan baixo a forma de gas ácido carbónico. Finalmente, cando a operación está completamente rematada, sobre todo se non faltou a cantidade de auga necesaria para a putrefacción, só queda a terra do vexetal mesturada cun pouco de carbono e de ferro.

A putrefacción dos vexetais non é, pois, outra cousa ca unha análise completa das substancias vexetais, na que a totalidade dos principios constitutivos despréndese en forma de gas, excepto a terra que permanece nun estado que denominamos *terra vexetal*.

Na terceira parte desta obra, darei unha idea dos aparellos que se poden empregar neste tipo de experimentos.

Este é o resultado da putrefacción cando o corpo que a experimenta non contén máis ca osíxeno, hidróxeno, carbono e un pouco de terra. Pero este caso é raro, e mesmo parece que estas substancias, cando están soas, fermentan mal e con dificultade e fai falta un tempo considerable para a fermentación ser completa. Non ocorre o mesmo cando a substancia posta a fermentar contén azote, que vén ser o caso de todas as materias animais e dun gran número de materias vexetais. Ese novo ingrediente favorece marabillosamente a putrefacción; por iso se mesturan as materias animais e vexetais cando se quere acelerar a putrefacción, e nesta mestura, ademais, está baseada case toda a ciencia dos abonos e dos esterco.

Pero a incorporación do azote nos materiais da putrefacción non soamente produce o efecto de alixeirar os fenómenos asociados, senón que, por combinación co hidróxeno, forma unha nova substancia coñecida baixo o nome de álcali volátil ou amoníaco. Sempre que, previamente, se separa o azote destas materias, non producen amoníaco, e soamente o xeran cando o conteñen. Esta composición do amoníaco ten sido, ademais, confirmada polos experimentos analíticos que o Sr. Berthollet vén de detallar nas *Mémoires de l'Académie*, ano 1785, p. 316, dando diferentes medios para descompoñer esta substancia e para obter separadamente os dous principios que entran na súa composición: o azote e o hidróxeno.

Xa comentei previamente (véx. cap. X), que os corpos combustibles eran case todos susceptibles de combinarse uns cos outros. O gas hidróxeno ten eminentemente esa propiedade: dissolve o carbono, o xofre e o fósforo, resultando desas combinacións o que chamei máis arriba *gas hidróxeno carbonado*, *gas hidróxeno sulfurado* e *gas hidróxeno fosforado*. Os dous últimos teñen un cheiro particular e moi noxento; o do gas hidróxeno sulfurado parécese moito ao dos ovos pasados e podres; o do gas hidróxeno fosforado é idéntico ao do peixe podre; finalmente, o amoníaco ten un fedor non menos penetrante, nin menos noxen-

to ca os anteriores. Da combinación destes diferentes olores resulta o que exhalan as materias animais en putrefacción, tan rematadamente fétido. Por veces é o cheiro do amoníaco o que predomina, o que se recoñece facilmente porque pican os ollos; por veces é o do xofre, como nas materias fecais; por veces, en fin, é o do fósforo como nos arenques podres.

Ata aquí veño supoñendo que nada estaba a interferir no transcurso da fermentación e nada perturbaba os seus efectos. Pero o Sr. de Fourcroy e o Sr. Thouret teñen observado fenómenos particulares con relación aos cadáveres soterrados a unha certa profundidade e protexidos ata certo punto do contacto co aire. Teñen sinalado, así, que a miúdo a parte muscular se convertía nunha verdadeira graxa animal. Este fenómeno débese a que, por algunha circunstancia particular, o azote que contiñan esas materias animais tense desprendido, polo que soamente queda o hidróxeno e o carbono, é dicir, as materias axeitadas para facer graxa. Esta observación sobre a posibilidade de converter en graxa as materias animais pode levar algún día a importantes descubrimentos dos que a sociedade podería tirar partido. As dexeccións animais, tales coma as materias fecais, están formadas principalmente por carbono e hidróxeno; por tanto, achéganse moito ao estado de aceite e, en efecto, subminístrano en grandes cantidades por destilación a lume nu. Pero o cheiro insoportable que acompaña a todos os produtos que se extraen non permite agardar, polo menos en breve prazo, que se poidan empregar para outra cousa que non sexa a preparación de abonos.

Ao longo deste capítulo soamente puiden expoñer conceptos xerais porque a composición das materias animais aínda non é ben coñecida. Sábese que están formadas por hidróxeno, carbono, azote, fósforo e xofre, levados todos eles ata o estado de óxido por unha cantidade máis ou menos grande de osíxeno, pero ignoramos absolutamente cal é a proporción destes principios. O tempo completará esta parte da análise química como xa ten completado algunhas outras.

CAPÍTULO XV

DA FERMENTACIÓN ACETOSA

A fermentación acetosa non é outra cousa ca acidificación do viño que se fai ao aire libre por absorción de osíxeno. O ácido resultante é o ácido acetoso, vulgarmente chamado vinagre, que está composto dunha proporción aínda non determinada de hidróxeno e de carbono combinados entre si e levados polo osíxeno ata o estado de ácido.

Poderíase concluír por simple analoxía que, ao ser un ácido, o vinagre contén osíxeno; pero esta verdade está ademais apoiada por experimentos directos. En primeiro lugar, o viño transfórmase en vinagre soamente cando está en contacto co aire, e sempre que ese aire conteña gas osíxeno. En segundo lugar, esta operación está acompañada dunha diminución do volume do aire no que transcorre, e esa diminución está ocasionada pola absorción de gas osíxeno. En terceiro lugar, pódese transformar o viño en vinagre osixenándoo por calquera outro medio.

Independentemente destes feitos que proban que o ácido acetoso é o resultado da osixenación do viño, un experimento do Sr. Chaptal, profesor de química de Montpellier, permite apreciar claramente o que ocorre nesta operación. Tomando gas carbónico desprendido da cervexa en fermentación, imprégnao de auga ata a súa saturación, é dicir, ata que teña absorbido unha cantidade aproximadamente igual ao seu volume. Pon esta auga na bodega en recipientes abertos ao aire e, ao cabo dalgún tempo, todo se transformou en ácido acetoso. O ácido carbónico das cubas de cervexa en fermentación non está completamente puro, senón que está mesturado cun pouco de alcol disolvido. Hai, polo tanto, nesta auga impregnada do ácido carbónico desprendido da fermentación viñosa, todos os materiais necesarios para formaren o ácido acetoso. O alcol subministra o hidróxeno e unha porción do carbono; o ácido carbónico fornece o carbono

e o osíxeno; e, finalmente, o aire da atmosfera debe achegar o que falte de osíxeno para levar a mestura ata ácido acetoso.

Infírese do devandito que soamente se necesita engadirlle hidróxeno ao ácido carbónico para formar o ácido acetoso ou, por dicilo de forma máis xeral, para transformalo nun ácido vexetal calquera segundo o grao de osixenación; pola contra, para converter os ácidos vexetais en ácido carbónico abonda con retirar o hidróxeno.

Non me estenderei máis sobre a fermentación acetosa, da que aínda non temos experimentos exactos; coñecemos os feitos principais, pero carecemos da precisión numérica. Resulta evidente, ademais, que a teoría da acetificación está estreitamente unida á da constitución de todos os ácidos e óxidos vexetais, e non coñecemos, de momento, a proporción dos principios que os forman. Non obstante, é fácil decatarse de que toda esta parte da química avanza, como todas as demais, rapidamente cara á súa perfección, e que é moito máis simple do que se tiña pensado ata o de agora.

CAPÍTULO XVI

DA FORMACIÓN DOS SALES NEUTROS E DAS DIFERENTES BASES QUE ENTRAN NA SÚA COMPOSICIÓN

Temos visto como un pequeno número de substancias simples ou, polo menos, que ata o momento non puideron ser descompostas, tales como o azote, o xofre, o fósforo, o carbono, o radical muriático e o hidróxeno, formaban, ao se combinaren co osíxeno, todos os óxidos e os ácidos do reino vexetal e o reino animal; temos admirado con que simplicidade de medios a natureza multiplicaba as propiedades e as formas, ben combinando ata tres e catro bases acidificables en diferentes proporcións, ou cambiando a dose de osíxeno destinada a acidificalas. Non imos atopar a natureza, nin menos variada, nin máis simple, nin, sobre todo, menos fecunda, na orde de cousas que imos percorrer.

As substancias acidificables, ao se combinaren co osíxeno e se transformaren en ácidos, adquiren unha grande tendencia á combinación; vólvense susceptibles de unirse coas substancias terrosas ou metálicas, e desa unión resultan os sales neutros. Poden, polo tanto, considerarse os ácidos como verdadeiros principios salificantes, e as sustancias ás que se unen para formar sales neutros, como bases salificables. Precisamente da combinación dos principios salificantes coas bases salificables, é do que nos imos ocupar neste capítulo.

Esta maneira de considerar os ácidos non me permite velos como sales, aínda que teñan algunhas das súas propiedades principais, tales como a solubildade en auga, etc. Os ácidos, como xa teño dito, resultan de combinacións de primeiro orde; fórmanse a partir da unión de dous principios simples, ou que polo menos se comportan como tales e, en consecuencia, empregando a expresión de Stahl, atópanse dentro da orde dos

corpos mixtos²⁹. Os sales neutros, polo contrario, están dentro doutra orde de combinacións: están formados pola unión de dous mixtos e pertencen á clase dos compostos. Pola mesma razón, tampouco colocarei na clase dos sales, aos álcalis³⁰, nin ás sustancias terrosas como o cal, a magnesia, etc., e soamente designarei con ese nome aos compostos formados pola unión dunha substancia simple osixenada e unha base calquera.

Nos capítulos anteriores xa me estendín abondo sobre a formación dos ácidos, polo que non vou engadir nada máis ao respecto; pero aínda non dixen nada das bases que son susceptibles de combinarse con eles para formar os sales neutros; estas bases, que denomino salificables, son:

A potasa

A sosa

O amoníaco

O cal

A magnesia

A barita

A alumina

E todas as sustancias metálicas

Direi algunhas verbas sobre a orixe e a natureza de cada unha desas bases, en particular:

DA POTASA

Xa sinalamos que cando se quentaba unha substancia vexetal nun aparello de destilación, os principios que a compoñen, o osíxeno, o hidróxeno e o carbón, que forman unha combinación tripla en estado de equilibrio, xúntanse dous a dous segundo as afinidades que se orixinan en función do grao de temperatura.

²⁹ Véx. nota 9, cap. III [N. dos TT.].

³⁰ Quizais se considere un defecto do método que teño adoptado, o verme na obriga de excluír os álcalis da clase dos sales, e teño que concordar en que se trata dun reproche que se me pode facer; pero este inconveniente atópase compensado por tan grandes vantaxes, que no me pareceu suficiente como para mudar de opinión.

Así, ao entrar en contacto co lume e tan pronto a calor excede a da auga fervendo, o osíxeno e o hidróxeno xúntanse para dar auga. Pouco despois, unha porción de carbono e hidróxeno combínanse para formar aceite. De seguido, cando polo progreso da destilación se chega a unha calor vermella, o aceite e mesmo a auga que se tiñan formado descompóñense; o osíxeno e o carbono forman ácido carbónico, unha grande cantidade de gas hidróxeno que queda libre despréndese, e finalmente na retorta soamente queda carbón.

A maior parte destes fenómenos atópanse na combustión dos vexetais ao aire libre, pero a presenza do aire introduce na operación tres novos ingredientes dos que, polo menos, dous achegan cambios considerables nos resultados da operación. Estes ingredientes son o osíxeno do aire, o azote e o calórico. Conforme o hidróxeno do vexetal, ou o que resulta da descomposición da auga, é liberado en forma de gas hidróxeno por efecto do lume progresivo, vai prendendo no mesmo momento en que entra en contacto co aire formando auga, e o calórico dos dous gases que queda libre, polo menos na súa maior parte, produce unha chama.

Cando todo o hidróxeno ten sido liberado, queimado e reducido a auga, o carbono que queda tamén arde, pero sen chama; forma ácido carbónico, que escapa levando con el unha parte do calórico que o mantén en estado de gas; o calórico excedente queda libre, escapa e produce a calor e a luz que se observan na combustión do carbón. Todo o vexetal queda así reducido a auga e ácido carbónico, non quedando máis ca unha pequena porción de materia gris, coñecida co nome de cinza, que contén os únicos principios verdadeiramente fixos que entran na composición dos vexetais.

Esta terra ou cinza, que normalmente non excede da vixésima parte do peso do vexetal, contén unha substancia singular coñecida co nome de álcali fixo ou potasa.

Para illala, bótaselle auga ás cinzas; a auga cárgase de potasa, que é soluble, e deixa as cinzas que son insolubles. Evaporando de seguido a auga obtense a potasa, que é fixa aínda cando se someta a un calor elevado, e que queda en forma branca e concreta. A miña intención non é, en absoluto, describir aquí a arte de preparar a potasa, e aínda menos cales son os medios para obtela pura; se entro aquí nestes detalles é para respectar o meu propósito de non admitir ningunha palabra que non teña sido definida.

A potasa que se obtén por este procedemento está sempre máis ou menos saturada de ácido carbónico e a razón é fácil de entender: como a potasa non se forma, ou polo menos só queda libre conforme o carbón do vexetal se converte en ácido carbónico por adición de osíxeno procedente do aire ou da auga, resulta que cada molécula de potasa atópase, no momento da súa formación, en contacto cunha molécula de ácido carbónico, e como hai unha grande afinidade entre estas dúas substancias, ten que haber combinación. Aínda que o ácido carbónico é, de todos os ácidos, o menos retido pola potasa, resulta difícil separar as últimas porcións. O medio empregado máis habitualmente consiste en disolver a potasa en auga, engadirlle unha ou dúas veces o seu peso de cal viva, filtrar e evaporar en vasillas pechadas; a substancia salina que se obtén é potasa que está case enteiramente desprovista de ácido carbónico.

Nese estado, non soamente é soluble en auga, polo menos a partes iguais, senón que atrae a auga do aire con asombrosa avidez; subministra, deste xeito, un medio de secar o aire ou os gases cos que estea en contacto. É igualmente soluble no espírito do viño ou alcol, a diferenza da que está saturada de ácido carbónico, que non é soluble neste disolvente. Esta circunstancia subministroulle ao Sr. Berthollet o medio para preparar potasa completamente pura.

Non hai ningún vexetal que por incineración non orixine máis ou menos potasa, pero non se obtén en todos coa mesma

pureza, senón que normalmente está mesturada con diferentes sales dos que se separa facilmente.

Case non hai dúbida de que as cinzas ou, dito de outra forma, a terra que deixan os vexetais ao se queimaren, están presentes neles antes da combustión. Esta terra forma, ao parecer, a parte ósea ou o esqueleto do vexetal. Pero non ocorre o mesmo coa potasa, xa que non se chegou, polo momento, a separar esta substancia dos vexetais, se non é por procedementos ou intermedios que poden subministrarlle osíxeno e azote, tales como a combustión ou a combinación co ácido nítrico; de maneira que non está demostrado que esta substancia non sexa un produto destas operacións. Teño iniciado unha serie de experimentos sobre este tema, dos que axiña darei conta.

DA SOSA

A sosa é, como a potasa, un álcali que se obtén da lixiviación das cinzas das plantas, pero soamente das que medran á beira do mar, principalmente do *cali*, que é de onde lle vén o nome de *álcali* que lle deron os árabes. Ten algunhas propiedades comúns coa potasa, pero tamén outras que a distinguen. En xeral, cada unha destas dúas substancias posúe, en todas as combinacións salinas, características que lle son propias. A sosa, tal e como se obtén da lixiviación das plantas mariñas, está a meirande parte das veces enteiramente saturada de ácido carbónico, pero non atrae, como a potasa, a humidade do aire. En troques, se seca, os seus cristais florecen e convértense nun po branco que ten todas as propiedades da sosa da que soamente se diferencia en que perdeu a auga de cristalización.

Os principios constituíntes da sosa non se coñecen, de momento, mellor ca os da potasa, e non se sabe de certo se esta substancia está completamente formada nos vexetais antes da combustión. A analogía podería facernos crer que o azote é un dos principios constituíntes dos álcalis en xeral, algo que ten

sido probado no caso particular do amoníaco como expoñerei de seguido; pero respecto da potasa e a sosa, non temos máis ca lixeiras presuncións aínda non demostradas por ningún experimento decisivo.

DO AMONÍACO

Como carecíamos dun coñecemento preciso da composición da sosa e da potasa, nos parágrafos precedentes vímonos na obriga de limitarnos a sinalar as substancias das que se obteñen e os medios empregados para illalas. Non ocorre o mesmo co amoníaco, ao que os antigos chamaban *álcali volátil*. O Sr. Berthollet, nunha memoria impresa no *Recueil de l'Académie*, ano 1784, p. 316, conseguiu probar por medio da descomposición, que 1000 partes en peso desta substancia estaban compostas por aproximadamente 807 de azote e 193 de hidróxeno.

Esta substancia obtense principalmente por destilación das materias animais; o azote, que é un dos seus principios constituíntes, únese coa proporción de hidróxeno axeitada a esta combinación e fórmase amoníaco. Pero nesta operación non se obtén puro, senón que está mesturado con auga, con aceite e, en gran parte, saturado de ácido carbónico. Para separalo destas substancias, combínase primeiro cun ácido como, por exemplo, o ácido muriático, e logo libérase axiña, ben por adición de cal ou por adición de potasa.

Cando o amoníaco ten sido levado deste xeito ata o seu grao de pureza máis alto, non pode existir, á temperatura ordinaria, máis ca no estado gasoso, e ten un cheiro excesivamente penetrante. A auga absórbeo en grande cantidade, sobre todo se está fría e se engadimos presión ao arrefriado. Esta auga saturada de amoníaco ten sido denominada *álcali volátil flúor*. Nós lle chamaremos simplemente *amoníaco* ou *amoníaco en licor*, e designaremos esta substancia co nome de *gas amoníaco* cando se atope en estado aeriforme.

DO CAL, A MAGNESIA, A BARITA E A ALUMINA

A composición destas catro terras é completamente descoñecida e, como aínda non fomos quen de determinar cales son as súas partes constituíntes e elementais, estamos autorizados, mentres non se produzan novos descubrimentos, a as considerar substancias simples. A arte non ten participación algunha na formación destas terras, que se presentan xa formadas na natureza. Pero como teñen, sobre todo as tres primeiras, unha gran tendencia á combinación, nunca se atopan soas. O cal está case sempre saturado de ácido carbónico e, nese estado, forma a creta, os espatos calcarios, unha parte dos mármore, etc. Por veces está saturado de ácido sulfúrico, como no xeso e nas escaiolas; outras veces, combinado co ácido fluorhídrico, formando o espato flúor ou vítreo. Finalmente, as augas mariñas e a das fontes salgadas contéñeno combinado co ácido muriático. É, de todas as bases salificables, a máis estendida na natureza.

A magnesia atópase nunha chea de augas minerais; está comunmente combinada co ácido sulfúrico; tamén é moi abundante na auga de mar, onde está combinada co ácido muriático. Por último, entra na composición de moitas pedras.

A barita é moito menos abundante ca as dúas terras precedentes; aparece no reino mineral combinada co ácido sulfúrico, formando daquela o espato pesado. Ás veces, aínda que con menos frecuencia, combínase co ácido carbónico.

A alumina, ou base do alume, ten menos tendencia á combinación ca as terras precedentes, atopándose adoito por tal razón en estado libre, sen combinarse con ningún ácido. Encóntrase principalmente nas arxilas, das que constitúe, falando con propiedade, a súa base.

DAS SUBSTANCIAS METÁLICAS

Os metais, coa excepción do ouro e, ás veces, da prata, preséntanse raramente no reino mineral baixo a forma metálica. Están normalmente máis ou menos saturados de osíxeno, ou combinados co

xofre, o arsénico, o ácido sulfúrico, o ácido muriático, o ácido carbónico ou o ácido fosfórico. A docimasia³¹ e a metalurxia enseñan a separalos de todas esas substancias estrañas, polo que remitimos ao lector ás obras que tratan desta parte da química.

É probable que soamente coñezamos unha parte das substancias metálicas que existen na natureza. Por exemplo, todas as que teñan máis afinidade polo osíxeno ca polo carbono, non son susceptibles de ser reducidas ao estado metálico, e soamente aparecen ante os nosos ollos na forma de óxidos, que confundimos coas terras. É moi probable que a barita, que vimos de clasificar na clase das terras, sexa un destes casos, xa que presenta, no decurso dos experimentos, características que a achegan moito ás substancias metálicas. En rigor, é posible que todas as substancias ás que denominamos terras, non sexan máis ca óxidos metálicos irreducibles polos medios que empregamos.

Sexa como for, as substancias metálicas que coñecemos e que podemos obter en estado metálico son as dezasete seguintes:

arsénico	ferro
molibdeno	estaño
volframio	chumbo
manganeso	cobre
níquel	mercurio
cobalto	prata
bismuto	platino
antimonio	ouro
zinc	

Soamente considerarei estes metais como bases salificables, e non entrarei en ningún detalle sobre as súas propiedades relativas ás artes e os seus usos na sociedade. Cada metal, baixo estes puntos de vista, esixiría un tratado completo, obrigándome a saír totalmente dos límites que me teño marcado.

³¹ Análise dos minerais para determinar as proporcións nas que entran os metais na súa composición [N. dos TT.].

CAPÍTULO XVII
CONTINUACIÓN DAS REFLEXIÓNS SOBRE
AS BASES SALIFICABLES E SOBRE A FORMACIÓN
DOS SALES NEUTROS

Tales son as bases salificables, é dicir, susceptibles de combinarse cos ácidos e formar sales neutros. Pero debe notarse que os álcalis e as terras entran pura e simplemente na composición dos sales neutros, sen ningún intermedio que sirva para unilas, mentres que, en troques, os metais non poden combinarse cos ácidos non sendo que se atopen previamente máis ou menos osixenados. Polo tanto, pode dicirse con rigor que os metais non son solubles nos ácidos, e que soamente o son os óxidos metálicos. Así, cando se pon unha substancia metálica nun ácido, a primeira condición para que poida disolverse é que poida oxidarse, cousa que soamente pode facer tirándolle o osíxeno ao ácido ou á auga que dilúe o ácido; dito noutros termos, unha substancia metálica non pode disolverse nun ácido non sendo que o osíxeno que entra na composición da auga ou do ácido, teña máis afinidade polo metal da que ten polo hidróxeno ou pola base acidificable; ou, o que vén ser tamén o mesmo, que non hai disolución metálica se non hai descomposición da auga ou do ácido.

Desta simple observación, que lle ten escapado mesmo ao ilustre Bergman, depende a explicación dos principais fenómenos das disolucións metálicas. O primeiro de todos, e o máis sorprendente, é a efervescencia ou, falando dun xeito menos equívoco, o desprendemento de gas que ocorre durante a disolución. Nas disolucións en ácido nítrico, este gas é gas nitroso; nas disolucións en ácido sulfúrico é, ou ben gas ácido sulfuroso, ou gas hidróxeno, dependendo de que o metal teña sido oxidado polo ácido sulfúrico ou pola auga.

É evidente que, estando o ácido nítrico e a auga compostos ambos por substancias que por separado non poden existir máis

ca en estado gas, polo menos á temperatura á que vivimos, tan pronto se lles retira o osíxeno, o principio ao que estaba unido debe entrar de contado en expansión, tomando a forma gasosa, sendo este rápido cambio desde o estado líquido ao estado gasoso o que constitúe a efervescencia. Ocorre o mesmo co ácido sulfúrico; os metais, en xeral, sobre todo por vía húmida, non son quen de retirarlle a este ácido a totalidade do osíxeno e de reduci-lo ata xofre, senón que o reducen a ácido sulfuroso que igualmente só pode existir en estado de gas á temperatura e presión á que vivimos. Polo tanto, este ácido debe desprenderse en forma de gas e, de novo, a efervescencia débese a ese desprendemento.

Un segundo fenómeno é que todas as substancias metálicas se disolven sen efervescencia nos ácidos cando teñen sido oxidadas previamente á súa disolución; é evidente que cando o metal non se pode oxidar máis, non tende a descompoñer nin o ácido nin a auga, polo que non debe producirse efervescencia ao non existir o efecto que a provocaba.

Un terceiro fenómeno é que todos os metais se disolven sen efervescencia no ácido muriático osixenado. O que ocorre nesa operación merece algunhas reflexións particulares. Neste caso, o metal tira do ácido muriático osixenado o exceso de osíxeno, formándose, por unha parte, un óxido metálico e, pola outra, ácido muriático ordinario. Se non hai efervescencia neste tipo de disolucións, non é por non estar na esencia do ácido muriático a propiedade de existir baixo a forma de gas á temperatura á que vivimos, senón porque ese gas atopa no ácido muriático osixenado máis auga da necesaria para quedar retido e para permanecer en forma líquida. Non se desprende, pois, como o ácido sulfuroso, e logo de se ter combinado coa auga nun primeiro instante, combínase máis de vagar co óxido metálico que se dissolve.

Un cuarto fenómeno é que os metais que teñen pouca afinidade polo osíxeno, e que non exercen sobre este principio unha

acción o suficientemente forte como para descompoñer o ácido ou a auga, son absolutamente insolubles. Por esa razón, a prata, o mercurio e o chumbo, non son solubles no ácido muriático cando se enfrontan a el en estado metálico. Pero de oxidárense previamente da forma que sexa, vólvense de seguido moi solubles, e a disolución prodúcese sen efervescencia.

Polo tanto, o osíxeno é o medio de unión entre os metais e os ácidos e esta circunstancia, que ocorre en todos os metais e en todos os ácidos, podería levar a crer que todas as substancias que teñen unha grande afinidade polos ácidos conteñen osíxeno. É pois bastante probable que as catro terras salificables que nomeamos con anterioridade conteñan osíxeno, sendo por ese *latus*³² polo que se unen aos ácidos. Estas consideracións parecerían apoiar o que teño avanzado no capítulo das terras: que estas substancias ben poderían non ser outra cousa ca metais oxidados, cos que o osíxeno ten máis afinidade ca co carbón, polo que, nestas circunstancias, son irreducibles. Pero todo isto non é máis ca unha conxectura, que só experimentos posteriores poderán confirmar ou rexeitar.

Os ácidos coñecidos ata o momento son os seguintes; ao nomealos, imos indicar o nome do radical ou base acidificable do que están compostos.

NOMES DOS ÁCIDOS	NOME DA BASE ACIDIFICABLE OU RADICAL DE CADA ÁCIDO, CON OBSERVACIÓNS
1. Sulfuroso.....	Xofre
2. Sulfúrico.....	
3. Fosforoso.....	Fósforo
4. Fosfórico.....	
5. Muriático.....	Radical muriático
6. Muriático oxigenado....	
7. Nitroso.....	Azote
8. Nítrico.....	
9. Nítrico oxigenado.....	
10. Carbónico.....	Carbono

³² En latín no orixinal [N. dos TT.].

NOMES DOS ÁCIDOS	NOME DA BASE ACIDIFICABLE OU RADICAL DE CADA ÁCIDO, CON OBSERVACIÓNS	
11. Acetoso..... 12. Acético..... 13. Oxálico..... 14. Tartaroso..... 15. Pirotartaroso..... 16. Cítrico..... 17. Málico..... 18. Pirolignoso..... 19. Piromucoso.....	Todos estes ácidos parecen estar formados pola unión dunha base acidificable dobre, carbono e hidróxeno, e non difiren entre eles máis que na distinta proporción destas dúas bases e do osíxeno que as acidifica; pero non dispoñemos aínda dunha serie de experimentos fiables ao respecto.	
20. Gálico..... 21. Prúsico..... 22. Benzoico..... 23. Succínico..... 24. Canfórico..... 25. Láctico..... 26. Sacoláctico.....	Só se teñen coñecementos moi imperfectos sobre a natureza dos radicais destes ácidos; sábese soamente que as partes principais son o carbono e o hidróxeno, e que o ácido prúsico contén azote.	
27. Bómbico..... 28. Fórmico..... 29. Sebácico.....	Estes ácidos e todos os que se obteñen ao osixenar as materias animais, parecen ter como base acidificable carbono, hidróxeno, fósforo e azote.	
30. Borácico.....	Radical borácico	A natureza destes dous radicais é completamente descoñecida
31. Fluórico.....	Radical fluórico	
32. Antimónico.....	Antimonio	
33. Arxéntico.....	Prata	
34. Arsénico.....	Arsénico	
35. Bismútico.....	Bismuto	
36. Cobáltico.....	Cobalto	
37. Cúprico.....	Cobre	
38. Estánico.....	Estaño	
39. Férrico.....	Ferro	
40. Mangánico.....	Manganeso	
41. Hidraxírico.....	Mercurio	
42. Molíb dico.....	Molibdeno	
43. Niquélico.....	Níquel	
44. Áurico.....	Ouro	
45. Platínico.....	Platino	
46. Plúmbico.....	Chumbo	
47. Volfrámico.....	Volframio	
48. Zíncico.....	Zinc	

Como se pode ver, o número de ácidos e de corenta e oito, incluíndo os dezasete ácidos metálicos que aínda son pouco co-

ñecidos, pero sobre os que o Sr. Berthollet vai ofrecer axiña un traballo importante. Sen dúbida, non podemos gabarnos aínda de telos descuberto todos, sendo probable, por outra banda, que un exame máis fondo nos faga ver que moitos dos ácidos vexetais agora considerados diferentes, son iguais. Polo demais, só podemos presentar aquí a química no estado en que se atopa, e todo o que podemos facer é establecer os principios para nomear, conforme a un mesmo sistema, os corpos que se poidan descubrir no futuro.

O número de bases salificables, é dicir, susceptibles de ser transformadas en sales neutros polos ácidos, é de vinte e catro, a saber:

Tres álcalis

Catro terras

Dezasete substancias metálicas

A totalidade dos sales neutros que podemos concibir no estado actual dos nosos coñecementos é de 1152, de supoñermos que os ácidos metálicos son quen de disolver outros metais; esta solubilidade dos metais osixenados uns noutros é unha ciencia nova, que apenas se ten iniciado, e dela dependen todas as combinacións vidrosas metálicas. Resulta probable, por outra parte, non seren posibles todas as combinacións salinas que se poden concibir, o que debe reducir considerablemente o número de sales que a natureza e a arte poden formar. Pero, aínda supoñendo que sexan posibles só cincocentas ou seiscentas sales, resulta evidente que, se queremos darlles denominacións arbitrarias a todas como facían os antigos, se queremos designalas, ben polo nome dos seus descubridores ou polo nome das substancias das que se obteñen, resultaría tal confusión que nin a memoria máis dotada sería quen de se desenvurullar. Este método puido ser tolerable nas primeiras etapas da química, e podería selo aínda hai vinte anos porque entón non se coñecían

para alén de trinta especies de sales, pero hoxe que o seu número aumenta a cotío, que cada ácido que se descobre enriquece moitas veces a química con vintecatro sales novos, e hasta con corenta e oito en razón dos dous graos de osixenación do ácido, é necesario un método, e este método vén dado por analoxía. Trátase do mesmo método que seguimos na nomenclatura dos ácidos e, como a marcha da natureza é única, aplicarase naturalmente á nomenclatura dos sales neutros.

Cando nomeamos as diferentes especies de ácidos, distinguimos nesas substancias a base acidificable particular de cada un deles, e o principio acidificante, o osíxeno, que é común a todos. Expresamos a propiedade común de todos eles co nome xenérico de *ácido*, e diferenciamos despois os ácidos polo nome da base acidificable particular de cada un. Así temos designado o xofre, o fósforo e o carbono osixenados co nome de *ácido sulfúrico*, *ácido fosfórico* e *ácido carbónico*. Finalmente, pensamos que era necesario sinalar os diferentes graos de saturación de osíxeno por medio dunha terminación diferente da mesma palabra. E así distinguimos o ácido sulfuroso do ácido sulfúrico ou o ácido fosforoso do ácido fosfórico.

Estes principios, aplicados aos sales neutros, obrigáronos a dar un nome común a todos os sales que derivan dun mesmo ácido, e a diferencialos a continuación polo nome da base salificable. Así, designamos todos os sales que proveñen do ácido sulfúrico co nome de *sulfatos*; todos os que teñen o ácido fosfórico por ácido co nome de *fosfatos*, e así os demais. Polo tanto distinguiremos *sulfato* de potasa, *sulfato* de sosa, *sulfato* de amoníaco, *sulfato* de cal, *sulfato* de ferro, etc; e, como coñecemos vintecatro bases, tanto alcalinas, coma terrosas e metálicas, teremos vintecatro especies de *sulfatos*, outros tantos *fosfatos*, e o mesmo para os outros ácidos. Pero como o xofre pode ter dous graos de osixenación, formando o ácido sulfuroso ca primeira dose de osíxeno, e coa segunda o ácido sulfúrico, e como os sales neutros

que forman estes dous ácidos coas diferentes bases non son os mesmos e teñen propiedades moi diferentes, foi necesario de novo distinguilos cunha terminación particular; en consecuencia designamos polo nome de *sulfitos*, *fosfitos*, etc., os sales neutros formados polos ácidos menos osixenados. Así, o xofre osixenado poderá formar corenta e oito sales neutros, que son: vinte e catro *sulfatos* e vinte e catro *sulfitos*, e o mesmo ocorre nas outras substancias susceptibles de dous graos de osixenación.

Sería moi aburrido para os lectores seguir estas denominacións en todos os detalles; cumpre con ter exposto, claramente, o método de nomear: cando se teña aprendido, poderase aplicar sen esforzo a todas as combinacións posibles; e, coñecida unha substancia combustible e acidificable, resultará doado lembrar o nome do ácido que pode formar e o de todos os sales neutros que del deben derivarse.

Polo tanto vou limitarme a estas nocións elementais; pero, para satisfacer ao mesmo tempo a aqueles que poderían ter necesidade de maiores detalles, engadirei, nunha segunda parte, táboas que presentarán unha recapitulación xeral, non soamente de todos os sales neutros, senón en xeral de todas as combinacións químicas. Engadirei alí algunhas explicacións curtas sobre o método máis simple e máis seguro para obter as diferentes especies de ácidos, e sobre as propiedades xerais dos sales neutros que deles resultan.

Non se me oculta que tería sido necesario, para completar esta obra, engadir as observacións particulares sobre cada especie de sal, sobre a súa solubilidade en auga e no espírito do viño, sobre a proporción do ácido e a base que entran na súa composición, sobre a súa cantidade de auga de cristalización, sobre os diferentes graos de saturación dos que é susceptible ou, finalmente, sobre a forza de interacción entre o ácido e a base. Este traballo inmenso foi iniciado polos Srs. Bergman, de Morveau, Kirwan e outros célebres químicos, pero está pouco

avanzado e as bases nas que se asenta non son aínda moi rigorosas. Por outra banda, uns detalles tan numerosos non se axustarían a unha obra elemental, e o tempo de xuntar os materiais e de completar os experimentos, tería retrasado moitos anos a publicación desta obra. É un campo moi amplo que está aberto ao interese e á actividade dos químicos novos; pero permítaseme, para rematar, que recomende a aqueles que teñan o valor de enfrontarse con el, que se apliquen a facelo ben máis que a facer moito; que se aseguren primeiro, por medio de experimentos precisos e múltiples, da composición dos ácidos antes de se ocupar da dos sales neutros. Todo edificio destinado a encarar os embates do tempo debe estar apoiado en sólidos alicerces e, no estado actual da química, tentar basear o seu progreso en experimentos pouco exactos e rigorosos, sería retardar a súa marcha.

SEGUNDA PARTE
DA COMBINACIÓN DOS ÁCIDOS COAS BASES
SALIFICABLES,
E DA FORMACIÓN DOS SALES NEUTROS

ADVERTENCIA

Se quixese seguir estritamente o plan que me formara na distribución das diferentes partes desta obra, tería que limitarme, nas táboas que compoñen esta segunda parte e nas explicacións que as acompañan, a dar definicións concisas dos diferentes ácidos que se coñecen e a facer unha descrición abreviada dos procedementos polos que se obteñen, ao que engadiría unha nomenclatura simple dos sales neutros que resultan das súas combinacións coas diferentes bases. Pero reparei en que, sen incrementar moito o volume desta obra, podía facela máis útil presentando baixo a mesma forma a táboa das substancias simples, a das que entran na composición dos ácidos e dos óxidos, e as súas combinacións.

Este engadido incrementa nada máis ca en dez o número de táboas estritamente necesarias para a nomenclatura de todos os sales neutros. Nelas presento:

- 1º) As substancias simples ou, polo menos, as que, no estado actual dos nosos coñecementos, vémonos na obriga de considerar como tales.
- 2º) Os radicais oxidables e acidificables dobres ou triplos, que se combinan co osíxeno á maneira das substancias simples.
- 3º) As combinacións do osíxeno coas substancias simples metálicas e non metálicas.

- 4º) A combinación do osíxeno cos radicais compostos.
- 5º) As combinacións do azote coas substancias simples.
- 6º) As combinacións do hidróxeno coas substancias simples.
- 7º) As combinacións do xofre coas substancias simples.
- 8º) As combinacións do fósforo coas substancias simples.
- 9º) As combinacións do carbono coas substancias simples.
- 10º) As combinacións dalgúns outros radicais coas substancias simples.

Estas dez táboas e as observacións que as acompañan, forman unha especie de recapitulación dos quince primeiros capítulos desta obra. As táboas que seguen, e que presentan o conxunto de todas as combinacións salinas, están particularmente relacionadas cos capítulos XIV e XV.

É fácil ver que, neste traballo, teño tirado moito proveito do que o Sr. de Morveau publicou no primeiro volume da *Encyclopédie* por orde de materias, xa que, en efecto, teríame sido moi difícil beber en mellores fontes, sobre todo pola dificultade de consultar obras estranxeiras na súa lingua orixinal. Citareino unha soa vez, ao comezo desta segunda parte, para non ter que facelo en cada artigo.

A continuación de cada táboa, e enfrontadas con ela na medida do posible, coloquei as explicacións correspondentes.

TÁBOA DAS SUBSTANCIAS SIMPLES

	NOMES NOVOS	NOMES ANTIGOS CORRESPONDENTES
Substancias simples pertencentes aos tres reinos, que poden ser consideradas como os elementos dos corpos	Luz	Luz
	Calor	Calor Principio da calor Fluído ígneo Lume Materia do lume e da calor
	Osíxeno	Aire desfloxisticado ¹ Aire empíreo ² Aire vital Base do aire vital
	Azote	Gas floxisticado Mofeta Base da mofeta
	Hidróxeno	Gas inflamable Base do gas inflamable
Substancias simples, non metálicas, oxidables e acidificables	Xofre Fósforo Carbono Radical muriático Radical fluórico Radical borácico	Xofre Fósforo Carbón puro Descoñecido Descoñecido Descoñecido
Substancias simples, metálicas, oxidables e acidificables	Antimonio Arsénico Bismuto Cobalto Cobre Chumbo Estaño Ferro Manganeso Mercurio Molibdeno Níquel Ouro Platino Prata Volframio Zinc	Antimonio Arsénico Bismuto Cobalto Cobre Chumbo Estaño Ferro Manganeso Mercurio Molibdeno Níquel Ouro Platino Prata Volframio Zinc
Substancias simples, salificables, terrosas	Cal Magnesia Barita Alumina Sílice	Terra calcaria, cal Magnesia, base do sal de Epsom Barota, terra pesada Arxila, terra de alume, base do alume Terra silícica, terra vitrificable

¹ Véx. nota 9, cap. III da primeira parte [N. dos TT.].

² Véx. P. Larmighière, *Leçons de Philosophie*, Paris, 1823, p. 36 [N. dos TT.].

OBSERVACIÓNS
SOBRE A TÁBOA DAS SUBSTANCIAS SIMPLES OU, POLO MENOS,
DAS QUE ESTAMOS OBRIGADOS A CONSIDERAR COMO TALES NO
ESTADO ACTUAL DOS NÓSOS COÑECEMENTOS

A química, ao someter a experimentos os diferentes corpos da natureza, ten por obxectivo descompoñelos e colocarse na situación *de examinar separadamente as diferentes substancias que entran na súa composición*. Esta ciencia fixo, nos tempos que corren, progresos moi rápidos. É fácil concordar nisto, se un consulta os diferentes autores que escribiron sobre o conxunto da química. Verase que, nos primeiros tempos, considerábanse o aceite e o sal como os principios dos corpos; que, tendo adquirido novos coñecementos por medio de experimentos e da observación, comprobouse de seguido que os sales non eran corpos simples, que estaban compostos dun ácido e dunha base, e que desa unión resultaba o estado de neutralidade. Os descubrimentos modernos ampliaron moito os límites da análise³, esclareceron a formación dos ácidos, fixéronnos ver que están formados pola combinación dun principio acidificante, común a todos —o osíxeno—, e un radical particular para cada un que os diferencia e que fai que sexan tal ácido e non outro. Nesta obra fun incluso máis lonxe xa que fixen ver, como xa tiña anunciado o Sr. Hassenfratz, que os radicais dos ácidos non son sempre substancias simples, incluso no senso que damos a esa palabra, senón que son, como o principio oleoso, compostos de hidróxeno e carbono. Finalmente, o Sr. Berthollet ten probado que as bases dos sales non son máis simples ca os mesmos ácidos, e que o amoníaco é un composto de azote e hidróxeno.

Polo tanto, a química marcha cara á súa meta e perfección dividindo, subdividindo e volvendo a dividir, e ignoramos cal será o límite dos seus éxitos. Non podemos, xa que logo, asegurar que o que consideramos hoxe en día como simple, en efecto

³ Ver *Mémoires de l'Académie*, anos 1776, p. 671 e 1778, p. 535.

o sexa. Todo o que podemos afirmar é que certa substancia representa o límite ao que chega a química analítica, e que non se pode subdividir máis no estado actual dos nosos coñecementos.

É presumible que as terras deixarán ben pronto de ser consideradas substancias simples, xa que son as únicas de toda esta clase que non teñen tendencia a unirse co osíxeno, o que me fai pensar que, se a expresión se me permite, tal indiferenza por este elemento débese a estaren xa saturadas del. Baixo este punto de vista, as terras serían substancias simples, se cadra óxidos metálicos osixenados ata un certo punto. Isto non é, así e todo, máis ca unha simple conxectura que fago aquí. Espero que o lector non confunda o que considero unha verdade de facto e de experiencia, e o que, de momento, non é máis ca hipotético.

Non incluíñ nesta táboa os álcalis fixos, como a potasa e a sosa, porque estas substancias son evidentemente compostas, malia ignorarmos de momento os principios que entran na súa combinación.

**TÁBOA DOS RADICAIS OU BASES OXIDABLES E ACIDIFICABLES
COMPOSTOS, QUE ENTRAN NAS COMBINACIÓNS Á MANEIRA
DAS SUBSTANCIAS SIMPLES**

	NOMES DOS RADICAIS	OBSERVACIÓNS
Radicais oxidables ou acidificables compostos, do reino mineral	Radical nitro-muriático, ou radical da auga rexia	É a base da auga rexia dos antigos químicos, célebre pola propiedade que ten de disolver o ouro.
Radicais hidro-carbonosos ou carbono-hidrosos do reino vexetal, susceptibles de ser oxidados e acidificados	Radical tartaroso Radical málico Radical cítrico Radical pirolignoso Radical piromucoso Radical pirotartaroso Radical oxálico Radical acetoso Radical succínico Radical benzoico Radical canfórico Radical gálico	Os antigos químicos non coñecían nada da composición dos ácidos e, non sospeitando que estivesen formados pola unión dun radical específico para cada un deles e dun principio acidificante común para todos, non chegaron a dar nome a unhas substancias das que nada coñecían; polo tanto, vímonos na necesidade de crear unha nomenclatura con este fin; pero, ao mesmo tempo, coidámonos de que esta nomenclatura fora susceptible de ser modificada conforme se fora coñecendo mellor a natureza dos radicais compostos (véxase o que deixo dito a este respecto no cap. XI)
Radicais hidro-carbonosos ou carbono-hidrosos do reino animal, que conteñen case sempre azote e, con frecuencia, fósforo, e que son susceptibles de ser oxidados e acidificados	Radical láctico Radical sacoláctico Radical fórmico Radical bóbico Radical sebácico Radical lítico Radical prúsico	
Os radicais do reino vexetal dan, por un primeiro grao de osixenación, óxidos vexetais, tales como o azucre, o amidón, a goma ou mucoso ⁴ . Os radicais animais dan óxidos animais, tales como a linfa, etc., etc.		

⁴ Véx. cap. XI da primeira parte, p. 185 [N. dos TT.].

OBSERVACIÓNS
SOBRE A TÁBOA DOS RADICAIS OU BASES OXIDABLES E ACIDIFICABLES,
COMPOSTOS POLA UNIÓN DE VARIAS SUBSTANCIAS SIMPLES

Os radicais do reino vexetal e do reino animal recollidos nesta táboa, susceptibles todos eles de ser oxidados e acidificados, non foron de momento analizados con precisión, polo que foi imposible ata o de agora sometelos a unha nomenclatura regular. Os experimentos realizados, algúns por min mesmo e outros polo Sr. Hassenfratz, ensináronme soamente que, en xeral, todos os ácidos vexetais, tales como o ácido tartaroso, o ácido oxálico, o ácido cítrico, o ácido málico, o ácido acetoso, o ácido pirotartárico, o ácido piromúxico, teñen por radical o hidróxeno e o carbono, unidos de xeito que forman unha soa e única base; que todos estes ácidos soamente se diferencian entre si polas distintas proporcións destas dúas substancias e polo grao de osixenación. Ademais sabemos, principalmente grazas aos experimentos do Sr. Berthollet, que os radicais do reino animal, e incluso algúns do reino vexetal, son máis compostos, e que xunto co hidróxeno e o carbono, conteñen con frecuencia azote e, algunhas veces, mesmo fósforo; pero non existen de momento cálculos exactos sobre as súas cantidades. Polo tanto, como os antigos, vímonos obrigados a darlles a estes diferentes radicais nomes derivados das substancias das que se obteñen. Sen dúbida, algún día, consonte os nosos coñecementos adquiriran maior certeza e amplitude, todos estes nomes desaparecerán, e só subsistirán como unha mostra do estado no que se nos transmitiu a ciencia química. Cederanlle o seu lugar aos radicais hidro-carbonoso e hidro-carbónico, carbono-hidroso e carbono-hídrico, como expliquei no capítulo XI, e a elección deses nomes virá determinada pola proporción das dúas bases das que están compostos.

Vese facilmente que os aceites, ao estaren compostos de hidróxeno e de carbono, son verdadeiros radicais carbono-hidrosos ou hidro-carbonosos e, en efecto, abonda con osixenar

os aceites para os converter primeiro en óxidos e logo en ácidos vexetais segundo o grao de osixenación. Non se pode, non obstante, asegurar dunha maneira positiva que os aceites entren como tales na composición dos óxidos e dos ácidos vexetais; é posible que perdan antes unha parte do seu hidróxeno ou do seu carbono, e que o que resta desas dúas substancias non estea na proporción que sería necesaria para constituír os aceites. Isto aínda necesita ser clarexado con experimentos.

Falando con propiedade, non coñecemos no reino animal outro radical composto que o radical nitro-muriático, que se forma pola unión do azote co radical muriático. Os outros ácidos compostos teñen sido moito menos estudados e, por outra banda, non presentan fenómenos tan sorprendentes.

OBSERVACIÓNS
SOBRE AS COMBINACIÓNS DA LUZ E DO CALÓRICO
COAS DIFERENTES SUBSTANCIAS

Non fixen unha táboa para as combinacións da luz e do calórico coas substancias simples ou compostas porque non temos aínda as ideas claras dabondo sobre este tipo de combinacións. Sabemos, en xeral, que todos os corpos da natureza están mergullados no calórico, rodeados e penetrados por el por todas partes, e que enche todos os intersticios que quedan entre as moléculas; que, nalgúns casos, o calórico se fixa nos corpos, de maneira que pasa a formar parte incluso das súas partes sólidas; pero que o máis frecuente é que separe as moléculas, exercendo sobre elas unha forza repulsiva, e que da súa acción ou acumulación maior ou menor, depende o paso dos corpos do estado sólido ao estado líquido, e do estado líquido ao estado aeriforme. En fin, démoslle o nome xenérico de *gas* a todas as substancias levadas ata o estado aeriforme pola adición sufi-

ciente de calórico, de xeito que se queremos designar o ácido muriático, o ácido carbónico, o hidróxeno, a auga, ou o alcol no estado aeriforme, chamarémolos *gas ácido muriático, gas ácido carbónico, gas hidróxeno, gas acuoso ou gas alcol*.

Polo que respecta á luz, as súas combinacións e a súa forma de actuar sobre os corpos son aínda menos coñecidos. Soamente parece, consonte os experimentos do Sr. Berthollet, que ten unha grande afinidade polo osíxeno, que é susceptible de combinarse con el e que contribúe, xunto co calórico, a mantelo en estado gas. Os experimentos levados a cabo sobre a vexetación tamén levan a crer que a luz se combina con certas partes das plantas, e que a esa combinación se debe o color verde das follas e a diversidade do colorido das flores. Polo menos é certo que as plantas que medran na escuridade están murchas e son absolutamente brancas; que se atopan nun estado de esmorecemento e doenza, e que teñen necesidade da influencia inmediata da luz para recuperaren o vigor natural e colorearse.

Pódese observar unha cousa semellante mesmo nos animais; os homes, as mulleres e os nenos múrchanse ata certo punto nos traballos sedentarios das manufacturas, nas habitacións angostas e nas rúas estreitas das vilas. En troques, desenvólvense e adquiren máis forza e máis vida na maior parte das ocupacións campestres e nos traballos que se fan ao aire libre.

A organización, o sentimento, o movemento espontáneo e a vida soamente existen na superficie da terra e nos lugares expostos á luz. Podería dicirse que o mito do facho de Prometeo era a expresión dunha verdade filosófica que non se lle escapou aos antigos. Sen luz a natureza non tiña vida, estaba morta, inanimada: un Deus benfeitor, creando a luz, espallou sobre a superficie da terra a organización, o sentimento e o pensamento.

Pero non é este o lugar para entrar en detalles sobre os corpos organizados, cousa que evitei intencionadamente nesta obra, o que me impediu poder falar dos fenómenos da respiración, da sanguificación e do calor animal. Volverei algún día sobre estes temas.

TABOA DAS COMBINACIÓNS

BINARIAS DO OSÍXENO COAS SUBSTANCIAS METÁLICAS E NON METALICAS OXIDABLES E ACIDIFICABLES

		Primeiro grao de osixenación		Segundo grao de osixenación		Terceiro grao de osixenación		Cuarto grao de osixenación	
		Nomes novos	Nomes antigos	Nomes novos	Nomes antigos	Nomes novos	Nomes antigos	Nomes novos	Nombres antigos
Combinacións do osíxeno coas substancias simples non metálicas, tales como:	O calórico	O gas osíxeno	Aire vital ou defloxicado						
	O hidróxeno	Só se coñece un grao de combinación do osíxeno e o hidróxeno, e esta combinación forma a augua							
	O azote	Óxido nitroso ou base do gas nitroso	Gas nitroso	Ácido nitroso	Ácido nitroso fumante	Ácido nítrico	Ácido nitroso non fumante	Ácido nítrico osixenado	Descoñecido
	O carbono	Óxido de carbono	Descoñecido	Ácido carbonoso	Descoñecido	Ácido carbónico	Aire fixo	Ácido carbónico osixenado	Descoñecido
	O xofre	Óxido de xofre	Xofre brando	Ácido sulfuroso	Ácido sulfuroso	Ácido sulfúrico	Ácido vitriólico	Ácido sulfúrico osixenado	Descoñecido
	O fósforo	Óxido de fósforo	Residuo da combustión do fósforo	Ácido fosforoso	Ácido volátil de fósforo	Ácido fosfórico	Ácido fosfórico	Ácido fosfórico osixenado	Descoñecido
	O radical muriático	Óxido muriático	Descoñecido	Ácido muriatoso	Descoñecido	Ácido muriático	Ácido mariño	Ácido muriático osixenado	Ácido mariño defloxicado
	O radical fluórico.	Óxido fluórico	Descoñecido	Ácido fluoroso	Descoñecido	Ácido fluórico	Descoñecido polos antigos		
O radical borácico	Óxido borácico	Descoñecido	Ácido borazoso	Descoñecido	Ácido borácico	Sal sedativo de Homberg			
Combinacións do osíxeno coas substancias simples metálicas, tales como:	O antimonio	Óxido gris de antimonio	Cal gris de antimonio	Óxido branco de antimonio	Cal branco de antimonio, Antimonio diaforético	Ácido antimónico			
	O arsénico	Óxido gris de arsénico	Cal gris de arsénico	Óxido branco de arsénico	Cal branco de arsénico	Ácido arsénico	Ácido arsenical	Ácido arsénico osixenado	Descoñecido
	O bismuto	Óxido gris de bismuto	Cal gris de bismuto	Óxido branco de bismuto	Cal branco de bismuto	Ácido bismútico			
	O chumbo	Óxido gris de chumbo	Cal gris de chumbo	Óxido amarelo e vermello de chumbo	Masicote e minio	Óxido plúmbico			
	O cobalto	Óxido gris de cobalto	Cal gris de cobalto			Ácido cobáltico			
	O cobre	Óxido vermello pardo de cobre.	Cal pardo vermello de cobre	Óxido verde e azul de cobre	Cal verde e azul de cobre	Ácido cúprico			
	O estaño	Óxido gris de estaño	Cal gris de estaño	Óxido branco de estaño	Cal branco de estaño ou potea de estaño ¹	Ácido estánnico			
	O ferro	Óxido negro de ferro	Etíope marcial	Óxido amarelo e vermello de ferro	Ocre e ferruxe	Ácido férrico			
	O manganeso	Óxido negro de manganeso	Cal negra de manganeso	Óxido branco de manganeso	Cal branco de manganeso	Ácido mangánico			
	O mercurio	Óxido negro de mercurio	Etíope mineral	Óxido amarelo e vermello de mercurio	Turbit mineral, precipitado vermello, precipitado <i>per se</i>	Ácido mercúrico			
	O molibdeno	Óxido de molibdeno	Cal de molibdeno			Ácido molíb dico	Ácido do molibdeno	Ácido molíb dico osixenado	Descoñecido
	O níquel	Óxido de níquel	Cal de níquel			Ácido níquelico			
	O ouro	Óxido amarelo de ouro	Cal amarelo de ouro	Óxido vermello de ouro	Cal vermello de ouro Precipitado púrpura de Cassius	Ácido áurico			
	O platino	Óxido amarelo de platino	Cal amarelo de platino			Ácido platínico			
	A prata	Óxido de prata	Cal de prata			Ácido argéntico			
O volframio	Óxido de volframio	Cal de volframio			Ácido volfrámico	Ácido do volfrámio	Ácido volfrámico osixenado	Descoñecido	
O zinc	Óxido gris de zinc	Cal gris de zinc	Óxido branco de zinc	Cal branco de zinc, Ponfolix	Ácido zíncico				

¹ *Potée d'étain* no orixinal. Véx. A. Casares, *Química General*, Librería de Pablo Calleja, Madrid 1880, p.406. Forma do óxido estánnico empregada para puír [N. dos TT.].

OBSERVACIÓNS
SOBRE AS COMBINACIÓNS BINARIAS DO OSÍXENO COAS SUBSTANCIAS
SIMPLES, METÁLICAS E NON METÁLICAS

O osíxeno é unha das substancias máis abundantemente repartidas na natureza, xa que forma case a terceira parte en peso da nosa atmosfera e, en consecuencia, do fluído elástico que respiramos. Neste depósito inmenso viven e medran os animais e as plantas, e é tamén del de onde principalmente tiramos o osíxeno que empregamos nos nosos experimentos. A atracción recíproca entre este principio e as diferentes substancias é tal, que resulta imposible obtelo só e libre de toda combinación. Na nosa atmosfera está unido ao calórico que o mantén en estado de gas, e está mesturado con aproximadamente dous terzos en peso de gas azote.

Para que un corpo se osixene debe reunir un certo número de condicións: a primeira é que as moléculas que o constitúen non exerzan entre si unha atracción máis forte que a que exercen sobre o osíxeno, porque, daquela, é evidente que non se produciría a combinación. Neste caso, a arte pode vir en axuda da natureza e a atracción das moléculas do corpo pódese reducir case a vontade quentándoas, é dicir, introducindo nelas o calórico.

Quentar un corpo é separar unhas das outras as moléculas que o constitúen e, como a atracción entre estas moléculas diminúe seguindo unha certa lei relativa á distancia, chega necesariamente un momento no que as moléculas exercen unha maior atracción sobre o osíxeno da que exercen entre elas mesmas, sendo entón cando ten lugar a osixenación.

Pode concibirse que o grao de calor ao que comeza tal fenómeno debe ser diferente para cada substancia. Así, para osixenar a maior parte dos corpos e, en xeral, case todas as substancias simples, basta con expoñelas á acción do aire atmosférico e elevar a súa temperatura axeitadamente. Esta temperatura para o chumbo, o mercurio e o estaño non é moi superior a aquela

á que vivimos. Polo contrario, fai falla un grao de calor moi grande para osixenar o ferro, o cobre, etc., polo menos por vía seca e cando a humidade non facilita a osixenación. Ás veces, a osixenación ocorre con extrema rapidez e, nese caso, vén acompañada de calor, de luz e incluso de lapas; tal ocorre na combustión do fósforo no aire atmosférico e na do ferro en gas osíxeno. A do xofre é menos rápida e, finalmente, a do chumbo, a do estaño e a da maior parte dos metais, transcorre moito máis de vagar e sen que se produza un desprendemento sensible de calórico e, sobre todo, de luz.

Hai substancias que teñen tal afinidade polo osíxeno, e que teñen a propiedade de osixenarse a temperatura tan baixa, que soamente as vemos no estado osixenado. Así ocorre co ácido muriático que nin a arte, nin quizais a natureza, foron quen de descompoñer ata o de agora, polo que só o coñecemos no estado de ácido. É probable que existan moitas outras substancias no reino mineral que, coma o ácido muriático, estean necesariamente osixenadas ao grao de calor ao que vivimos, non exercendo ningunha acción sobre o osíxeno porque xa están sen dúbida saturadas deste principio.

A exposición das substancias simples ao aire quentándoas ata un certo grao de temperatura, non é o único medio de as osixenar. En lugar de presentarlles o osíxeno unido ao calórico, pódeseles proporcionar unido a un metal polo que teña pouca afinidade. O óxido vermello de mercurio resulta moi apropiado para cumprir este obxectivo, sobre todo no caso dos corpos que non son atacados polo mercurio. O osíxeno neste óxido está moi pouco unido ao metal, desprendéndose ao grao de calor que pon vermello o vidro. En consecuencia, todos os corpos susceptibles de osixenación pódense osixenar con moita facilidade mesturándoos co óxido vermello de mercurio e quentándoos cun calor mediano.

O óxido negro de manganeso, o óxido vermello de chumbo, os óxidos de prata e, en xeral, case todos os óxidos metálicos,

poden servir, ata certo punto, para o mesmo obxectivo, escollendo preferentemente aqueles nos que o osíxeno se atopa menos retido. Todas as reducións ou vivificacións metálicas non son máis ca operacións deste tipo: son soamente osixenacións do carbón por un óxido metálico calquera. O carbón, combinado co osíxeno e co calórico, escapa en forma de gas ácido carbónico, e o metal queda puro e revivificado.

Tamén se poden osixenar todas as substancias combustibles combinándoas, ben con nitrato de potasa ou de sosa, ou ben con muriato osixenado de potasa. A un certo grao de calor, o osíxeno deixa o nitrato e o muriato para se combinar co corpo combustible; pero este tipo de osixenación soamente se debe intentar baixo precaucións extremas e sobre cantidades moi pequenas. O osíxeno entra na combinación dos nitratos e, sobre todo, dos muriatos osixenados, cunha cantidade de calórico case igual á que é necesaria para o converter en gas osíxeno. Esta inmensa cantidade de calórico queda libre de súpeto, no momento da súa combinación co corpo combustible, producindo detonacións terribles ás que nada se resiste.

Por último, pódense osixenar por vía húmida unha parte dos corpos combustibles e transformar en ácidos a maior parte dos óxidos dos tres reinos. A estes efectos, emprégase o ácido nítrico, que retén pouco o osíxeno, e que o cede facilmente a un gran número de corpos coa axuda dunha calor doce. Pódese tamén empregar ácido muriático osixenado nalgunha destas operacións, pero non en todas.

Chamo *binarias* ás combinacións das substancias simples co osíxeno, porque soamente están formadas pola unión de dúas substancias. Chamarei combinacións *ternarias* ás compostas de tres substancias simples e combinacións *cuaternarias* ás que se compoñen de catro substancias.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO OSÍXENO COS RADICAIS COMPOSTOS

	NOMES DOS RADICAIS	NOMES DOS ÁCIDOS RESULTANTES	
		NOMENCLATURA NOVA	NOMENCLATURA ANTIGA
Combinacións do osíxeno cos radicais compostos do reino mineral, tales como:	Radical nitromuriático	Ácido nitro-muriático	Auga rexia
Combinacións do osíxeno cos radicais carbono-hidrosos e hidro-carbonosos do reino vexetal, tales como o radical*:	Tartárico Málico Cítrico	Ácido tartaroso Ácido málico Ácido cítrico	Descoñecido polos antigos Descoñecido polos antigos Ácido do limón
	Pirolígnico	Ácido pirolígnoso	Ácido empireumático da madeira
	Piromúxico	Ácido piromucoso	Ácido empireumático do azucre
	Pirotartárico	Ácido pirotartaroso	Ácido empireumático do tártaro
	Oxálico	Ácido oxálico	Sal de aceda
	Acético	Ácido acetoso ou acético	Vinagre, ácido do vinagre Vinagre radical
	Succínico Benzoico Canfórico	Ácido succínico Ácido benzoico Ácido canfórico	Sal volátil de succino Flores de benxuí Descoñecido polos antigos
	Gálico	Ácido gálico	Principio astrínxente dos vexetais
Combinacións do osíxeno cos radicais carbono-hidrosos e hidro-carbonosos do reino animal, aos que se une case sempre o azote e frecuentemente o fósforo, tales como o radical**:	Láctico Saco-láctico Fórmico Bómbico Sebácico Lítico	Ácido láctico Ácido sacoláctico Ácido fórmico Ácido bómbico Ácido sebácico Ácido lítico	Ácido do soro acedo Descoñecido polos antigos Ácido das formigas Descoñecido polos antigos Descoñecido polos antigos Cálculo da vexiga
	Prúsico	Ácido prúsico	Materia colorante do azul de Prusia
<p>*Por un primeiro grao de osíxenación, estes radicais dan azucre, amidón, mucoso e, en xeral, todos os óxidos vexetais.</p> <p>**Por un primeiro grao de osíxenación, estes radicais dan a linfa animal, diferentes humores e, en xeral, todos os óxidos animais.</p>			

OBSERVACIÓNS
SOBRE AS COMBINACIÓNS DO OSÍXENO COS RADICAIS COMPOSTOS

Despois de publicar nas *Mémoires de l'Académie*, nos anos 1776, p. 671, e 1778, p. 535, unha nova teoría sobre a natureza e a formación dos ácidos, onde concluíu que o número destas substancias debía ser moito máis grande do que se cría ata entón, abriuse na química unha nova carreira: en lugar dos cinco ou seis ácidos que coñeciamos, descubríronse sucesivamente ata trinta, e o número dos sales neutros incrementouse na mesma proporción. O que nos queda por estudar agora é a natureza das bases acidificables e o grao de osixenación do que son susceptibles. Xa fixen notar que, no reino mineral, case todos os radicaís oxidables e acidificables eran simples; polo contrario, que no reino vexetal e, sobre todo, no reino animal, case non existía ningún que non estivese composto polo menos de dúas substancias, o hidróxeno e o carbono, ás que frecuentemente se unen o azote e o fósforo formando radicaís de catro bases.

Segundo estas observacións, os óxidos e os ácidos animais e vexetaís poden diferenciarse entre si: 1º) polo número de principios acidificantes que constitúen a súa base; 2º) polas diferentes proporcións destes principios; 3º) polo diferente grao de osixenación, o que abonda para explicar o gran número de variedades que presenta a natureza. Non é sorprendente, despois disto, que case todos os ácidos vexetaís se poidan converter uns noutros. Para logralo hai soamente que cambiar a proporción de carbono e de hidróxeno, ou osixenalos máis ou menos. Isto é o que fixo o Sr. Crell nuns experimentos moi enxeñosos que foron confirmados e ampliados máis tarde polo Sr. Hassenfratz. O resultado é que o carbono e o hidróxeno dan, nun primeiro grao de osixenación, o ácido tartaroso, nun segundo grao o ácido oxálico, e nun terceiro o ácido acetoso ou acético. Parece que na combinación destes últimos o carbono entra nunha proporción

un pouco menor. O ácido cítrico e o ácido málico difiren moi pouco dos precedentes.

Habería que concluír destas reflexións que os aceites son a base o radical dos ácidos vexetais e animais? Xa expresei as miñas dúbidas ao respecto. En primeiro lugar, aínda que os aceites parece que están compostos soamente por hidróxeno e carbono, non sabemos se a proporción que conteñen é precisamente a necesaria para constituíren os radicais ácidos. En segundo lugar, xa que os ácidos vexetais e animais non están soamente formados por hidróxeno e carbono, senón que o osíxeno entra tamén na súa composición, non hai razón para concluírmos que conteñan máis ben aceite ca ácido carbónico e auga. É verdade que conteñen os materiais propios de cada unha destas combinacións, pero estas non se formaron á temperatura habitual á que vivimos, e os tres principios están nun estado de equilibrio tal, que un grao de calor un pouco superior ao da auga a ebulición é suficiente para perturbalo. Pódese consultar o que teño dito a este respecto, na p. 190 e seguintes desta obra.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS BINARIAS DO AZOTE COAS SUBSTANCIAS SIMPLES

	SUBSTANCIAS SIMPLES	RESULTADO DAS COMBINACIÓNS	
		NOMENCLATURA NOVA	NOMENCLATURA ANTIGA
Combinacións do azote con	O calórico	Gas azote	Aire floxisticado, mofeta
	O hidróxeno	Amoniaco	Álcali volátil
	O osíxeno	Óxido nitroso	Base do gas nitroso
		Ácido nitroso	Ácido nitroso fumante
		Ácido nítrico	Ácido nitroso branco
	O carbono	Azoturo de carbono Combinación descoñecida. Sábese soamente que o carbono é susceptible de disolverse no azote, do que resulta un gas azótico carbonado	Descoñecida
	O fósforo	Azoturo de fósforo Combinación descoñecida	Descoñecida
	O xofre	Azoturo de xofre Combinación descoñecida. Sábese soamente que o xofre é susceptible de disolverse no gas azótico, do que resulta un gas azótico sulfurado	Descoñecida
	Os radicais compostos	O azote combinase co carbono e co hidróxeno e, ás veces, co fósforo, para formar radicais compostos que son susceptibles, como vimos máis arriba, de oxidarse e acidificarse. Este principio entra, xeralmente, en todos os radicais do reino animal.	Descoñecidas
As substancias metálicas	Estas combinacións son completamente descoñecidas. Se un día son descubertas, chamaranse azoturos metálicos	Descoñecidas	
O cal A magnesia A barita A alumina A potasa A sosa	Todas estas combinacións son completamente descoñecidas. Se un día descóbrense que son posibles, chamaranse azoturos de cal, azoturos de magnesio, etc.		

OBSERVACIONES
SOBRE O AZOTE E AS SUAS COMBINACIONES COAS SUBSTANCIAS SIMPLES

O azote é un dos principios máis amplamente estendido na natureza. Combinado co calórico orixina o gas azote ou mofeta, que forma cerca de dous terzos en peso do aire atmosférico. Permanece constantemente no estado de gas ao grao de presión e temperatura á que vivimos, e ningún grao de compresión nin de arrefriado puido, de momento, reduciilo ao estado líquido ou sólido.

Este principio é tamén un dos elementos que constitúen esencialmente as materias animais: nelas está combinado co carbono e co hidróxeno, ás veces co fósforo, xunguidos todos por unha certa cantidade de osíxeno que os leva ata o estado de óxido ou de ácido, segundo a cantidade de osixenación. Polo tanto, a natureza dos materiais animais pode variar, como ocorre cos vexetais, de tres maneiras: 1^o) polo número de substancias que entran na composición do radical; 2^o) pola súa proporción; 3^o) polo grao de osixenación.

O azote combinado co osíxeno forma os óxidos e ácidos nitrosos e nítricos; combinado co hidróxeno forma o amoníaco. As demais combinacións coas substancias simples son pouco coñecidas e denominarémolas *azoturos*, para conservar a coherencia da terminación *uro* que temos asignado a todas as substancias non osixenadas. É bastante probable que todas as substancias alcalinas pertenzan a este tipo de combinacións.

Hai moitas maneiras de obter gas azote: a primeira, tirándoo do aire común logo de absorber, por medio de sulfuro de potasa ou de cal disoltos en auga, o gas osíxeno que contén. Fan falla doce ou quince días para a absorción ser completa, aínda que o líquido se axite e se renove a superficie, e que se rompa a película que se forma.

A segunda, sacándoo das materias animais disolvéndoas en ácido nítrico diluído e case frío. O azote, nesta operación,

despréndese en forma de gas, e recóllese baixo campás cheas de auga no aparello pneumato-químico; cando se mestura cun terzo en peso de gas osíxeno, volve formar o aire atmosférico.

Unha terceira forma de obter este gas é sacándoo do nitro por detonación, ben sexa con carbón, ou con outros corpos combustibles. No primeiro caso o gas azote despréndese mesturado co gas ácido carbónico, que é absorbido a continuación por álcali cáustico ou auga de cal, quedando o gas azote puro.

Finalmente, unha cuarta maneira de obter este gas consiste en tiralo da combinación do amoníaco cos óxidos metálicos. O hidróxeno do amoníaco combínase co osíxeno do óxido formando auga, como ten observado o Sr. de Fourcroy; ao mesmo tempo o azote, xa libre, despréndese en forma de gas.

Non hai moito tempo que na química se coñecen as combinacións do azote. O Sr. Cavendish foi o primeiro que o observou no gas e no ácido nitroso. O Sr. Berthollet descubriuno despois no amoníaco e no ácido prúsico. Ata aquí, todo fai pensar que esta substancia é simple e elemental; polo menos non hai ningunha proba de que poida ser descomposta, e isto é motivo abondo para xustificar o lugar que lle asignamos.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS BINARIAS DO HIDRÓXENO COAS SUBSTANCIAS SIMPLES

	NOMES DAS SUBSTANCIAS SIMPLES	RESULTADO DAS COMBINACIÓNS	
		NOMENCLATURA NOVA	OBSERVACIÓNS
Combinacións do hidróxeno con:	O calórico	Gas hidróxeno	Esta combinación do osíxeno e do carbono comprende os aceites fixos e volátiles, e forma o radical dunha parte dos óxidos e ácidos vexetais e animais; cando ocorre en estado gasoso fórmase gas hidróxeno carbonado
	O azote	Amoniaco ou álcali volátil	
	O osíxeno	Auga	
	O xofre	Combinación descoñecida*	
	O fósforo		
	O carbono	Radical hidro-carbonoso ou carbono-hidroso	
	O antimonio	Hidruro de antimonio	Algunhas destas combinacións non son coñecidas e, aparentemente, non poden existir á temperatura á que vivimos, por culpa da gran afinidade do hidróxeno polo calórico
	O arsénico	Hidruro de arsénico	
	O bismuto	Hidruro de bismuto	
	O chumbo	Hidruro de chumbo	
	O cobalto	Hidruro de cobalto	
	O cobre	Hidruro de cobre	
	O estaño	Hidruro de estaño	
	O ferro	Hidruro de ferro	
	O manganeso	Hidruro de manganeso	
	O mercurio	Hidruro de mercurio	
	O molibdeno	Hidruro de molibdeno	
	O níquel	Hidruro de níquel	
	O ouro	Hidruro de ouro	
	O platino	Hidruro de platino	
	A prata	Hidruro de prata	
	O volframio	Hidruro de volframio	
	O zinc	Hidruro de zinc	
	A potasa	Hidruro de potasa	
	A sosa	Hidruro de sosa	
	O amoniaco	Hidruro de amoniaco	
	O cal	Hidruro de cal	
	A magnesia	Hidruro de magnesia	
	A barita	Hidruro de barita	
	A alumina	Hidruro de alumina	
* Estas combinacións ocorren en estado gasoso e delas resulta gas hidróxeno saturado e fosforado			

OBSERVACIÓNS
SOBRE O HIDRÓXENO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O hidróxeno, como a súa denominación indica, é un dos principios da auga, constituíndo o quince por cento da súa composición; o osíxeno forma o oitenta e cinco por cento restante. Esta substancia, de propiedades e mesmo existencia coñecidas dende hai pouco tempo, é un dos principios máis abundantemente repartidos na natureza, sendo un dos que xoga un papel principal no reino vexetal e no reino animal.

A afinidade do hidróxeno polo calórico e tal que se mantén constantemente en estado gas ao grao de calor e presión ao que vivimos. Resulta pois imposible coñecer este principio en estado concreto e desprovisto de toda combinación.

Para obter o hidróxeno ou, mellor dito, o gas hidróxeno, soamente fai falta ofrecerlle á auga unha substancia pola que o osíxeno teña máis afinidade ca polo hidróxeno. Axiña o hidróxeno queda libre, combínase co calórico e forma gas hidróxeno. Para facer esta separación adóitase empregar ferro, sendo necesario elevar a súa temperatura ata poñelo candente. O ferro oxídase nesta operación, e vólvese semellante ao mineral de ferro da illa de Elba. Neste estado, resulta moito menos atraído polo imán e disólvese sen efervescencia nos ácidos.

O carbono, en forma de brasa, ten igualmente a propiedade de descompoñer a auga e de subtraerlle o osíxeno ao hidróxeno; pero entón tamén se forma ácido carbónico que se mestura co gas hidróxeno; ambos os gases sepáranse facilmente porque o ácido carbónico é absorbido pola auga e os álcalis, mentres que o hidróxeno non. Tamén se pode obter gas hidróxeno disolvendo ferro ou zinc en ácido sulfúrico diluído. Estes metais, que descompoñen con moita dificultade e moi lentamente a auga cando están sós, descompóñena polo contrario con moita facilidade cando son axudados pola presenza do ácido sulfúrico. No trans-

curso desta operación, o hidróxeno únese ao calórico tan pronto queda libre, e despréndese como gas hidróxeno.

Algúns químicos de moito mérito están convencidos de que o hidróxeno é o floxisto de Stahl e, como este célebre químico admitía floxisto nos metais, no xofre, no carbón, etc, vense obrigados a supoñer que existe igualmente hidróxeno fixado e combinado en todas esas substancias; supóñeno, pero non o proban, e aínda probándoo non avanzarían ren porque ese desprendemento de gas hidróxeno non explica de ningún modo os fenómenos da calcinación e da combustión. Habería que volver sempre ao exame da seguinte cuestión: o calórico e a luz que se desprenden durante os diferentes tipos de combustións son subministrados polo corpo que se queima ou polo gas osíxeno que se fixa en todas as operacións? E, certamente, a suposición da existencia de hidróxeno nos diferentes corpos combustibles non proxecta luz algunha sobre esta cuestión. En calquera caso, corresponde aos que fan suposicións, probalas; e calquera doutrina que sexa quen de explicar os feitos tan ben e de xeito tan natural, sen necesidade de facer suposicións, terá polo menos a vantaxe da simplicidade.

Pódese ver o que o Sr. de Morveau, o Sr. Berthollet, o Sr. de Fourcroy e máis eu, publicamos sobre esta gran cuestión na tradución do ensaio do Sr. Kirwan sobre o floxisto⁵.

⁵ *Essai sur le phlogistique, et sur la constitution des acides*, Paris, rue et Hôtel Serpente (Cuchet) 1788, traducción ao francés da obra orixinal de Richard Kirwan *Essay on Phlogiston and the Constitution of Acids* feita por Marie Anne Paulze, con comentarios dos Srs. de Morveau, Lavoisier, Laplace, Mongue, Berthollet e de Fourcroy [N. dos TT.].

OBSERVACIONES
SOBRE O XOFRE E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIONES COAS
SUBSTANCIAS SIMPLES

O xofre é unha das substancias combustibles con maior tendencia a combinarse. Atópase en estado concreto á temperatura habitual á que vivimos, e soamente se licúa a unha calor superior nuns cantos graos á da auga fervendo.

A natureza preséntanos o xofre xa formado, e case no seu máis alto grao de pureza, nos produtos volcánicos; tamén nolo presenta, moito máis frecuentemente, no estado de ácido sulfúrico, é dicir, combinado co osíxeno, e nese estado atopámolo nas arxilas, nos xesos, etc. Para o ácido sulfúrico destas substancias transformarse en xofre, é necesario retirarlle o osíxeno, o que se consegue combinándoo con carbón en ascuas. Fórmase ácido carbónico que se desprende en forma de gas, e queda un sulfuro que se descompón cun ácido: o ácido únese á base e o xofre precipita.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS BINARIAS DO FÓSFORO NON OSIXENADO COAS SUBSTANCIAS SIMPLES

	NOMES DAS SUBSTANCIAS SIMPLES	RESULTADO DAS COMBINACIÓNS	
		NOMENCLATURA NOVA	OBSERVACIÓNS
Combinacións do fósforo con:	O calórico	Gas de fósforo	
	O osíxeno	Óxido de fósforo Ácido fosforoso Ácido fosfórico	
	O hidróxeno	Fosfuro de hidróxeno	
	O azote	Fosfuro de azote	
	O xofre	Fosfuro de xofre	
	O carbono	Fosfuro de carbono	
	O antimonio	Fosfuro de antimonio	De todas estas combinacións soamente se coñece o fosfuro de ferro, ao que se lle deu o nome pouco axeitado de <i>siderita</i> ; aínda non se sabe de certo se o fósforo nesta combinación está ou non osixenado
	O arsénico	Fosfuro de arsénico	
	O bismuto	Fosfuro de bismuto	
	O chumbo	Fosfuro de chumbo	
	O cobalto	Fosfuro de cobalto	
	O cobre	Fosfuro de cobre	
	O estaño	Fosfuro de estaño	
	O ferro	Fosfuro de ferro	
	O manganeso	Fosfuro de manganeso	
	O mercurio	Fosfuro de mercurio	
	O molibdeno	Fosfuro de molibdeno	
	O níquel	Fosfuro de níquel	
	O ouro	Fosfuro de ouro	
	O platino	Fosfuro de platino	
	A prata	Fosfuro de prata	
	O volframio	Fosfuro de volframio	
	O zinc	Fosfuro de zinc	
	A potasa	Fosfuro de potasa	Estas combinacións aínda non se coñecen. Parece que son imposibles consonte os experimentos do Sr. Gengembre.
	A sosa	Fosfuro de sosa	
	O amoniaco	Fosfuro de amoniaco	
	O cal	Fosfuro de cal	
	A barita	Fosfuro de barita	
	A magnesia	Fosfuro de magnesia	
	A alumina	Fosfuro de alumina	

OBSERVACIÓNS
SOBRE O FÓSFORO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS COAS
SUBSTANCIAS SIMPLES

O fósforo é unha substancia combustible simple, a existencia do cal pasou desapercibida para os químicos antigos. Foi descuberto en 1667 por Brandt que mantivo oculto o procedemento empregado; pouco despois Kunckel descubriu e publicou o segredo de Brandt, e o nome de fósforo de Kunckel, que se conservou ata os nosos días, proba que o recoñecemento público se outorga a quen publica, máis que a quen descubre, cando este fai un misterio do seu descubrimento. Naquel momento o fósforo extraíase soamente dos ouriños e aínda que o método de preparación aparecía descrito en varias obras, particularmente polo Sr. Homberg nas *Mémoires de l'Académie des Sciences* do ano 1692, Inglaterra foi durante moito tempo a única encargada de subministralo aos sabios de toda Europa. Foi en 1737 cando se preparou por primeira vez en Francia, no *Jardin Royal des Plantes*, en presenza de comisarios da Academia das Ciencias. Agora tírase dun xeito máis doado e, sobre todo, máis económico, dos ósos dos animais, que son un verdadeiro fosfato calcario. O procedemento máis simple consiste, segundo os Srs. Gahn, Scheele, Rouelle, etc., en calcinar os ósos dos animais adultos ata atopárense case brancos. Machúcanse e pásanse por unha peneira de seda e, de seguido, vértese enriba ácido sulfúrico diluído, pero nunha cantidade menor da necesaria para disolver a totalidade dos ósos. Este ácido únese á terra dos ósos para formar sulfato de cal; ao mesmo tempo, despréndese o ácido fosfórico que queda libre no licor. Entón decántase, lávase o residuo, e a auga de lavado xúntase co licor decantado. Hai que evaporar para separar o sulfato de cal que cristaliza en filamentos sedosos, e rematáse por obter o ácido fosfórico baixo a forma dun vidro branco e transparente que, reducido a po e mesturado cun terzo do seu peso de carbón, xera un bo fósforo. O ácido

fosfórico que se obtén por este procedemento nunca é tan puro coma o que se saca do fósforo, ben sexa por combustión ou por medio do ácido nítrico e, polo tanto, non debe empregarse en experimentos de investigación.

O fósforo atópase en case todas as substancias animais e en certas plantas que teñen, segundo a análise química, un carácter animal. Normalmente está combinado co carbono, o azote e o hidróxeno, do que resultan radicais moi complexos. Estes radicais son levados normalmente ata o estado de óxidos por unha porción de osíxeno. O descubrimento desta substancia no carbón de madeira, feito polo Sr. Hassenfratz, invita a sospeitar que é máis común do que se pensa no reino vexetal. Do que non hai dúbida é de que familias enteiras de plantas subministrano cando son tratadas axeitadamente. Eu sitúo ao fósforo entre os corpos combustibles simples, porque ningún experimento fai pensar que se poida descompoñer. Prende lume a 32 graos do termómetro.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS BINARIAS DO CARBONO NON OSIXENADO COAS SUBSTANCIAS SIMPLES

	NOMES DAS SUBSTANCIAS SIMPLES	RESULTADO DAS COMBINACIÓNS	
		NOMENCLATURA NOVA	OBSERVACIÓNS
Combinacións do carbono con:	O osíxeno	Óxido de carbono	Descoñecido
		Ácido carbónico	Aire fixo dos ingleses, ácido cretáceo do Sr. Bucquet e do Sr. Fourcroy
	O xofre O fósforo O azote	Carburo de xofre Carburo de fósforo Carburo de azote	Combinacións descoñecidas
	O hidróxeno	Radical carbono-hidroso Aceites fixos e volátiles	
	O antimonio O arsénico O bismuto O chumbo O cobalto O cobre O estaño O ferro O manganeso O mercurio O molibdeno O níquel O ouro O platino A prata O volframio O zinc	Carburo de antimonio Carburo de arsénico Carburo de bismuto Carburo de chumbo Carburo de cobalto Carburo de cobre Carburo de estaño Carburo de ferro Carburo de manganeso Carburo de mercurio Carburo de molibdeno Carburo de níquel Carburo de ouro Carburo de platino Carburo de prata Carburo de volframio Carburo de zinc	De todas estas combinacións, só se coñecen o carburo de ferro e o de cinc, aos que se lles deu o nome de <i>plombaxina</i> ; os outros aínda non foron preparados nin observados
	A potasa A sosa O amoníaco	Carburo de potasa Carburo de sosa Carburo de amoníaco	Combinacións descoñecidas
	O cal A magnesia A barita A alumina	Carburo de cal Carburo de magnesia Carburo de barita Carburo de alumina	Combinacións descoñecidas

OBSERVACIÓNS
SOBRE O CARBONO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Como ningún experimento nos ten demostrado ata o de agora que exista a posibilidade de descompoñer o carbono, debemos consideralo, nestes intres, unha substancia simple. Parece probado polos experimentos recentes que se atopa completamente formado nos vexetais, onde, como xa fixen observar, está combinado co hidróxeno, e algunhas veces co azote e co fósforo, formando radicais compostos, e que, finalmente, estes radicais son levados axiña ata o estado de óxidos ou de ácidos, dependendo da proporción de osíxeno que se lles engada.

Para obter o carbono contido nas materias vexetais ou animais abonda con quentalas, primeiro cun lume moderado e logo forte, co fin de descompoñer as últimas porcións de auga que o carbón retén obstinadamente. Nas operacións químicas utilízanse normalmente retortas de gres ou porcelana, nas que se introduce a madeira ou outros materiais combustibles, e que se colocan no lume dun bo forno de reverbero. A calor volatiliza ou, o que é o mesmo, converte en gas todas as substancias susceptibles diso, e o carbono, por ser o máis fixo, queda combinado cun pouco de terra e algúns sales fixos. Nas artes, a carbonización da madeira faise por un procedemento menos custoso: dispónse a madeira amoreada, recóbrese de terra de xeito que a comunicación co aire sexa só a necesaria para facer arder a madeira e para botar fóra o aceite e a auga, e seguidamente apágase o lume tapando os buratos que se fixeran na terra do forno.

Hai dúas maneiras de analizar o carbono: a súa combustión no aire, ou mellor, no gas osíxeno, e a súa osixenación polo ácido nítrico. Nos dous casos convértese en ácido carbónico e deixa un residuo de cal, potasa e algúns sales neutros. Os químicos non se teñen preocupado moito desta clase de análise e mesmo non está rigorosamente demostrado que a potasa exista no carbón antes da combustión.

OBSERVACIONES
SOBRE OS RADICAIS MURIÁTICO, FLUÓRICO E BORÁCICO,
E AS SÚAS COMBINACIONES

Non se fixo unha táboa para presentar os resultados das combinacións destas substancias, ben entre si, ben cos outros corpos combustibles, porque son completamente descoñecidas. Soamente se sabe que estes radicaís se osixenan, que forman os ácidos muriático, fluórico e borácico, e que así poden entrar nun gran número de combinacións; pero a química non conseguiu aínda desosixenalos, se se me permite esta expresión, e obtelos en estado simple. Para conseguilo faría falta atopar un corpo polo que o osíxeno tivera máis afinidade da que ten polos radicaís muriático, fluórico e borácico, ou ben servirse das afinidades dobres. Pódese consultar, nas observacións relativas aos ácidos muriático, fluórico e borácico⁶, o que sabemos sobre a orixe dos seus radicaís.

OBSERVACIONES
SOBRE A COMBINACIÓN DOS METAIS ENTRE SI

Para poñer fin a todo o que fai referencia ás substancias simples, cumpriría presentar aquí as táboas das combinacións de todos os metais uns cos outros; pero como estas táboas serían moi voluminosas e incompletas a falta das investigacións que aínda están por facer, decidín suprimilas. Abondará con dicir que todas estas combinacións reciben o nome de aliaxes, e que se debe nomear primeiro o metal máis abundante na composición metálica. Así, a aliaxe de ouro e prata, ou o ouro aliado ca prata, denota unha combinación onde o ouro é o metal dominante.

As aliaxes metálicas teñen, como todas as demais combinacións, o seu grao de saturación, e mesmo parece, segundo os experimentos do Sr. de la Briche, que teñen dous graos moi distintos.

⁶ Véx. máis adiante, p. 276 e seg. [N. dos TT.].

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO AZOTE OU RADICAL NÍTRICO,
LEVADO ATA O ESTADO DE ÁCIDO NITROSO POLA COMBINACIÓN
DE SUFICIENTE CANTIDADE DE OSÍXENO,
COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA
AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS	
		NOMENCLATURA NOVA	OBSERVACIÓNS
Combinacións do ácido nitroso con:	A barita	Nitrito de barita	Fai moi poucos anos que estes sales foron descubertos e aínda non teñen sido nomeados
	A potasa	Nitrito de potasa	
	A sosa	Nitrito de sosa	
	O cal	Nitrito de cal	
	A magnesia	Nitrito de magnesia	
	O amoniaco	Nitrito de amoniaco	
	A alumina	Nitrito de alumina	
	O óxido de zinc	Nitrito de zinc	Como os metais se disolven nos ácidos nitroso e nítrico, a diferentes graos de osixenación, deben resultar sales nos que o ácido se atopa en estados realmente diferentes. Aqueles nos que o metal estea menos osixenado chamaranse <i>nitritos</i> , e nos que estea máis osixenado chamaranse <i>nitratos</i> ; pero non é fácil determinar o límite desta distinción. Os antigos non coñecían ningún destes sales
	O óxido de ferro	Nitrito de ferro	
	O óxido de manganeso	Nitrito de manganeso	
	O óxido de cobalto	Nitrito de cobalto	
	O óxido de níquel	Nitrito de níquel	
	O óxido de chumbo	Nitrito de chumbo	
	O óxido de estaño	Nitrito de estaño	
	O óxido de cobre	Nitrito de cobre	
	O óxido de bismuto	Nitrito de bismuto	
	O óxido de antimonio	Nitrito de antimonio	
	O óxido de arsénico	Nitrito de arsénico	
	O óxido de mercurio	Nitrito de mercurio	
	O óxido de prata*	Nitrito de prata	
O óxido de ouro*	Nitrito de ouro		
O óxido de platino*	Nitrito de platino		

* É moi probable que non existan os nitritos de prata, de ouro e de platino, senón soamente os nitratos destes metais.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO AZOTE COMPLETAMENTE SATURADO DE OSÍXENO E LEVADO ATA O ESTADO DE ÁCIDO NÍTRICO, COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO

	NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS	
		NOMENCLATURA NOVA	NOMENCLATURA ANTIGA
Combinacións do ácido nítrico con:	A barita	Nitrato de barita	Nitro con base de terra pesada
	A potasa	Nitrato de potasa, salitre	Nitro, nitro con base de álcali vexetal, salitre
	A sosa	Nitrato de sosa	Nitro cuadrangular Nitro con base de álcali mineral
	O cal	Nitrato de cal	Nitro calcario, nitro con base terrosa Auga nai de nitro ou de salitre
	A magnesia O amoniaco	Nitrato de magnesia Nitrato de amoniaco	Nitro con base de magnesia Nitro amoniacal
	A alumina	Nitrato de alumina	Alume nitroso, nitro arxiloso, nitro con base de terra de alume
	O óxido de zinc O óxido de ferro O óxido de manganeso O óxido de cobalto O óxido de níquel	Nitrato de zinc Nitrato de ferro Nitrato de manganeso Nitrato de cobalto Nitrato de níquel	Nitro de zinc Nitro de ferro, nitro marcial Nitro de manganeso Nitro de cobalto Nitro de níquel
	O óxido de chumbo	Nitrato de chumbo	Nitro de chumbo, nitro de Saturno
	O óxido de estaño	Nitrato de estaño	Nitro de estaño
	O óxido de cobre	Nitrato de cobre	Nitro de cobre, nitro de Venus
	O óxido de bismuto O óxido de antimonio	Nitrato de bismuto Nitrato de antimonio	Nitro de bismuto Nitro de antimonio
	O óxido de arsénico	Nitrato de arsénico	Nitro de arsénico Nitro arsenical
	O óxido de mercurio	Nitrato de mercurio	Nitro mercurial Nitro de mercurio
	O óxido de prata	Nitrato de prata	Nitro de prata Nitro de lúa, pedra infernal
	O óxido de ouro O óxido de platino	Nitrato de ouro Nitrato de platino	Nitro de ouro Nitro de platino

OBSERVACIÓNS
SOBRE OS ÁCIDOS NITROSO E NÍTRICO, E A TÁBOA DAS SÚAS
COMBINACIÓNS

Os ácidos nitroso e nítrico obtéñense dun sal coñecido nas artes polo nome de *salitre*. Este sal extráese por lixiviación dos entullos dos vellos edificios e das terras das adegas, da corte dos cabalos, dos celeiros e, en xeral, dos sitios habitados. Nestas terras, o ácido nítrico está frecuentemente unido ao cal e á magnesia, ás veces á potasa e raramente á alumina. Como todos estes sales, coa excepción dos que teñen por base á potasa, atraen a humidade do aire e serían difíciles de conservar para o seu uso nas artes, aprovéitase a grande afinidade que ten a potasa polo ácido nítrico e a súa propiedade de precipitar o cal, a magnesia e a alumina, para transformar, no decurso do labor do salitreiro e durante o refinado que se fai de seguido nos almacéns do rei, todos os sales nítricos en nitrato de potasa ou salitre. Para obter o ácido nitroso a partir dese sal, póñense nunha retorta tubular tres partes de salitre moi puro e unha de ácido sulfúrico concentrado, e adaptáselle un balón con dúas saídas ao que se lle une o aparello de Woulfe, é dicir, uns frascos con varias bocas cheos ata a metade de auga, e unidos por tubos de vidro. Este aparello atópase representado na lámina IV, figura 1. Sélanse moi ben todas as unións con masilla e quéntase de xeito gradual, destilando o ácido nitroso en forma de vapores vermellos, é dicir, cargado de gas nitroso ou, por dicilo doutro xeito, menos osixenado do que podería estar. Unha parte deste ácido condénsase no balón formando un licor amarelo avermellado moi escuro; o resto combínase coa auga dos frascos. Ao mesmo tempo despréndese unha gran cantidade de osíxeno, debido a que, a unha temperatura un pouco elevada, o osíxeno ten máis afinidade co calórico que co óxido nitroso, mentres que acontece o contrario á temperatura habitual á que vivimos. Precisamente porque unha parte do osíxeno abandonou o ácido

nítrico, este converteuse en ácido nitroso. Podemos pasar agora de nitroso a nítrico quentando suavemente, pero por esta vía obtense un ácido nítrico moi diluído e hai, ademais, unha perda considerable.

Conséguese ácido nítrico moito máis concentrado e con moita menos perda, mesturando salitre e arxila ben seca e quentándoos nunha retorta de gres. A arxila combínase coa potasa pola que ten moita afinidade; ao mesmo tempo, despréndese ácido nítrico, moi lixeiramente fumegante, que só contén unha pequena porción de gas nitroso, da que se libera facilmente quentándoo con suavidade nunha retorta; deste xeito, no recipiente obtense unha pequena porción de ácido nitroso e o ácido nítrico queda na retorta.

Vimos previamente nesta obra que o azote era o radical do nítrico. Se a vinte partes e media en peso de azote se lle unen corenta e tres partes e media de osíxeno, esta proporción formará o óxido ou gas nitroso; se a esta primeira combinación lle engadimos trinta e seis partes de osíxeno, teremos o ácido nítrico. As proporcións intermedias a estas, orixinan diferentes especies de ácidos nitrosos; é dicir, de ácido nítrico máis ou menos impregnado de gas nitroso. Determinei estas proporcións por vía da descomposición e, aínda que non podo asegurar que sexan rigorosamente exactas, penso que non poden apartarse moito da verdade. O Sr. Cavendish, que foi o primeiro en probar pola vía da composición que o azote era o radical do nítrico, deu valores un pouco diferentes, nos que o azote entra en maior proporción, pero é probable que o que el formou fora ácido nitroso e non ácido nítrico, sendo esta circunstancia suficiente para explicar, ata certo punto, a diferenza de resultados.

Para obter ácido nítrico moi puro é necesario utilizar nitro desprovisto de calquera mestura de corpos estraños. Se, despois da destilación, se sospeita que quedan algúns restos de ácido sulfúrico, bótanse algunhas gotas de disolución de nitrato de barita: o ácido sulfúrico únese coa barita e forma un sal neu-

tro insoluble que precipita. Coa mesma facilidade sepáranse as últimas porcións que puideren quedar de ácido muriático, engadindo algunhas gotas de nitrato de prata: o ácido muriático contido no ácido nítrico únese á prata, coa que ten máis afinidade, e precipita en forma de muriato de prata, que é case insoluble. Feitas estas dúas precipitacións, destíllase ata que pasen arredor das sete oitavas partes do ácido, que está entón, con certeza, perfectamente puro.

O ácido nítrico é un dos que ten maior tendencia a combinarse e, o mesmo tempo, dos que se descompoñen máis facilmente. Non hai substancia, de exceptuar o ouro, a prata e o platino, que non lle quite máis ou menos o osíxeno; algunhas mesmo o descompoñen por completo. É un antigo coñecido dos químicos, e as súas combinacións teñen sido máis estudadas que as de ningún outro ácido. Os Srs. Macquer et Baumé denominaron *nitros* a todas as sales que teñen o nítrico por ácido. Nos derivamos o nome da mesma orixe, pero cambiamos a terminación e chamámoslos *nitratos* ou *nitritos*, segundo que tivesen por ácido o nítrico ou o nitroso, en conformidade coa lei xeral da que explicamos os fundamentos no capítulo XVI. Da mesma maneira, seguindo os principios xerais establecidos, especificamos o nome de cada sal por medio do nome da súa base.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS, POR VÍA HÚMIDA, DO ÁCIDO SULFÚRICO OU XOFRE OSIXENADO COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO

				NOMENCLATURA NOVA		
				NÚMEROS	NOMES DAS BASES	SALES NEUTROS RESULTANTES
Combinacións do ácido sulfúrico con:	1	A barita	Sulfato de barita			
	2	A potasa	Sulfato de potasa			
	3	A sosa	Sulfato de sosa			
	4	O cal	Sulfato de cal			
	5	A magnesia	Sulfato de magnesia			
	6	O amoniaco	Sulfato de amoniaco			
	7	A alumina	Sulfato de alumina ou alume			
	8	O óxido de zinc	Sulfato de zinc			
	9	O óxido de ferro	Sulfato de ferro			
	10	O óxido de manganeso	Sulfato de manganeso			
	11	O óxido de cobalto	Sulfato de cobalto			
	12	O óxido de níquel	Sulfato de níquel			
	13	O óxido de chumbo	Sulfato de chumbo			
	14	O óxido de estaño	Sulfato de estaño			
	15	O óxido de cobre	Sulfato de cobre			
	16	O óxido de bismuto	Sulfato de bismuto			
	17	O óxido de antimonio	Sulfato de antimonio			
	18	O óxido de arsénico	Sulfato de arsénico			
	19	O óxido de mercurio	Sulfato de mercurio			
	20	O óxido de prata	Sulfato de prata			
	21	O óxido de ouro	Sulfato de ouro			
	22	O óxido de platino	Sulfato de platino			

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS, POR VÍA HÚMIDA, DO ÁCIDO
SULFÚRICO OU XOFRE OSIXENADO COAS BASES SALIFICABLES,
ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO
(CONTINUACIÓN)**

NOMENCLATURA ANTIGA			
	NÚMEROS	NOMES DAS BASES	SALES NEUTROS RESULTANTES
Combinacións do ácido vitriólico con:	1	A terra pesada	Vitriolo de terra pesada, espato pesado
	2	O álcali fixo vexetal	Tártaro vitriolado, sal de duobus, arcano duplicado
	3	O álcali fixo mineral	Sal de Glauber
	4	A terra calcaria	Selenita, xeso, vitriolo calcario
	5	A magnesia	Vitriolo de magnesia, sal de Epsom, sal de Sedlitz
	6	O álcali volátil	Sal amoniactal secreto de Glauber
	7	A terra de alume	Alume
	8	O cal de zinc	Vitriolo branco, vitriolo de Goslard Caparrosa branca, vitriolo de zinc
	9	O cal de ferro	Caparrosa verde, vitriolo marcial, vitriolo de ferro
	10	O cal de manganeso	Vitriolo de manganeso
	11	O cal de cobalto	Vitriolo de cobalto
	12	O cal de níquel	Vitriolo de níquel
	13	O cal de chumbo	Vitriolo de chumbo
	14	O cal de estaño	Vitriolo de estaño
	15	O cal de cobre	Vitriolo de cobre
	16	O cal de bismuto	Vitriolo de bismuto
	17	O cal de antimonio	Vitriolo de antimonio
	18	O cal de arsénico	Vitriolo de arsénico
	19	O cal de mercurio	Vitriolo de mercurio
	20	O cal de prata	Vitriolo de prata
	21	O cal de ouro	Vitriolo de ouro
	22	O cal de platino	Vitriolo de platino

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO SULFÚRICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O ácido sulfúrico obtívose durante moito tempo por destilación do sulfato de ferro ou vitriolo de Marte, no que este ácido está unido ao ferro. Esta destilación foi descrita por Basile Valentín no século XV. Hoxe en día prefírese tiralo do xofre por combustión, porque sae moito máis barato que o que se pode extraer dos diferentes sales sulfúricos. Para facilitar a combustión do xofre e a súa osixenación, mestúrase cun pouco salitre ou nitrato de potasa en po. Este último descomponse subministrándolle ao xofre unha parte do seu osíxeno, o que facilita a súa conversión en ácido. A pesar da adición de salitre, non se pode manter a combustión do xofre en recipientes pechados, por moi grandes que sexan, máis aló dun tempo determinado. A combustión cesa por dúas razóns: 1^o) porque o gas osíxeno se esgota e o aire no que se fai a combustión queda case reducido ao estado de gas azote; 2^o) porque o mesmo ácido, que permanece moito tempo en estado de vapor, obstaculiza a combustión. Nos traballos das artes a grande escala, a mestura de xofre e salitre quéimase en grandes cámaras coas paredes recubertas de pranchas de chumbo, deixando unha pouca auga no fondo para facilitar a condensación dos vapores. Elimínase de seguido esta auga introducindo o sulfúrico obtido en grandes retortas e destilando a unha temperatura moderada, co que pasa unha auga lixeiramente ácida, quedando na retorta o ácido sulfúrico concentrado. Neste estado é diáfano, inodoro, e pesa máis ou menos o dobre ca a auga. Poderíase prolongar a combustión do xofre e acelerar a produción de ácido sulfúrico, introducindo nas grandes cámaras forradas de chumbo nas que se fai a operación, o vento de varios foles dirixidos sobre a lapa. Ao mesmo tempo evacuaríase o gas azote por medio de longas canles tipo serpentín, nas que estaría en contacto coa auga, co obxecto de eliminar todo o ácido sulfuroso ou sulfúrico que puidera conter.

Segundo un primeiro experimento do Sr. Berthollet, sesenta e nove partes de xofre, ao se queimaren, absorben trinta e unha partes de osíxeno para formar cen partes de ácido sulfúrico. De acordo cun segundo experimento feito por outro método, sesenta e dúas partes de xofre absorben vinte e oito de osíxeno para formar a mesma cantidade de cen partes de ácido sulfúrico seco.

Este ácido, como todos os demais, soamente dissolve os metais cando estes teñen sido previamente oxidados. Non obstante, a maior parte son capaces de descompoñer unha porción de ácido, tirándolle osíxeno bastante como para se disolveren logo no ácido restante. Isto é o que acontece coa prata, o mercurio e mesmo co ferro e o zinc, cando se disolven en ácido sulfúrico concentrado e fervendo. Estes metais oxídanse e disólvense, pero non lle quitan ao ácido o suficiente osíxeno para o reducir a xofre. Redúceno soamente ata o estado de ácido sulfuroso que entón se desprende en forma de gas. Cando a prata, o mercurio e mesmo calquera metal que non sexa ferro ou cinc, se poñen en ácido sulfúrico diluído, como non teñen a suficiente afinidade co osíxeno para quitarllo nin ao xofre, nin ao ácido sulfuroso, nin ao hidróxeno, son completamente insolubles no sulfúrico. Non acontece o mesmo co zinc e o ferro: estes dous metais, axudados pola presenza do ácido, descompoñen a auga, oxídanse ás súas expensas e vólvense solubles no ácido, aínda non estando este concentrado nin a ebulición.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO ÁCIDO SULFUROSO COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO

			NOMENCLATURA NOVA	
			NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido sulfuroso con:	A barita			Sulfito de barita
	A potasa			Sulfito de potasa
	A sosa			Sulfito de sosa
	O cal			Sulfito de cal
	A magnesia			Sulfito de magnesia
	O amoníaco			Sulfito de amoníaco
	A alumina			Sulfito de alumina
	O óxido de zinc			Sulfito de zinc
	O óxido de ferro			Sulfito de ferro
	O óxido de manganeso			Sulfito de manganeso
	O óxido de cobalto			Sulfito de cobalto
	O óxido de níquel			Sulfito de níquel
	O óxido de chumbo			Sulfito de chumbo
	O óxido de estaño			Sulfito de estaño
	O óxido de cobre			Sulfito de cobre
	O óxido de bismuto			Sulfito de bismuto
	O óxido de antimonio			Sulfito de antimonio
	O óxido de arsénico			Sulfito de arsénico
	O óxido de mercurio			Sulfito de mercurio
	O óxido de prata			Sulfito de prata
O óxido de ouro			Sulfito de ouro	
O óxido de platino			Sulfito de platino	

Nota. Destes sales, os antigos só coñecían o sulfito de potasa que conservou, ata hai pouco, o nome de sal sulfurosa de Stahl. Antes de termos proposto a nova nomenclatura, os sales sulfurosos nomeábanse como segue: *sal sulfuroso de Stahl con base de álcali fixo vexetal, sal sulfuroso de Stahl con base de álcali fixo mineral, sal sulfuroso de Stahl con base de terra calcaria.*

Nesta táboa seguiuise a orde de afinidades indicada polo Sr. Bergman para o ácido sulfúrico porque, en efecto, a respecto dos álcalis e das terras, a orde é a mesma para o ácido sulfuroso. Pero non é certo que o sexa para os óxidos metálicos.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO SULFUROSO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O ácido sulfuroso está formado, como o ácido sulfúrico, pola combinación do xofre co osíxeno, pero contén unha proporción menor deste último. Pódese obter de diferentes maneiras: 1^o) facendo arder o xofre lentamente; 2^o) destilando o ácido sulfúrico sobre prata, antimonio, chumbo, mercurio ou carbón, xa que unha parte do osíxeno únese ao metal e o ácido pasa ao estado de ácido sulfuroso. Este ácido atópase de xeito natural en estado gasoso á temperatura e presión á que vivimos, pero segundo os experimentos do Sr. Clouet, parece que se condensa e se transforma nun líquido cun arrefriado moi forte. A auga absorbe moito máis deste gas ca de gas ácido carbónico, pero moito menos ca de gas ácido muriático.

É unha verdade ben establecida, que quizais xa repetín demasiado, que os metais en xeral non se poden disolver nos ácidos a menos de se oxidaren neles. O ácido sulfuroso, estando desposuído dunha parte do osíxeno necesario para ser ácido sulfúrico, prefire collelo de novo que proporcionarllo á maior parte dos metais, polo que non pode disolverlos a menos de estaren previamente oxidados. Como consecuencia do mesmo principio, os óxidos metálicos disólvense en ácido sulfuroso sen efervescencia e mesmo con moita facilidade. Este ácido ten tamén, como o ácido muriático, a propiedade de disolver os óxidos metálicos moi osixenados, e que serían por esa razón insolubles en ácido sulfúrico, formando con eles verdadeiros sulfatos. Poderíase, por tanto, tirar a conclusión de que só existen sulfatos metálicos e non sulfitos, se non fora polos fenómenos que teñen lugar nas disolucións do ferro, do mercurio e dalgúns outros metais, que nos indican que esas substancias metálicas son susceptibles de oxidarse máis ou menos cando se disolven nos ácidos. Segundo esta observación, o sal no que o metal se atopa menos oxidado deberá levar o nome de *sulfito* e aquel no que o metal está máis oxidado, o de *sulfato*. Descoñécese aínda se esta distinción, necesaria para o ferro e o mercurio, é tamén aplicable ao resto dos sulfatos metálicos.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO FÓSFORO QUE RECIBIU UN PRIMEIRO GRAO DE OSIXENACIÓN E QUE FOI LEVADO ATA O ESTADO DE ÁCIDO FOSFOROSO, COAS BASES SALIFICABLES ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO

			NOMENCLATURA NOVA	
			NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido fosforoso con:	O cal			Fosfito de cal
	A barita			Fosfito de barita
	A magnesia			Fosfito de magnesia
	A potasa			Fosfito de potasa
	A sosa			Fosfito de sosa
	O amoniaco			Fosfito de amoniaco
	A alumina			Fosfito de alumina
	O óxido de zinc			Fosfito de zinc *
	O óxido de ferro			Fosfito de ferro
	O óxido de manganeso			Fosfito de manganeso
	O óxido de cobalto			Fosfito de cobalto
	O óxido de níquel			Fosfito de níquel
	O óxido de chumbo			Fosfito de chumbo
	O óxido de estaño			Fosfito de estaño
	O óxido de cobre			Fosfito de cobre
	O óxido de bismuto			Fosfito de bismuto
	O óxido de antimonio			Fosfito de antimonio
	O óxido de arsénico			Fosfito de arsénico
	O óxido de mercurio			Fosfito de mercurio
O óxido de prata			Fosfito de prata	
O óxido de ouro			Fosfito de ouro	
O óxido de platino			Fosfito de platino	

* A existencia dos fosfitos metálicos non está completamente demostrada e implica que os metais son susceptibles de disolverse no ácido fosfórico, a diferentes graos de osixenación, cousa que aínda non foi comprobada. Ningún destes sales foi nomeado con anterioridade.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO FÓSFORO SATURADO DE OSÍXENO, OU ÁCIDO FOSFÓRICO, COAS SUBSTANCIAS SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO *

	NOMENCLATURA NOVA	
	NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido fosfórico con:	O cal	Fosfato de cal
	A barita	Fosfato de barita
	A magnesia	Fosfato de magnesia
	A potasa	Fosfato de potasa
	A sosa	Fosfato de sosa
	O amoníaco	Fosfato de amoníaco
	A alumina	Fosfato de alumina
	O óxido de zinc	Fosfato de zinc
	O óxido de ferro	Fosfato de ferro
	O óxido de manganeso	Fosfato de manganeso
	O óxido de cobalto	Fosfato de cobalto
	O óxido de níquel	Fosfato de níquel
	O óxido de chumbo	Fosfato de chumbo
	O óxido de estaño	Fosfato de estaño
	O óxido de cobre	Fosfato de cobre
	O óxido de bismuto	Fosfato de bismuto
	O óxido de antimonio	Fosfato de antimonio
	O óxido de arsénico	Fosfato de arsénico
	O óxido de mercurio	Fosfato de mercurio
	O óxido de prata	Fosfato de prata
O óxido de ouro	Fosfato de ouro	
O óxido de platino	Fosfato de platino	

* A maior parte destes sales coñécense desde hai moi pouco tempo e aínda non foran nomeados.

OBSERVACIÓNS
SOBRE OS ÁCIDOS FOSFOROSO E FOSFÓRICO, E AS TÁBOAS DAS SÚAS
COMBINACIÓNS

No capítulo do fósforo vimos un resumen histórico do descubrimento desta singular substancia e algunhas observacións sobre a forma en que se atopa nos vexetais e nos animais.

O medio máis seguro de preparar o ácido fosfórico puro e exento de calquera mestura, é tomar fósforo natural e queimalo baixo campás de vidro co interior humedecido con auga destilada. Nesta operación, o fósforo absorbe dúas veces e media o seu peso de osíxeno. Pódese obter este ácido en estado concreto facendo a mesma combustión sobre mercurio no canto de facela sobre auga: nese caso, obtense en estado de folepas brancas que atraen a humidade de xeito prodixioso. Para preparar esta substancia no estado de ácido fosforoso, é dicir, menos osixenado, hai que someter o fósforo a unha combustión extremadamente lenta e deixalo caer, por así dicilo, en *deliquium*⁷, ao aire, nun embude colocado sobre un frasco de vidro. Ao cabo dalgúns días o fósforo esta osixenado, e o ácido fosforoso, a medida que se foi formando, apropiouse dunha parte da humidade do aire e foi caendo no frasco. Ademais, o ácido fosforoso convértese doadamente en ácido fosfórico por exposición continuada ao aire. Como o fósforo ten suficiente afinidade polo osíxeno como para quitarllo ao ácido nítrico e ao ácido muriático osixenado, resulta disto un método simple e barato para obter ácido fosfórico. Se se quere facer a operación con ácido nítrico, cóllese unha retorta tubular pechada cun tapón de vidro, énchese ata a metade con ácido nítrico concentrado, quéntase lixeiramente e despois introdúcense pola tubuladura pequenos anacos de fósforo. Estes disólvense con eferescencia ao mesmo tempo que o gas nitroso se desprende baixo a forma de vapores rutilantes. Continúase desta forma engadindo fósforo ata que non se dissolve máis. Ponse entón o lume un pouco máis forte para eliminar as últimas porcións de ácido nítrico, e o ácido fosfórico queda na retorta, parcialmente en forma concreta, e parcialmente en forma líquida.

⁷ Dise de algo que cambia de solido a líquido moi lentamente, extraendo auga do aire (delicuescente) [N. dos TT.].

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL CARBÓNICO
OSIXENADO, OU ÁCIDO CARBÓNICO, COAS BASES SALIFICABLES,
ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO ***

	NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS	
		NOMENCLATURA NOVA	NOMENCLATURA ANTIGA
Combinacións do ácido carbónico con:	A barita	Carbonato de barita	Terra pesada aireada ou efervescente
	O cal	Carbonato de cal	Terra calcaria, espato calcario, creta
	A potasa	Carbonato de potasa	Álcali fixo vexetal efervescente, mefito de potasa
	A sosa	Carbonato de sosa	Álcali fixo mineral efervescente, mefito de sosa
	A magnesia	Carbonato de magnesia	Magnesia efervescente, base da sal de Epsom efervescente, mefito de magnesia
	O amoniaco	Carbonato de amoniaco	Álcali volátil efervescente, mefito de amoniaco
	A alumina	Carbonato de alumina	Mefito arxiloso, terra de alume aireada
	O óxido de zinc	Carbonato de cinc	Zinc espático, mefito de zinc
	O óxido de ferro	Carbonato de ferro	Ferro espático, mefito de ferro
	O óxido de manganeso	Carbonato de manganeso	Mefito de manganeso
	O óxido de cobalto	Carbonato de cobalto	Mefito de cobalto
	O óxido de níquel	Carbonato de níquel	Mefito de níquel
	O óxido de chumbo	Carbonato de chumbo	Chumbo espático, mefito de chumbo
	O óxido de estaño	Carbonato de estaño	Mefito de estaño
O óxido de cobre	Carbonato de cobre	Mefito de cobre	
O óxido de bismuto	Carbonato de bismuto	Mefito de bismuto	
O óxido de antimonio	Carbonato de antimonio	Mefito de antimonio	
O óxido de arsénico	Carbonato de arsénico	Mefito de arsénico	
O óxido de mercurio	Carbonato de mercurio	Mefito de mercurio	
O óxido de prata	Carbonato de prata	Mefito de prata	
O óxido de ouro	Carbonato de ouro	Mefito de ouro	
O óxido de platino	Carbonato de platino	Mefito de platino	

* Non sendo estes sales coñecidos nin definidos ata hai poucos anos, non existe para eles, falando con propiedade, nomenclatura antiga. Crin conveniente, non obstante, designalos aquí cos nomes que lles deu o Sr. de Morveau no seu primeiro volume da *Enciclopedia*. O Sr. Bergman designaba as bases saturadas deste ácido co epíteto *aireadas*; así, a terra calcaria aireada era a terra calcaria saturada de ácido carbónico. O Sr. de Fourcroy deulle o nome de ácido cretáceo ao ácido carbónico, e o nome de creta a todos os sales resultantes da combinación deste ácido coas bases salificables.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO CARBÓNICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

De todos os ácidos que coñecemos, o ácido carbónico é quizais o máis abundantemente repartido na natureza. Atópase completamente formado nas cretas, nos mármore, e en todas as pedras calcarias, onde está neutralizado principalmente por unha terra particular coñecida polo nome de cal. Para liberalo destas substancias, só hai que botarlle ácido sulfúrico ou calquera outro ácido que teña máis afinidade polo cal ca o ácido carbónico. Prodúcese unha viva efervescencia, orixinada polo desprendemento deste ácido, que adopta a forma gasosa unha vez está libre. Non condensa nas condicións de arrefriamento e presión ás que foi sometido ata o momento, e únese coa auga a volumes aproximadamente iguais orixinando un ácido extremadamente feble.

Tamén se pode obter ácido carbónico bastante puro recollendo o que se desprende da materia azucrada en fermentación, pero nese caso contén unha pequena porción de alcol en disolución.

O carbono é o radical do ácido carbónico. Pódese, en consecuencia, formar este ácido artificialmente queimando carbono en gas osíxeno, ou ben combinando po de carbón cun óxido metálico nas proporcións axeitadas. O osíxeno do óxido combínase co carbón, forma o gas ácido carbónico e o metal, ao quedar libre, reaparece en forma metálica.

Debemos ao Sr. Black os primeiros coñecementos sobre este ácido. A súa propiedade de existir só en forma gasosa ao grao de temperatura e presión á que vivimos, ocultáralo ás investigacións dos químicos antigos.

De podermos conseguir descompoñer este ácido por medios pouco custosos, teríamos feito un descubrimento moi valioso para a humanidade, xa que se poderían liberar as enormes masas de carbón que conteñen as terras calcarias, os mármore,

etc. Isto non se pode facer por medio das afinidades simples, porque o corpo que habería que empregar para descompoñer o ácido carbónico tería que ser, polo menos, tan combustible coma o mesmo carbón, co que non fariamos outra cousa que cambiar un combustible por outro; pero non resulta imposible conseguilo por medio das afinidades dobres, como induce a crer a natureza, quen resolve completamente este problema coa vexetación, empregando materiais que non lle custan nada.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL MURIÁTICO
OSIXENADO, OU ÁCIDO MURIÁTICO, COAS BASES SALIFICABLES,
ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS	
		NOMENCLATURA NOVA	NOMENCLATURA ANTIGA
Combinacións do ácido muriático con:	A barita	Muriato de barita	Sal mariño con base de terra pesada
	A potasa	Muriato de potasa	Sal febrífugo de Sylvius Sal mariño con base de álcali fixo vexetal
	A sosa	Muriato de sosa	Sal mariño
	O cal	Muriato de cal	Sal mariño con base terrosa Aceite de cal
	A magnesia	Muriato de magnesia	Sal mariño de Epsom, sal mariño con base de sal de Epsom ou de magnesia
	O amoniaco	Muriato de amoniaco	Sal amoniacal
	A alumina	Muriato de alumina	Alume mariño, sal mariño con base de terra de alume
	O óxido de zinc	Muriato de zinc	Sal mariño de zinc
	O óxido de ferro	Muriato de ferro	Sal de ferro, sal mariño marcial
	O óxido de manganeso	Muriato de manganeso	Sal mariño de manganeso
	O óxido de cobalto	Muriato de cobalto	Sal mariño de cobalto
	O óxido de níquel	Muriato de níquel	Sal mariño de níquel
	O óxido de chumbo	Muriato de chumbo	Chumbo córneo
	O óxido de estaño	Muriato de estaño fumante	Licor fumante de Libavius
		Muriato de estaño sólido	Manteiga de estaño sólida
	O óxido de cobre O óxido de bismuto O óxido de antimonio O óxido de arsénico	Muriato de cobre	Sal mariño de cobre
		Muriato de bismuto	Sal mariño de bismuto
Muriato de antimonio		Sal mariño de antimonio	
Muriato de arsénico		Sal mariño de arsénico	
O óxido de mercurio	Muriato de mercurio doce	Mercurio sublimado doce, <i>aquila alba</i>	
	Muriato de mercurio corrosivo	Mercurio sublimado corrosivo	
O óxido de prata O óxido de ouro O óxido de platino	Muriato de prata	Prata córnea	
	Muriato de ouro	Sal mariño de ouro	
	Muriato de platino	Sal mariño de platino	

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO ÁCIDO MURIÁTICO OSIXENADO,
COAS DIFERENTES BASES SALIFICABLES COAS QUE É
SUSCEPTIBLE DE UNIRSE**

	NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS	
		NOMENCLATURA NOVA	NOMENCLATURA ANTIGA
Combinacións do ácido muriático osixenado con:	A barita	Muriato osixenado de barita	Esta orde para os sales, completamente descoñecida para os antigos, foi descuberta, en 1786, polo Sr. Berthollet
	A potasa	Muriato osixenado de potasa	
	A sosa	Muriato osixenado de sosa	
	O cal	Muriato osixenado de cal	
	A magnesia	Muriato osixenado de magnesia	
	A alumina	Muriato osixenado de alumina	
	O óxido de zinc	Muriato osixenado de zinc	
	O óxido de ferro	Muriato osixenado de ferro	
	O óxido de manganeso	Muriato osixenado de manganeso	
	O óxido de cobalto	Muriato osixenado de cobalto	
	O óxido de níquel	Muriato osixenado de níquel	
	O óxido de chumbo	Muriato osixenado de chumbo	
	O óxido de estaño	Muriato osixenado de estaño	
	O óxido de cobre	Muriato osixenado de cobre	
	O óxido de bismuto	Muriato osixenado de bismuto	
	O óxido de antimonio	Muriato osixenado de antimonio	
	O óxido de arsénico	Muriato osixenado de arsénico	
	O óxido de mercurio	Muriato osixenado de mercurio	
	O óxido de prata	Muriato osixenado de prata	
	O óxido de ouro	Muriato osixenado de ouro	
O óxido de platino	Muriato osixenado de platino		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO MURIÁTICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O ácido muriático está moi abundantemente repartido no reino mineral, unido a diferentes bases, principalmente á sosa, ao cal e á magnesia. Ligado a estas tres bases atópase na auga de mar e na de moitos lagos, mentres que está normalmente unido á sosa nas minas de sal xema. Este ácido non parece ter sido descomposto ata o de agora en ningún experimento químico, de maneira que non temos nin idea da natureza do seu radical e, soamente por analoxía, chegamos á conclusión de que contén o principio acidificante ou osíxeno. O Sr. Berthollet sospeitou que este radical podía ser de natureza metálica, pero como semella que o ácido muriático se forma a cotío nos sitios habitados por combinación dos miasmas e os fluídos aeriformes, sería necesario supoñer que existe un gas metálico na atmosfera, o que, sen dúbida, non é imposible, pero non o podemos admitir sen probas.

O ácido muriático atópase só moderadamente unido ás bases coas que se combina, das que é desprazado polo ácido sulfúrico, sendo este o principal procedemento empregado polos químicos para obtelo libre. Poderíanse empregar outros ácidos para cumprir este mesmo obxectivo como, por exemplo, o ácido nítrico, pero este, ao ser volátil, tería o inconveniente de mesturarse co ácido muriático na destilación. Nesta operación é necesario empregar preto dunha parte de ácido sulfúrico concentrado e dúas de sal mariño. Utilízase unha retorta tubulada na que se introduce en primeiro lugar o sal; adáptaselle un recipiente tamén tubular ao que se lle engaden dous ou tres frascos cheos de auga, conectados por tubos, ao estilo do Sr. Woulfe. A figura 1, na lámina IV, representa este aparello. Sélanse ben todas as unións con masilla, introdúcese despois o ácido sulfúrico na retorta pola parte tubular e péchase axiña co tapón de vidro. Como o ácido muriático ten a propiedade de poder existir só en estado gas á temperatura e ao grao de presión aos que vivimos,

sería imposible retelo se non se pon en contacto coa auga pola que ten moita afinidade. Por iso, únese en gran cantidade á que está contida nos frascos adaptados ao balón e, cando se alcanza a saturación, obtense o que os antigos chamaban *espírito do sal fumante* e que chamamos hoxe en día *ácido muriático*.

O ácido que se obtén por este procedemento non está tan saturado de osíxeno como sería posible, polo que pode incorporar unha nova dose cando se destila sobre óxidos metálicos tales como o óxido de manganeso, o óxido de chumbo ou o de mercurio. O ácido que se forma deste xeito, chamado *ácido muriático osixenado*, ao igual que o anterior, só pode existir, cando está libre, en estado gasoso. Non é absorbido pola auga en tanta cantidade como o primeiro e, se impregnamos este fluído con el alén dunha certa proporción, o ácido precipita no fondo do recipiente en forma concreta. O ácido muriático osixenado pódese combinar, como demostrou o Sr. Berthollet, cun gran número de bases salificables. Os sales que se forman poden detonar co carbono e con moitas substancias metálicas. O risco destas detonacións é moi alto, porque o osíxeno entra na composición do muriato osixenado cunha cantidade moi grande de calórico que dá lugar, pola súa propia expansión, a explosións moi perigosas.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO ÁCIDO NITRO-MURIÁTICO
COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS ALFABETICAMENTE,
TENDO EN CONTA QUE AS AFINIDADES DESTES ÁCIDO NON SON
SUFICIENTEMENTE COÑECIDAS**

	NOMENCLATURA NOVA	
	NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido nitro-muriático con:	A alumina	Nitro-muriato de alumina
	O amoníaco	Nitro-muriato de amoníaco
	O antimonio	Nitro-muriato de antimonio
	O arsénico	Nitro-muriato de arsénico
	A barita	Nitro-muriato de barita
	O bismuto	Nitro-muriato de bismuto
	O cal	Nitro-muriato de cal
	O chumbo	Nitro-muriato de chumbo
	O cobalto	Nitro-muriato de cobalto
	O cobre	Nitro-muriato de cobre
	O estaño	Nitro-muriato de estaño
	O ferro	Nitro-muriato de ferro
	A magnesia	Nitro-muriato de magnesia
	O manganeso	Nitro-muriato de manganeso
	O mercurio	Nitro-muriato de mercurio
	O molibdeno	Nitro-muriato de molibdeno
	O níquel	Nitro-muriato de níquel
	O ouro	Nitro-muriato de ouro
	O platino	Nitro-muriato de platino
	A potasa	Nitro-muriato de potasa
	A prata	Nitro-muriato de prata
	A sosa	Nitro-muriato de sosa
	O volframio	Nitro-muriato de volframio
O zinc	Nitro-muriato de zinc	

Nota. A maior parte destas combinacións, sobre todo as do ácido nitro-muriático coas terras e os álcalis, teñen sido pouco estudadas; descoñécese se o que se forma é un sal mixto ou se os dous ácidos se separan para formaren dous sales diferentes.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO NITRO-MURIÁTICO E A TÁBOA DAS SÚAS
COMBINACIÓNS

O ácido nitro-muriático, chamado antigamente *auga rexia*, está formado por unha mestura de ácido nítrico e ácido muriático. Os radicais destes dous ácidos únense nesta combinación dando lugar a un ácido de dúas bases, con propiedades particulares que non teñen ningún dos dous ácidos cando están separados, especialmente a de disolver o ouro e o platino.

Nas disolucións nitro-muriáticas, como nas demais, os metais comezan por oxidarse antes de se disolveren, apoderándose dunha porción do osíxeno do ácido e, ao mesmo tempo, despréndese un gas nitro-muriático peculiar que aínda ninguén describiu axeitadamente. O seu olor é moi desagradable e é máis funesto ca calquera outro para os animais que o respiran, ataca os instrumentos de ferro e os corroe, e a auga absorbe unha cantidade bastante grande adquirindo un certo carácter ácido. Tiven a ocasión de facer estas observacións ao tratar o platino e disolvelo en grandes cantidades en ácido nitro-muriático.

Sospeitei inicialmente que, na mestura de ácido nítrico e ácido muriático, este último apoderábase dunha parte do osíxeno do nítrico e que entón, transformado en ácido muriático osixenado, era quen de disolver o ouro; pero moitos feitos rexeitan esta explicación. Se fose así, ao quentur o ácido nitro-muriático desprenderíase gas nitroso e, non obstante, isto non acontece apreciablemente. Volvo, polo tanto, a considerar o ácido nitro-muriático como un ácido de dúas bases e adopto a este respecto, sen reservas, as ideas do Sr. Berthollet.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL FLUÓRICO OSIXENADO, OU ÁCIDO FLUÓRICO, COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO

	NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS	
		NOMENCLATURA NOVA	NOMENCLATURA ANTIGA
Combinacións do ácido fluórico con:	O cal	Fluato de cal	Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos
	A barita	Fluato de barita	
	A magnesia	Fluato de magnesia	
	A potasa	Fluato de potasa	
	A sosa	Fluato de sosa	
	O amoníaco	Fluato de amoníaco	
	O óxido de zinc	Fluato de zinc	
	O óxido de manganeso	Fluato de manganeso	
	O óxido de ferro	Fluato de ferro	
	O óxido de chumbo	Fluato de chumbo	
	O óxido de estaño	Fluato de estaño	
	O óxido de cobalto	Fluato de cobalto	
	O óxido de cobre	Fluato de cobre	
	O óxido de níquel	Fluato de níquel	
	O óxido de arsénico	Fluato de arsénico	
	O óxido de bismuto	Fluato de bismuto	
	O óxido de mercurio	Fluato de mercurio	
	O óxido de prata	Fluato de prata	
	O óxido de ouro	Fluato de ouro	
	O óxido de platino	Fluato de platino	
<i>E por vía seca,</i> A alumina	Fluato de alumina		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO FLUÓRICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

A natureza ofrécenos o ácido fluórico totalmente formado no espato flúor, espato fosfórico ou fluato de cal, onde está combinado coa terra calcaria formando un sal insoluble.

Para obter o ácido fluórico só e libre de toda combinación, ponse espato flúor ou fluato de cal nunha retorta de chumbo, bótese por riba ácido sulfúrico e adáptaselle á retorta un recipiente, tamén de chumbo, cheo de auga ata a metade. Aplícaselle á retorta unha calor suave e a auga do recipiente vai absorbendo o ácido fluórico consonte se desprende. Como este ácido está de seu en forma de gas á temperatura e presión á que vivimos, pode ser recollido nese estado no aparato pneumato-químico de mercurio, como se recolle o gas ácido mariño, o gas ácido sulfuroso e o gas carbónico. Para esta operación é necesario empregar vasillas metálicas, porque o ácido fluórico dissolve o vidro e a terra silícea, mesmo volatilizando ambas as dúas substancias, e lévandoas con el ata o estado gas.

Debemos a primeira noticia sobre este ácido ao Sr. Margraff que, non obstante, soamente o obtivo combinado cunha cantidade considerable de sílice e ignoraba, ademais, que fora un ácido particular e *sui generis*.

O Sr. Duque de Liancourt, nunha memoria impresa baixo o nome de Sr. Boulanger, levou moito máis lonxe os nosos coñecementos sobre as propiedades do ácido fluórico e, finalmente, o Sr. Scheele parece ter completado este traballo.

Hoxe en día soamente nos queda por determinar cal é a natureza do radical fluórico, pero como parece que aínda non fomos quen de descompoñer este ácido, non podemos ter información algunha sobre a natureza do radical. Se houberse que tentar facer algún experimento con este fin, só podería esperarse un certo éxito pola vía das dobres afinidades.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL BORÁCICO
OSIXENADO, COAS DIFERENTES BASES SALIFICABLES COAS
QUE É SUSCEPTIBLE DE UNIRSE, ORDENADAS SEGUNDO A
SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

		NOMENCLATURA NOVA	
		NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido borácico con:	O cal		Borato de cal
	A barita		Borato de barita
	A magnesia		Borato de magnesia
	A potasa		Borato de potasa
	A sosa		Borato de sosa, ou bórax
	O amoníaco		Borato de amoníaco
	O óxido de zinc		Borato de zinc
	O óxido de ferro		Borato de ferro
	O óxido de chumbo		Borato de chumbo
	O óxido de estaño		Borato de estaño
	O óxido de cobalto		Borato de cobalto
	O óxido de cobre		Borato de cobre
	O óxido de níquel		Borato de níquel
	O óxido de mercurio		Borato de mercurio
	A alumina		Borato de alumina

Nota. A maior parte destas combinacións non foron nomeadas nin coñecidas polos antigos; dábanlle ao ácido borácico o nome de sal sedante, e ás combinacións do sal sedante coa potasa, a sosa e o cal os nomes de bórax con base de álcali fixo vexetal, bórax con base de álcali fixo mineral e bórax con base de terra calcaria.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO BORÁCIDO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Dáselle o nome de *borácico* a un ácido concreto que se obtén do bórax, sal que nos chega da India pola vía do comercio. Aínda que o bórax vén sendo empregado nas artes desde moi antigo, soamente se teñen nocións moi imprecisas sobre a súa orixe, e sobre a maneira en que se extrae e purifica. Hai motivos para sospeitar que é un sal nativo, que se atopa de forma natural nas terras dalgunhas paraxes da India e na auga dos lagos. Todo o comercio deste sal fano os holandeses, que durante moito tempo foron os únicos que sabían purificalo; pero os Srs. d'Éguiler, nunha fábrica que instalaron en París, conseguiron rivalizar con eles. De calquera xeito, o procedemento desta purificación segue a ser un misterio. A análise química ensinounos que o bórax é un sal neutro con exceso de base, que esta base é a sosa, e que está parcialmente neutralizada por un ácido particular que se denominou durante moito tempo *sal sedante de Homberg*, e que nos designamos co nome de *ácido borácico*. Ás veces atópase libre na auga dos lagos: a do lago Cherchiaio, en Italia, contén 94 grans e medio por pinta.

Para separar o ácido borácico e obtelo libre, empézase por disolver o bórax en auga fervendo; fíltrase o licor moi quente e vértese sobre el ácido sulfúrico ou outro ácido calquera que teña máis afinidade pola sosa da que ten o ácido borácico. Este último sepárase axiña, ao arrefriar, en forma cristalina.

Durante moito tempo creuse que o ácido borácico era un produto da operación pola cal se obtiña e, en consecuencia, pensábase que era diferente en función do ácido que se empregase para separalo da sosa. Hoxe en día sábese que o ácido borácico é sempre o mesmo, con independencia do procedemento empregado na súa obtención, sempre que teña sido liberado de todo ácido estraño por medio do lavado, e que se purifique cunha ou dúas cristalizaciones sucesivas.

O ácido borácico é soluble en auga e en alcol. Ten a propiedade de colorear de verde a chama das súas disolucións alcólicas, e esta circunstancia fixo crer que contiña cobre, pero ningún experimento decisivo confirmou tal resultado. Parece que, se o bórax contén ás veces cobre, é de xeito accidental.

Este ácido combínase coas substancias salificables, tanto por vía húmida coma por vía seca. Por vía húmida non dissolve directamente os metais, pero a combinación pódese acadar por dobre afinidade.

A táboa anterior mostra as diferentes substancias coas que o ácido borácico se pode unir, ordenadas segundo as afinidades que se observan por vía húmida. A operación por vía seca implica un cambio notable, porque a alumina, que na orde anterior ocupa o último lugar, pasa a estar colocada inmediatamente despois da sosa.

O radical borácico é completamente descoñecido; o osíxeno está tan retido que aínda non foi posible separalo por ningún medio. Só por analoxía se pode concluír que o osíxeno entra na súa composición, como na de todos os ácidos.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO ARSÉNICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO ARSÉNICO, COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS
SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS	OBSERVACIÓNS
Combinacións do ácido arsénico con:	O cal	Arseniato de cal	Este tipo de sales era completamente descoñecido para os antigos. O Sr. Macquer, que descubriu en 1746 a combinación do ácido arsénico coa potasa e a sosa, chamounos <i>sales neutros arsenicais</i> .
	A barita	Arseniato de barita	
	A magnesia	Arseniato de magnesia	
	A potasa	Arseniato de potasa	
	A sosa	Arseniato de sosa	
	O amoníaco	Arseniato de amoníaco	
	O óxido de zinc	Arseniato de zinc	
	O óxido de manganeso	Arseniato de manganeso	
	O óxido de ferro	Arseniato de ferro	
	O óxido de chumbo	Arseniato de chumbo	
	O óxido de estaño	Arseniato de estaño	
	O óxido de cobalto	Arseniato de cobalto	
	O óxido de cobre	Arseniato de cobre	
	O óxido de níquel	Arseniato de níquel	
	O óxido de bismuto	Arseniato de bismuto	
	O óxido de mercurio	Arseniato de mercurio	
	O óxido de antimonio	Arseniato de antimonio	
	O óxido de prata	Arseniato de prata	
	O óxido de ouro	Arseniato de ouro	
	O óxido de platino	Arseniato de platino	
A alumina	Arseniato de alumina		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO ARSÉNICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Nunha memoria impresa no *Recueil de l'Academie*, ano 1746, o Sr. Macquer evidenciou que, poñendo ao lume unha mestura de óxido branco de arsénico e de nitro, obtíñase un sal neutro que chamou *sal neutro arsenical*. Na época na que o Sr. Macquer publicou esta memoria, descoñecía-se por completo a causa de tan singular fenómeno e cómo unha substancia metálica podía xogar o papel dun ácido. Experimentos máis modernos ensináronnos que, nesta operación, o arsénico osixenábase, que lle quitaba o osíxeno ao ácido nítrico e que, coa axuda deste principio, convertíase nun verdadeiro ácido que axiña se combinaba coa potasa. Hoxe en día coñecemos outros procedementos, non só de osixenar o arsénico, senón mesmo de obter o ácido arsénico libre de calquera combinación. A máis sinxela consiste en disolver o óxido branco de arsénico en tres veces o seu peso de ácido muriático. A esta disolución engádeselle, mentres está fervendo, unha cantidade de ácido nítrico igual ao dobre do peso de arsénico, e logo evapórase ata sequidade. O ácido nítrico descomponse nesta operación, o seu osíxeno únese ao óxido de arsénico para acidificalo e o radical nítrico disípase en forma de gas nitroso. No que atinxe ao ácido muriático, transfórmase en gas muriático que pode ser recollido por destilación. Para asegurarse de que non queda ren de ácido estraño, calcínase o ácido concreto ata que empece a poñerse incandescente: deste xeito só queda no crisol o ácido arsénico puro.

Hai moitas outras maneiras de osixenar o arsénico e convertelo nun ácido. O procedemento que empregou o Sr. Scheele, e que repetiu con gran éxito o Sr. de Morveau no laboratorio de Dijon, consiste en destilar o ácido muriático osixenado⁸

⁸ Debería dicir soamente "ácido muriático" [N. dos TT.].

sobre manganesa⁹. Este ácido osixénase, como xa dixen noutra parte, e pasa á forma de ácido sobreosixenado. Recóllese nun recipiente no que se puxo óxido branco de arsénico recuberto cun pouco de auga destilada. O arsénico branco descompón o ácido muriático osixenado e quítalle o osíxeno que ten en exceso converténdose en ácido arsénico, mentres que o ácido muriático osixenado volve de novo a ácido muriático ordinario. Estes dous ácidos sepáranse destilando baixo un calor doce que se incrementa cara ao final: o ácido muriático destila e o ácido arsénico queda como un sólido branco. Neste estado é moito menos volátil ca o óxido branco de arsénico.

Con moita frecuencia o ácido arsénico ten, en disolución, unha pequena porción de óxido branco de arsénico que non foi suficientemente osixenado. Este inconveniente non ocorre cando se opera co ácido nítrico, que se vai engadindo ata non se desprender gas nitroso.

Tendo en conta estas diversas observacións, definirei o ácido arsénico como un ácido metálico branco, concreto, fixo ao grao de temperatura de incandescencia, formado pola combinación do arsénico co osíxeno, que se dissolve na auga e que é quen de se combinar cun gran número de bases salificables.

⁹ Mineral normalmente chamado *pirolusita*: dióxido de manganeso. Trátase dun composto moi oxidante, que é quen de oxidar o ácido clorhídrico (ácido muriático) ata dicloro (ácido muriático osixenado). A auga de cloro oxida o óxido de arsénico branco ata ácido arsénico (ver F. Aphraim, *Química Inorgánica*, Manuel Marín Ed., Barcelona, 1940, p. 715) [N. dos TT.].

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO MOLIBDENO OSIXENADO, OU
ÁCIDO MOLÍBDICO, COAS BASES SALIFICABLES, POR ORDE
ALFABÉTICA***

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido molibdíco con:	A alumina	Molibdato de alumina
	O amoniaco	Molibdato de amoniaco
	O óxido de antimonio	Molibdato de antimonio
	O óxido de arsénico	Molibdato de arsénico
	A barita	Molibdato de barita
	O óxido de bismuto	Molibdato de bismuto
	O cal	Molibdato de cal
	O óxido de chumbo	Molibdato de chumbo
	O óxido de cobalto	Molibdato de cobalto
	O óxido de cobre	Molibdato de cobre
	O óxido de estaño	Molibdato de estaño
	O óxido de ferro	Molibdato de ferro
	A magnesia	Molibdato de magnesia
	O óxido de manganeso	Molibdato de manganeso
	O óxido de mercurio	Molibdato de mercurio
	O óxido de níquel	Molibdato de níquel
	O óxido de ouro	Molibdato de ouro
	O óxido de platino	Molibdato de platino
	A potasa	Molibdato de potasa
	O óxido de prata	Molibdato de prata
A sosa	Molibdato de sosa	
O zinc	Molibdato de zinc	

* Nesta táboa seguimos a orde alfabética por non se coñeceren ben as afinidades deste ácido polas diferentes bases. O descubrimento deste ácido, como o de moitos outros, débese ao Sr. Scheele.
Nota. Toda esta clase de sales foi descuberta hai pouco e aínda non tiñan sido nomeados.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO MOLÍBDICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O molibdeno é unha substancia metálica particular, que se pode osixenar ata o punto de converterse nun verdadeiro ácido concreto. Para iso introdúcese nunha retorta unha porción de mineral de molibdeno, na forma na que nolo amosa a natureza que é a dun verdadeiro sulfuro de molibdeno. Engádense cinco ou seis partes de ácido nítrico diluído con aproximadamente unha cuarta parte de auga, e destíllase. O osíxeno do ácido nítrico pasa ao molibdeno e ao xofre, transformando o primeiro nun óxido metálico e o outro en ácido sulfúrico. Engádense de novo ácido nítrico na mesma proporción e repítese a operación catro ou cinco veces. Cando desaparecen os vapores vermellos, o molibdeno está tan osixenado como é posible, polo menos por este procedemento, e atópase no fondo da retorta en forma branca e poeirenta como a greda. Este ácido é pouco soluble e pódese lavar con auga quente sen moita perda. Esta precaución é necesaria para o liberar das últimas porcións de ácido sulfúrico que puideran estar adheridas.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO VOLFRAMIO OSIXENADO, OU ÁCIDO VOLFRÁMICO, COAS BASES SALIFICABLES

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido volfrámico con:	O cal	Volframato de cal
	A barita	Volframato de barita
	A magnesia	Volframato de magnesia
	A potasa	Volframato de potasa
	A sosa	Volframato de sosa
	O amoniaco	Volframato de amoniaco
	A alumina	Volframato de alumina
	O óxido de antimonio	Volframato de antimonio
	O óxido de arsénico	Volframato de arsénico
	O óxido de bismuto	Volframato de bismuto
	O óxido de chumbo	Volframato de chumbo
	O óxido de cobalto	Volframato de cobalto
	O óxido de cobre	Volframato de cobre
	O óxido de estaño	Volframato de estaño
	O óxido de ferro	Volframato de ferro
	O óxido de manganeso	Volframato de manganeso
	O óxido de mercurio	Volframato de mercurio
	O óxido de molibdeno	Volframato de molibdeno
	O óxido de níquel	Volframato de níquel
	O óxido de ouro	Volframato de ouro
O óxido de platino	Volframato de platino	
O óxido de prata	Volframato de prata	
O óxido de zinc	Volframato de zinc	

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO VOLFRÁMICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Dáselle o nome de *volframio* a un metal particular, cuxo mineral, confundido frecuentemente co do estaño, ten unha cristalización relacionada coa dos granates, un peso específico superior a 6.000 supoñendo o da auga 1.000 e, finalmente, unha cor que varía do branco perlado ao avermellado e amarelo. Atópase en diversas paraxes de Saxonia e en Bohemia.

O volfram, que aparece frecuentemente nas minas de Cornualles, é tamén un verdadeiro mineral do volframio.

O metal denominado volframio está en estado de óxido nestes dous tipos de minerais. Mesmo parece que, no primeiro, ten sido levado alén do estado de óxido e fai a función de ácido uníndose ao cal¹⁰.

Para obter este ácido libre mestúrase unha parte do mineral de volframio con catro partes de carbonato de potasa e ponse a fundir a mestura nun crisol. Cando o material está frío, transfórmase en po e bótanselle por riba doce partes de auga fervendo; despois engádese ácido nítrico que se une á potasa, pola que ten máis afinidade, e despréndese o ácido volfrámico que precipita axiña en forma concreta. Vólvese engadir ácido nítrico que se evapora a sequidade, e continúaase desta maneira ata non se desprenderen vapores vermellos, momento no que podemos estar seguros de que se atopa completamente osixenado. Se se quere obter ácido volfrámico puro, hai que facer a operación de fusión do mineral co carbonato de potasa nun crisol de platino;

¹⁰ Lavoisier refírese, probablemente, aos dous principais minerais que conteñen volframio: a scheelita ou volframate cálcico e a volframita (ou volfram) que é un volframate de ferro e manganeso. A partir deste último, os irmáns Elhuyar illaron o metal, por primeira vez, en 1783. Eles mesmos propuxeron o nome de *volframio*, denominación que muda a *tungsteno* (do sueco *tungsten*, 'pedra pesada') nos países anglosaxóns. Ambas as dúas están permitidas, e na presente tradución optouse pola proposta dos dous descubridores españois. O volfram foi explotado en Galicia ata datas recentes, por exemplo, nas famosas minas de San Fins (Lousame) e Fontao (Vila de Cruces) [Nota dos TT.].

de non facelo así, a terra do crisol mesturárase cos produtos alterando a pureza do ácido.

As afinidades do ácido volfrámico cos óxidos metálicos aínda non foron determinadas, polo que na táboa colocáronse por orde alfabética. Polo que respecta ás demais substancias salificables, ordenáronse segundo a súa afinidade co ácido volfrámico. Toda esta clase de sales non foi coñecida nin nomeada polos antigos.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL TARTAROSO
OSIXENADO, OU ÁCIDO TARTAROSO, COAS BASES SALIFICABLES,
ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
		NOMENCLATURA NOVA
Combinacións do ácido tartaroso con:	O cal	Tartrito de cal
	A barita	Tartrito de barita
	A magnesia	Tartrito de magnesia
	A potasa	Tartrito de potasa
	A sosa	Tartrito de sosa
	O amoniaco	Tartrito de amoniaco
	A alumina	Tartrito de alumina
	O óxido de zinc	Tartrito de zinc
	O óxido de ferro	Tartrito de ferro
	O óxido de manganeso	Tartrito de manganeso
	O óxido de cobalto	Tartrito de cobalto
	O óxido de níquel	Tartrito de níquel
	O óxido de chumbo	Tartrito de chumbo
	O óxido de estaño	Tartrito de estaño
	O óxido de cobre	Tartrito de cobre
	O óxido de bismuto	Tartrito de bismuto
	O óxido de antimonio	Tartrito de antimonio
	O óxido de arsénico	Tartrito de arsénico
	O óxido de prata	Tartrito de prata
	O óxido de mercurio	Tartrito de mercurio
O óxido de ouro	Tartrito de ouro	
O óxido de platino	Tartrito de platino	

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO TARTAROSO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Todo o mundo coñece o tártaro que se fixa no interior dos bocois onde fermenta o viño. Este sal está composto dun ácido particular *sui generis*, combinado coa potasa, pero de tal maneira que o ácido se atopa nun grande exceso.

Foi tamén o Sr. Scheel quen ensinou aos químicos a forma de prepararen o ácido tartaroso puro. Observou, en primeiro lugar, que este ácido tiña máis afinidade co cal que coa potasa e, en consecuencia, prescribiu comezar por disolver o tártaro purificado en auga fervendo, e engadir cal ata a saturación do ácido. O tartrito de cal que se forma é un sal case insoluble, que cae ao fondo do licor sobre todo cando arrefría. Sepárase por decantación, lávase con auga fría e sécase. Despois de engadirle por enriba ácido sulfúrico diluído con oito ou nove veces o seu peso en auga, déixase dixerir durante doce horas baixo unha calor feble mentres se remove de cando en vez: deste xeito o ácido sulfúrico apodérase do cal, formando sulfato de cal, e o ácido tartaroso queda libre. Durante esta dixestión, despréndese unha pequena cantidade de gas que non foi analizada. Ao cabo de doce horas, decántase o licor, lávase o sulfato de cal con auga fría para eliminar os restos de ácido tartaroso que o impregnan, únense todas as augas de lavado co licor decantado, fíltrase, evapórase e obtense o ácido tartaroso concreto. Dúas libras de tártaro purificado dan ao redor de once onzas de ácido. A cantidade de ácido sulfúrico necesaria para esta cantidade de tartrato é de oito a dez onzas de ácido concentrado que se dilúen, como veño de dicir, con oito ou nove partes de auga.

Como o radical combustible está en exceso neste ácido, mantivémoslle a terminación en *-oso* e chamamos *tartrito* ao resultado da súa combinación coas substancias salificables.

A base do ácido tartaroso é o radical carbono-hidroso ou hidro-carbonoso, que semella estar menos osixenado ca no ácido

oxálico. Os experimentos do Sr. Hassenfratz parecen demostrar que o azote tamén forma parte deste radical, mesmo en bastante cantidade. Cando se osixena o ácido tartaroso convértese en ácido oxálico, en ácido málico e en ácido acetoso, pero é probable que a proporción de hidróxeno e de carbono mude no transcurso desta conversión, e que a diferenza no grao de osixenación non sexa a única causa que fai distintos estes ácidos.

O ácido tartaroso, cando se combina cos álcalis fixos, admite dous graos de saturación: o primeiro dá lugar a un sal con exceso de ácido, chamado moi impropriamente cremor tártaro, e que nós denominamos *tartrito acídulo de potasa*. A mesma combinación nun segundo grao de saturación orixina un sal perfectamente neutro que nós chamamos simplemente *tartrito de potasa*, e que se coñece na farmacia co nome de *sal vexetal*. O mesmo ácido, combinado coa sosa ata saturación, dá un *tartrito de sosa* coñecido co nome de *sal de Seignette* ou *sal policresto de la Rochelle*.¹¹

¹¹ Realmente este composto é o tartrato sódico potásico, que foi preparado por vez primeira por P. Seignette, orixinario da Rochelle, de quen deriva o nome [N. dos TT.].

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL MÁLICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO MÁLICO, COAS BASES SALIFICABLES, POR ORDE
ALFABÉTICA**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
		NOMENCLATURA NOVA
Combinacións do ácido málico con:	A alumina	Malato de alumina
	O amoniaco	Malato de amoniaco
	O óxido de antimonio	Malato de antimonio
	O óxido de arsénico	Malato de arsénico
	A barita	Malato de barita
	O óxido de bismuto	Malato de bismuto
	O cal	Malato de cal
	O óxido de chumbo	Malato de chumbo
	O óxido de cobalto	Malato de cobalto
	O óxido de cobre	Malato de cobre
	O óxido de estaño	Malato de estaño
	O óxido de ferro	Malato de ferro
	A magnesia	Malato de magnesia
	O óxido de manganeso	Malato de manganeso
	O óxido de mercurio	Malato de mercurio
	O óxido de níquel	Malato de níquel
	O óxido de ouro	Malato de ouro
	O óxido de platino	Malato de platino
	A potasa	Malato de potasa
	O óxido de prata	Malato de prata
A sosa	Malato de sosa	
O óxido de zinc	Malato de zinc	

Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO MÁLICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O ácido málico atópase completamente formado no zume das mazás ácidas, estean ou non maduras, e noutras moitas froitas. Para obtelo comézase por saturar o zume das mazás con potasa ou sosa. Sobre o licor saturado engádesse despois acetito de chumbo disolto en auga. Prodúcese un cambio de bases e o ácido málico combínase co chumbo e precipita. Lávase ben o precipitado, ou máis ben o sal, que é case insoluble; despois engádesse ácido sulfúrico diluído, que libera o ácido málico e se apodera do chumbo, co que forma un sulfato tamén moi pouco soluble, que se separa por filtración, quedando o ácido málico libre en forma de licor. Este ácido atópase mesturado co ácido cítrico e o ácido tartaroso nun gran número de froitas, e pode considerarse un ácido intermedio entre o ácido oxálico e o ácido acetoso, polo que o Sr. Hermbstadt deulle o nome de vinagre imperfecto. Está máis osixenado ca o ácido oxálico, pero menos ca o ácido acetoso. Tamén difire deste último pola natureza do seu radical, que contén un pouco máis de carbono e un pouco menos de hidróxeno. Pódese preparar artificialmente, tratando azucre con ácido nítrico. De empregarse un ácido diluído, non se forman cristais de ácido oxálico, e o licor contén realmente dous ácidos, o ácido oxálico e o ácido málico, e mesmo un pouco de ácido tartaroso. Para comprobalo, abonda con botar auga de cal sobre o licor: o tartrito e oxalato cálcicos precipitan por seren insolubles, e o malato cálcico, que se forma ao mesmo tempo, permanece na disolución. Para obter o ácido puro e libre, descomponse o malato de cal con acetito de chumbo, e logo quítaselle ao ácido málico o chumbo con sulfúrico, do mesmo xeito que cando se opera directamente co zume de mazás.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL CÍTRICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO CÍTRICO, COAS BASES SALIFICABLES, SEGUNDO A
SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO***

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS	OBSERVACIÓNS
Combinacións do ácido cítrico con:	A barita	Citrato de barita	Todas estas combinacións eran descoñecidas para os antigos químicos
	O cal	Citrato de cal	
	A magnesia	Citrato de magnesia	
	A potasa	Citrato de potasa	
	A sosa	Citrato de sosa	
	O amoníaco	Citrato de amoníaco	
	O óxido de zinc	Citrato de zinc	
	O óxido de manganeso	Citrato de manganeso	
	O óxido de ferro	Citrato de ferro	
	O óxido de chumbo	Citrato de chumbo	
	O óxido de cobalto	Citrato de cobalto	
	O óxido de cobre	Citrato de cobre	
	O óxido de arsénico	Citrato de arsénico	
	O óxido de mercurio	Citrato de mercurio	
	O óxido de antimonio	Citrato de antimonio	
	O óxido de prata	Citrato de prata	
	O óxido de ouro	Citrato de ouro	
	O óxido de platino	Citrato de platino	
A alumina	Citrato de alumina		
* As afinidades deste ácido foron determinadas polos Srs. Bergman e Breney, da Academia de Dijon.			

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO CÍTRICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Dáselle o nome de ácido *cítrico* ao licor que resulta de espremer o limón; pódese atopar tamén noutras froitas mesturado co ácido málico. Para obtelo puro e concentrado, déixase que a súa parte mucosa se deposite tras un longo repouso nun lugar fresco, como pode ser unha cava, e de seguido concéntrase arrefriándoo a 4 ou 5 graos por debaixo do cero do termómetro de Réaumur, co que a auga se conxela e o ácido queda como licor. Desta maneira pódese reducir a un oitavo do seu volume. Un maior grao de frío comprometería o éxito da operación, porque o ácido quedaría apegado ao xeo e custaría traballo separalos. Esta preparación do ácido cítrico débese ao Sr. Georgius. Pódese obter dunha maneira aínda máis simple, saturando o zume de limón con cal. Fórmase citrato calcario que é insoluble en auga; lávase este sal e engádeselle ácido sulfúrico que se apodera do cal formando sulfato de cal que é case insoluble. O ácido cítrico queda libre no licor.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL PIROLIGNOSO
OSIXENADO, OU ÁCIDO PIROLIGNOSO, COAS BASES
SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR
ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido pirolignoso con:	O cal	Pirolignito de cal
	A barita	Pirolignito de barita
	A potasa	Pirolignito de potasa
	A sosa	Pirolignito de sosa
	A magnesia	Pirolignito de magnesia
	O amoníaco	Pirolignito de amoníaco
	O óxido de zinc	Pirolignito de zinc
	O óxido de manganeso	Pirolignito de manganeso
	O óxido de ferro	Pirolignito de ferro
	O óxido de chumbo	Pirolignito de chumbo
	O óxido de estaño	Pirolignito de estaño
	O óxido de cobalto	Pirolignito de cobalto
	O óxido de cobre	Pirolignito de cobre
	O óxido de níquel	Pirolignito de níquel
	O óxido de arsénico	Pirolignito de arsénico
	O óxido de bismuto	Pirolignito de bismuto
	O óxido de mercurio	Pirolignito de mercurio
	O óxido de antimonio	Pirolignito de antimonio
	O óxido de prata	Pirolignito de prata
	O óxido de ouro	Pirolignito de ouro
O óxido de platino	Pirolignito de platino	
A alumina	Pirolignito de alumina	
Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO PIROLIGNOSO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Os antigos químicos observaron que a maior parte das madeiras, e sobre todo as que son pesadas e compactas, orixinaban por destilación a lume nu, un espírito ácido dunha natureza peculiar. Pero ninguén antes ca o Sr. Goettling se preocupara de estudala. O traballo que levou a cabo sobre este tema atópase na revista de Crell do ano 1779¹². O ácido pirolignoso que se obtén da destilación da madeira a lume nu é de color marrón e está moi cargado de aceite e carbón. Para obtelo puro rectifícase cunha segunda destilación. Parece que, con independencia da madeira da que se obteña, sempre é máis ou menos o mesmo. Os Srs. de Morveau e Éloi Bousier de Clervaux estableceron as afinidades deste ácido coas diferentes bases salificables, que se presentan aquí na orde que eles lles asignaron. O radical deste ácido está formado principalmente por hidróxeno e carbono.

¹² Refírese o autor ao *Chemisches Journal*, posiblemente a primeira revista de química, fundada por Lorenz von Crell e publicada entre 1778 e 1784. Máis tarde pasou a chamarse *Chemische Annalen* [N. dos TT.].

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL PIROTARTAROSO
OSIXENADO, OU ÁCIDO PIROTARTAROSO*,
COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA
AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido pirotartaroso con:	A potasa	Pirotartrito de potasa
	A sosa	Pirotartrito de sosa
	A barita	Pirotartrito de barita
	O cal	Pirotartrito de cal
	A magnesia	Pirotartrito de magnesia
	O amoníaco	Pirotartrito de amoníaco
	A alumina	Pirotartrito de alumina
	O óxido de zinc	Pirotartrito de zinc
	O óxido de manganeso	Pirotartrito de manganeso
	O óxido de ferro	Pirotartrito de ferro
	O óxido de chumbo	Pirotartrito de chumbo
	O óxido de estaño	Pirotartrito de estaño
	O óxido de cobalto	Pirotartrito de cobalto
	O óxido de cobre	Pirotartrito de cobre
	O óxido de níquel	Pirotartrito de níquel
	O óxido de arsénico	Pirotartrito de arsénico
	O óxido de bismuto	Pirotartrito de bismuto
	O óxido de mercurio	Pirotartrito de mercurio
	O óxido de antimonio	Pirotartrito de antimonio
O óxido de prata	Pirotartrito de prata	
<p>Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos. * Aínda non se coñecen as afinidades deste ácido, pero como ten moita relación co ácido piromucoso, supuxemos que eran as mesmas.</p>		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO PIROTARTAROSO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Dáse o nome de ácido pirotartaroso a un ácido empireumático, pouco concentrado, que se tira da destilación do tártaro purificado. Para obtelo, échese ata a metade unha retorta de vidro con tartrito acídulo de potasa ou tártaro en po, e adáptaselle un recipiente tubular que leva engadido un tubo que se mete baixo unha campá no aparato pneumáto-químico. Regulando o lume, obtense un licor ácido empireumático mesturado con aceite; tras separar os dous produtos mediante un embude, obtense o licor ácido que denominamos ácido pirotartaroso. No decurso desta destilación despréndese unha cantidade prodixiosa de gas ácido carbónico. O ácido pirotartaroso que se obtén non está perfectamente puro, senón que sempre contén aceite, do que sería desexable poder separalo. Algúns autores aconsellan rectificar, pero os académicos de Dijon teñen constatado que esta operación é perigosa polas explosións que provoca.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL PIROMUCOSO
OSIXENADO, OU ÁCIDO PIROMUCOSO, COAS BASES
SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR
ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido piromucoso con:	A potasa	Piromucito de potasa
	A sosa	Piromucito de sosa
	A barita	Piromucito de barita
	O cal	Piromucito de cal
	A magnesia	Piromucito de magnesia
	O amoniaco	Piromucito de amoniaco
	A alumina	Piromucito de alumina
	O óxido de zinc	Piromucito de zinc
	O óxido de manganeso	Piromucito de manganeso
	O óxido de ferro	Piromucito de ferro
	O óxido de chumbo	Piromucito de chumbo
	O óxido de estaño	Piromucito de estaño
	O óxido de cobalto	Piromucito de cobalto
	O óxido de cobre	Piromucito de cobre
	O óxido de níquel	Piromucito de níquel
	O óxido de arsénico	Piromucito de arsénico
	O óxido de bismuto	Piromucito de bismuto
O óxido de antimonio	Piromucito de antimonio	
Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO PIROMUCOSO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O ácido piromucoso extráese do azucre, e de todos os corpos azucrados, por medio da destilación a lume nu. Como estas substancias inchan considerablemente cando se poñen ao lume, hai que deixar baldeiras as sete oitavas partes da retorta. Este ácido é amarelo tirando a vermello, aínda que rectificándoo por medio dunha segunda destilación obtense con menos cor. Está composto principalmente de auga e dunha porción de aceite lixeiramente osixenado. Cando cae sobre as mans tínxeas de amarelo, e estas manchas non desaparecen non sendo que se vaia a epiderme. A maneira máis sinxela de concentralo é expoñéndoo á xeadá ou a un frío artificial. Osixenado co ácido nítrico convértese, en parte, en ácido oxálico e en ácido málico.

Tense pretendido, con pouco fundamento, que se desprende moito gas durante a destilación deste ácido, cousa que apenas acontece cando a destilación transcorre de vagar e cun quentamento moderado.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL OXÁLICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO OXÁLICO, COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS
SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido oxálico con:	O cal	Oxalato de cal
	A barita	Oxalato de barita
	A magnesia	Oxalato de magnesia
	A potasa	Oxalato de potasa
	A sos	Oxalato de sosa
	O amoniaco	Oxalato de amoniaco
	A alumina	Oxalato de alumina
	O óxido de zinc	Oxalato de zinc
	O óxido de ferro	Oxalato de ferro
	O óxido de manganeso	Oxalato de manganeso
	O óxido de cobalto	Oxalato de cobalto
	O óxido de níquel	Oxalato de níquel
	O óxido de chumbo	Oxalato de chumbo
	O óxido de cobre	Oxalato de cobre
	O óxido de bismuto	Oxalato de bismuto
	O óxido de antimonio	Oxalato de antimonio
	O óxido de arsénico	Oxalato de arsénico
	O óxido de mercurio	Oxalato de mercurio
	O óxido de prata	Oxalato de prata
O óxido de ouro	Oxalato de ouro	
O óxido de platino	Oxalato de platino	
Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO OXÁLICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O ácido oxálico prepárase principalmente en Suíza e Alemaña. Tírase do zume que da a aceda cando se espreme, no que se forman cristais do ácido cando se deixa en repouso prolongado. Neste estado está parcialmente saturado polo álcali fixo vexetal ou potasa, de maneira que, falando con propiedade, é un sal neutro cun grande exceso de ácido. Para obter o ácido puro, hai que formalo artificialmente, cousa que se consegue osixenando o azucre, que parece ser o verdadeiro radical oxálico. Para iso, vértense sobre unha parte de azucre de seis a oito partes de ácido nítrico e quéntase suavemente. Iso produce unha viva efervescencia, desprendéndose unha gran cantidade de gas nitroso; se despois se deixa repousar o licor, orixínanse cristais de ácido oxálico moi puro. Hai que secalos sobre papel de envolver para separar as últimas porcións de ácido nítrico que puidesen quedar embebidas e, por asegurar aínda máis a pureza do ácido, disólvese en auga destilada e recristalízase de novo.

O ácido oxálico non é o único que se pode obter por osixenación do azucre. O mesmo licor que orixina os cristais de ácido oxálico ao arrefriar, contén tamén ácido málico, que é un pouco máis osixenado. Finalmente, se o azucre se osixena aínda máis, convertémolo en ácido acetoso ou vinagre.

O ácido oxálico, unido a unha pequena cantidade de sosa ou de potasa, ten a propiedade, como o ácido tartaroso, de entrar a formar parte, sen descompoñerse, dun gran número de combinacións, orixinando sales de dúas bases ás que hai que dar un nome. Ao sal da aceda chamámoslle oxalato acidulado de potasa, e a este mesmo sal saturado de cal, oxalato acidulado de potasa e cal.

Hai máis dun século que o ácido oxálico é coñecido polos químicos. O Sr. Duclos fixo mención del nas *Mémoires de l'Académie des Sciences* do ano 1688. Foi descrito con bastante detalle por Boerhaave, pero foi o Sr. Scheele o primeiro en recoñecer que contiña a potasa completamente formada e o que demostrou a súa identidade co ácido que se forma pola osixenación do azucre.

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL ACETOSO OSIXENADO, POR ORDENADAS SEGUNDO A SÚA

NOMENCLATURA NOVA		
	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS*
Combinacións do ácido acetoso con:	A barita	Acetito de barita
	A potasa	Acetito de potasa
	A sosa	Acetito de sosa
	O cal	Acetito de cal
	A magnesia	Acetito de magnesia
	O amoníaco	Acetito de amoníaco
	O óxido de zinc	Acetito de zinc
	O óxido de manganeso	Acetito de manganeso
	O óxido de ferro	Acetito de ferro
	O óxido de chumbo	Acetito de chumbo
	O óxido de estaño	Acetito de estaño
	O óxido de cobalto	Acetito de cobalto
	O óxido de cobre	Acetito de cobre
	O óxido de níquel	Acetito de níquel
	O óxido de arsénico	Acetito de arsénico
	O óxido de bismuto	Acetito de bismuto
	O óxido de mercurio	Acetito de mercurio
	O óxido de antimonio	Acetito de antimonio
	O óxido de prata	Acetito de prata
	O óxido de ouro	Acetito de ouro
O óxido de platino	Acetito de platino	
A alumina	Acetito de alumina	

*Os químicos antigos só coñecían destes sales o acetito de potasa, o de sosa, o de amoníaco, o de cobre e o de chumbo. O descubrimento do acetito de arsénico débese o Sr. Cadet (véxase o vol. III de *Savants étrangere*). Os coñecementos que temos das propiedades doutros acetitos débense principalmente ao Sr. Wenzel, aos académicos de Dijon, ao Sr. de Lassone e ao Sr. Proust. É posible que

UN PRIMEIRO GRAO DE OSIXENACIÓN, COAS BASES SALIFICABLES, AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO

		NOMENCLATURA ANTIGA	
		NOMES DAS BASES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido do vinagre con:	A terra pesada		Descoñecida polos antigos. Foi descuberta polo Sr. de Morveau, quen a chamou <i>aceto barótico</i>
	O álcali fixo vexetal		Terra foliada de tártaro secretísima de Müller, arcano de tártaro de Basilio Valentin e de Paracelso; maxisterio purgativo de tártaro de Schroeder, sal esencial de viño de Zwelfer, tártaro rexenerado de Techenius, sal diurética de Sylvius e de Wilson.
	O álcali fixo mineral		Terra foliada con base de álcali mineral, terra foliada cristalizable, sal acetosa mineral
	A terra calcaria		Sal de greda, sal de coral, sal de ollos de cangrexos; mencionada por Hartmann
	A base da sal de Epsom		Descoñecida polos antigos; o Sr. Wenzel foi o primeiro en falar dela
	O álcali volátil		Espírito de Mendererus ou de Menderer, sal acetoso amoniacal
	O cal de zinc		Esta combinación xa era coñecida por Glauber, Swedenburg, Respour, Pott, o Sr. de Lassone e o Sr. Wenzel, pero non lle asignaron un nome particular
	O cal de manganeso		Descoñecida polos antigos
	O cal de ferro		Vinagre marcial. Esta combinación foi descrita por Scheffer, polos Srs. Monnet e Wenzel e polo duque de Ayen
	O cal de chumbo		Azucres de Saturno, vinagre de Saturno, sal de Saturno
	O cal de estaño		Esta combinación xa era coñecida polos Srs. Lemery, Margraff, Monnet, Westendorf e Wenzel, pero non lle deron nome
	O cal de cobalto		Tinta simpática do Sr. Cadet
	O cal de cobre		Cardenillo, cristais de verdete, cristais de Venus, verdete, verdete destilado
	O cal de níquel		Descoñecida polos antigos
	O cal de arsénico		Licor fumante, arsénico acetoso ou fósforo líquido do Sr. Cadet
	O cal de bismuto		Azucres de bismuto do Sr. Geoffroy. Esta combinación xa era coñecida polos Srs. Gellert, Pott, Westendorf, Bergman e de Morveau
	O cal de mercurio		Terra foliada mercurial. O Sr. Gebauer mencionou esta combinación en 1748 e xa foi descrita polos Srs. Hellot, Margraff, Raurné, Navier, Monnet, Wenzel: é o famoso remedio antiveneéreo de Keyser
	O cal de antimonio		
	O cal de prata		Descoñecido polos antigos, descrito polos Srs. Margraff, Monnet e Wenzel
	O cal de ouro		Esta combinación é pouco coñecida; foi mencionada por Schroeder e Juncker
O cal de platino		Esta combinación é descoñecida	
A alumina		Como demostrou o Sr. Wenzel, o vinagre dissolve moi pouca alumina	

o radical acetoso teña, ademais de hidróxeno e carbono, un pouco de azote. Pódese sospeitar isto pola propiedade que ten o acetito de potasa de dar amoniaco por destilación, a menos que o azote que contribúe á formación deste amoniaco sexa debido á descomposición da propia potasa.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O RADICAL ACETOSO OSIXENADO NUN PRIMEIRO GRAO DE
OSIXENACIÓN, OU ÁCIDO ACETOSO,
E AS SÚAS COMBINACIÓNS COAS BASES SALIFICABLES

O radical acetoso está formado pola unión do carbono e o hidróxeno levados ata o estado ácido por adición de osíxeno. Polo tanto, este ácido está composto polos mesmos principios que o ácido tartaroso, que o ácido málico, etc, aínda que a proporción dos principios é diferente para cada un destes ácidos, e o ácido acetoso parece o máis osixenado de todos. Teño certas razóns para crer que contén tamén un pouco de azote, e que este principio, que non existe nos outros ácidos vexetais que veño de nomear a excepción quizais do ácido tartaroso, é unha das causas que o diferenzan.

Para producir ácido acetoso ou vinagre, expónse o viño a unha temperatura moderada e engádese un fermento que consiste principalmente nas borras separadas previamente doutro vinagre durante a súa fabricación, ou de outros materiais da mesma natureza. Nesta operación, osixénase a parte espirítica do viño (o carbono e o hidróxeno). Por esta razón, só pode facerse ao aire libre e sempre vai acompañada por unha diminución do volume de aire. Xa que logo, para facer bo vinagre é preciso que o pipote no que se traballa estea cheo só ata a metade. O ácido que así se forma é moi volátil, contén unha gran cantidade de auga e está mesturado con moitas substancias estrañas. Para obtelo puro, destíllase baixo unha calor moderada, en vasillas de gres ou de vidro. Pero semella ter escapado á atención dos químicos que o ácido acetoso cambia de natureza durante esta operación, que o ácido que pasa na destilación non ten exactamente a mesma natureza ca o que queda no alambique, e que este último parece máis osixenado.

A destilación non abonda para liberar ao ácido acetoso da flegma estraña coa que se atopa mesturado; a mellor maneira de

concentralo sen alterar a súa natureza consiste en expoñelo a un frío de catro ou seis graos por debaixo do punto de conxelación: a parte acuosa conxélase e o ácido permanece líquido. Parece que o ácido acetoso, cando está libre de toda combinación, atópase naturalmente en estado gas á temperatura e presión ás que vivimos, e que soamente podemos retelo combinándoo cunha gran cantidade de auga.

Existen outros procedementos máis químicos para obter o ácido acetoso, que consisten en osixenar o ácido do tártaro, o ácido oxálico ou o ácido málico, con ácido nítrico, pero hai motivos para crer que a proporción das bases que compoñen o radical cambia nesta operación. De feito, o Sr. Hassenfratz dedícase actualmente a repetir os experimentos nos que se pretendeu establecer a posibilidade de tales transformacións.

A combinación do ácido acetoso coas diferentes bases salificables acontece con bastante facilidade, pero a maior parte dos sales que resultan non son cristalizables, a diferenza dos que forman o ácido tartaroso e o ácido oxálico que son, en xeral, pouco solubles. O tartrito e o oxalato de cal son incluso especialmente pouco solubles. No que atinxe á solubilidade, os malatos ocupan unha especie de posición intermedia entre os oxalatos e os acetatos, tal como acontece co grao de osixenación do ácido do que derivan.

Como ocorre no caso dos outros ácidos, os metais deben estar osixenados para poderen disolverse no ácido acetoso.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL ACETOSO OSIXENADO
POR UN SEGUNDO GRAO DE OSIXENACIÓN, OU ÁCIDO ACÉTICO,
COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA
AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICA- BLES	NOMES DOS SALES NEUTROS	OBSERVACIÓNS
Combinacións do ácido acético con:	A barita	Acetato de barita	Todos estes sales eran descoñecidos para os antigos, e incluso hoxe en día, os químicos que están máis ao corrente dos descubrimentos modernos, no son quen de pronunciarse con certeza sobre se a maior parte dos sales acetosos deben ser colocados na clase dos acetitos ou na dos acetatos
	A potasa	Acetato de potasa	
	A sosa	Acetato de sosa	
	O cal	Acetato de cal	
	A magnesia	Acetato de magnesia	
	O amoníaco	Acetato de amoníaco	
	O óxido de zinc	Acetato de zinc	
	O óxido de manganeso	Acetato de manganeso	
	O óxido de ferro	Acetato de ferro	
	O óxido de chumbo	Acetato de chumbo	
	O óxido de estaño	Acetato de estaño	
	O óxido de cobalto	Acetato de cobalto	
	O óxido de cobre	Acetato de cobre	
	O óxido de níquel	Acetato de níquel	
	O óxido de arsénico	Acetato de arsénico	
	O óxido de bismuto	Acetato de bismuto	
	O óxido de mercurio	Acetato de mercurio	
	O óxido de antimonio	Acetato de antimonio	
	O óxido de prata	Acetato de prata	
	O óxido de ouro	Acetato de ouro	
O óxido de platino	Acetato de platino		
A alumina	Acetato de alumina		

OBSERVACIÓN
SOBRE O ÁCIDO ACÉTICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓN

Démoslle ao vinagre radical o nome de ácido acético porque supuxemos que estaba máis cargado de osíxeno ca o vinagre ou ácido acetoso. Nesta suposición, o vinagre radical ou ácido acético, sería o último grao de osixenación que pode adquirir o radical hidro-carbonoso; pero, por moi probable que sexa esta proposta, necesita ser confirmada con experimentos máis decisivos. Sexa como for, para preparar o vinagre radical cóllese acetito de potasa, que é unha combinación de ácido acetoso e potasa, ou acetito de cobre, que é unha combinación do mesmo ácido co cobre, engádeselle por enriba un terzo do seu peso de ácido sulfúrico concentrado e obtense por destilación un vinagre moi concentrado que se chama vinagre radical ou ácido acético. Pero, como fica dito, aínda non está rigorosamente demostrado que este ácido estea máis osixenado ca o ácido acetoso ordinario, nin tampouco que a diferenza non derive das diferentes proporcións dos principios do radical.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL SUCCÍNICO
OSIXENADO, OU ÁCIDO SUCCÍNICO, COAS BASES SALIFICABLES,
ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido succínico con:	A barita	Succinato de barita
	O cal	Succinato de cal
	A potasa	Succinato de potasa
	A sosa	Succinato de sosa
	O amoníaco	Succinato de amoníaco
	A magnesia	Succinato de magnesia
	A alumina	Succinato de alumina
	O óxido de zinc	Succinato de zinc
	O óxido de ferro	Succinato de ferro
	O óxido de manganeso	Succinato de manganeso
	O óxido de cobalto	Succinato de cobalto
	O óxido de níquel	Succinato de níquel
	O óxido de chumbo	Succinato de chumbo
	O óxido de estaño	Succinato de estaño
	O óxido de cobre	Succinato de cobre
	O óxido de bismuto	Succinato de bismuto
	O óxido de antimonio	Succinato de antimonio
	O óxido de arsénico	Succinato de arsénico
	O óxido de mercurio	Succinato de mercurio
	O óxido de prata	Succinato de prata
O óxido de ouro	Succinato de ouro	
O óxido de platino	Succinato de platino	
Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO SUCCÍNICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O ácido succínico extráese por destilación do succino, cárabe¹³ ou ámbar amarelo. Abonda con poñer esta substancia nunha retorta e aplicarlle unha calor suave para que o ácido succínico sublime ata o colo da retorta en forma concreta. Hai que evitar prolongar demasiado a destilación para que non pase o aceite. Unha vez rematada a operación, ponse o sal a escorrer sobre papel de envolver e despois purifícase facendo repetidas disolucións e cristalizacións.

Este ácido precisa vintecatro partes de auga fría para se disolver, pero é moito máis soluble en auga quente. Altera debilmente as tinturas azuis vexetais e ten un carácter ácido pouco acusado. O Sr. de Morveau foi o primeiro químico que tentou determinar as súas diferentes afinidades, sendo os seus resultados os que se recollen na táboa adxunta a estas observacións.

¹³ No orixinal *karabé* (do árabe *kahrab*, cast. *cárabe*) [N. dos TT.].

TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL BENZOICO OSIXENADO, OU ÁCIDO BENZÓICO, COAS DIFERENTES BASES SALIFICABLES, POR ORDE ALFABÉTICA

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido benzoico con:	A alumina	Benzoato de alumina
	O amoniaco	Benzoato de amoniaco
	A barita	Benzoato de barita
	O cal	Benzoato de cal
	A magnesia	Benzoato de magnesia
	A potasa	Benzoato de potasa
	A sosa	Benzoato de sosa
	O óxido de antimonio	Benzoato de antimonio
	O óxido de arsénico	Benzoato de arsénico
	O óxido de bismuto	Benzoato de bismuto
	O óxido de chumbo	Benzoato de chumbo
	O óxido de cobalto	Benzoato de cobalto
	O óxido de cobre	Benzoato de cobre
	O óxido de estaño	Benzoato de estaño
	O óxido de ferro	Benzoato de ferro
	O óxido de manganeso	Benzoato de manganeso
	O óxido de mercurio	Benzoato de mercurio
	O óxido de molibdeno	Benzoato de molibdeno
	O óxido de níquel	Benzoato de níquel
	O óxido de prata	Benzoato de prata
O óxido de volframio	Benzoato de volframio	
O óxido de zinc	Benzoato de zinc	

Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos e, incluso hoxe en día, non hai nada satisfactorio sobre as propiedades do ácido benzoico e as súas afinidades.

OBSERVACIÓN
SOBRE O ÁCIDO BENZOICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓN
COAS BASES SALIFICABLES

Os químicos antigos coñecían este ácido co nome de flores de benxuí e obtíñano por medio da sublimación. Logo, o Sr. Geoffroy descubriu que tamén se podía extraer igualmente por vía húmida. Finalmente, o Sr Scheele, tras facer un gran número de experimentos sobre o benxuí, estableceu o seguinte método: cóllese unha boa auga de cal, na que mesmo é vantaxoso que o cal estea en exceso, e déixase que vaia dixerindo porción a porción o benxuí en forma de po fino, remexendo continuamente a mestura. Despois dunha media hora de dixestión, decántase e vólvese poñer auga de cal, e así varias veces ata que se observe que a auga de cal non se neutraliza. Xúntanse todos os licores e concéntranse por evaporación tanto como sexa posible sen chegar á cristalización; deixase arrefriar e engádese ácido muriático gota a gota ata que non se forme máis precipitado. A substancia que se obtén por este procedemento é o ácido benzoico concreto.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL CANFÓRICO
OSIXENADO, OU ÁCIDO CANFÓRICO, COAS BASES SALIFICABLES,
POR ORDE ALFABÉTICA**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido canfórico con:	A alumina	Canforato de alumina
	O amoniaco	Canforato de amoniaco
	O óxido de antimonio	Canforato de antimonio
	O óxido de arsénico	Canforato de arsénico
	A barita	Canforato de barita
	O óxido de bismuto	Canforato de bismuto
	O cal	Canforato de cal
	O óxido de chumbo	Canforato de chumbo
	O óxido de cobalto	Canforato de cobalto
	O óxido de cobre	Canforato de cobre
	O óxido de estaño	Canforato de estaño
	O óxido de ferro	Canforato de ferro
	A magnesia	Canforato de magnesia
	O óxido de manganeso	Canforato de manganeso
	O óxido de mercurio	Canforato de mercurio
	O óxido de níquel	Canforato de níquel
	O óxido de ouro	Canforato de ouro
	O óxido de platino	Canforato de platino
	A potasa	Canforato de potasa
	O óxido de prata	Canforato de prata
A sosa	Canforato de sosa	
O óxido de zinc	Canforato de zinc	

Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.

OBSERVACIÓN
SOBRE O ÁCIDO CANFÓRICO¹⁴ E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓN

O alcanfor é unha especie de aceite esencial, en estado concreto, que se obtén por sublimación dun loureiro que crece na China e no Xapón. O Sr. Kosegarten destilou, ata oito veces, ácido nítrico sobre alcanfor e conseguiu osixenalo e convertelo nun ácido moi parecido ao ácido oxálico. Non obstante, é diferente en certos aspectos, o que me levou a conservarlle, de momento, un nome particular.

Sendo o alcanfor un radical carbono-hidroso ou hidro-carbonoso non é sorprendente que ao osixenarse forme ácido oxálico, ácido málico e moitos outros ácidos vexetais. Os experimentos descritos polo Sr. Kosegarten non desbotan esta conxectura, e a maior parte dos fenómenos que observou na combinación deste ácido coas bases salificables, obsérvanse tamén nas combinacións do ácido oxálico e o ácido málico, o que me inclina bastante a considerar o ácido canfórico coma unha mestura dos ácidos oxálico e málico.

¹⁴ Aínda que traducimos *camphre* por *alcanfor*, para *camphorique* optamos por *canfórico*, máis habitual en química [N. dos TT.].

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL GÁLICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO GÁLICO, COAS BASES SALIFICABLES, POR ORDE
ALFABÉTICA**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
		NOMENCLATURA NOVA
Combinacións do ácido gálico con:	A alumina	Galato de alumina
	O amoniaco	Galato de amoniaco
	O óxido de antimonio	Galato de antimonio
	O óxido de arsénico	Galato de arsénico
	A barita	Galato de barita
	O óxido de bismuto	Galato de bismuto
	O cal	Galato de cal
	O óxido de chumbo	Galato de chumbo
	O óxido de cobalto	Galato de cobalto
	O óxido de cobre	Galato de cobre
	O óxido de estaño	Galato de estaño
	O óxido de ferro	Galato de ferro
	A magnesia	Galato de magnesia
	O óxido de manganeso	Galato de manganeso
	O óxido de mercurio	Galato de mercurio
	O óxido de níquel	Galato de níquel
	O óxido de ouro	Galato de ouro
	O óxido de platino	Galato de platino
	A potasa	Galato de potasa
	O óxido de prata	Galato de prata
A sosa	Galato de sosa	
O óxido de zinc	Galato de zinc	
Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO GÁLICO¹⁵ E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O ácido gálico, ou principio astrinxente, tírase do bugallo¹⁶, ben sexa por medio dunha simple infusión ou decocción en auga, ou empregando unha destilación cun quentamento moderado. Hai moi poucos anos que se lle presta unha atención particular a esta substancia. Os Srs. comisarios da Academia de Dijon examinaron todas as combinacións e fixeron o traballo máis completo dos que se teñen feito ata o de agora. Aínda que as propiedades ácidas deste principio non sexan moi marcadas, volve vermella a tintura de tornasol, descompón os sulfuros, únese a todos os metais cando se disolven previamente noutro ácido e forma con eles precipitados con diferentes cores. O ferro nestas combinacións orixina un precipitado azul ou violeta escuro. Este ácido, se é que de verdade merece este nome, atópase nun gran número de vexetais como o carballo, o salgueiro, o lirio do pantano, o amorodo, o nenúfar, a quina, a codia e a flor do granado, e en moitas madeiras e codias. Descoñécese completamente cal é o seu radical.

¹⁵ Chamado tamén, ás veces, agálico [N. dos TT.].

¹⁶ Bóla que se forma nas follas e nas ramas máis tenras do carballo arredor do ovo e da larva dun insecto parasito [N. dos TT.].

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL LÁCTICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO LÁCTICO, COAS BASES SALIFICABLES, POR ORDE
ALFABÉTICA**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
		NOMENCLATURA NOVA
Combinacións do ácido láctico con:	A alumina	Lactato de alumina
	O amoniaco	Lactato de amoniaco
	O óxido de antimonio	Lactato de antimonio
	O óxido de arsénico	Lactato de arsénico
	A barita	Lactato de barita
	O óxido de bismuto	Lactato de bismuto
	O cal	Lactato de cal
	O óxido de chumbo	Lactato de chumbo
	O óxido de cobalto	Lactato de cobalto
	O óxido de cobre	Lactato de cobre
	O óxido de estaño	Lactato de estaño
	O óxido de ferro	Lactato de ferro
	O óxido de manganeso	Lactato de manganeso
	O óxido de mercurio	Lactato de mercurio
	O óxido de níquel	Lactato de níquel
	O óxido de ouro	Lactato de ouro
	O óxido de platino	Lactato de platino
	A potasa	Lactato de potasa
	O óxido de prata	Lactato de prata
	A sosa	Lactato de sosa
O óxido de zinc	Lactato de zinc	

Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO LÁCTICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

É ao Sr. Scheele a quen debemos os únicos coñecementos exactos que temos sobre o ácido láctico. Este ácido atópase no soro, onde está unido cun pouco de terra. Para obtelo hai que reducir o soro a unha oitava parte do seu volume, por evaporación; fíltrase para separar ben a parte caseosa, engádese cal, que se apodera do ácido en cuestión e que logo se libera por adición de ácido oxálico, xa que, como é sabido, este último ácido forma co cal un sal insoluble. Despois de separar por decantación o oxalato de cal, evapórase o licor ata acadar a consistencia do mel, engádese espírito do viño, que dissolve o ácido, e fíltrase para separar o azucre de leite e as outras sustancias estrañas. Para obter o ácido láctico libre só nos queda separar o espírito do viño por evaporación ou por destilación.

Este ácido únese con case todas as bases salificables e forma con elas sales non cristalizables. En moitos aspectos parécese ao ácido acetoso.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL SACOLÁCTICO
OSIXENADO, OU ÁCIDO SACOLÁCTICO, COAS BASES
SALIFICABLES, ORDENADAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE
POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
		NOMENCLATURA NOVA
Combinacións do ácido sacoláctico con:	O cal	Sacolato de cal
	A barita	Sacolato de barita
	A magnesia	Sacolato de magnesia
	A potasa	Sacolato de potasa
	A sosa	Sacolato de sosa
	O amoniaco	Sacolato de amoniaco
	A alumina	Sacolato de alumina
	O óxido de zinc	Sacolato de zinc
	O óxido de manganeso	Sacolato de manganeso
	O óxido de ferro	Sacolato de ferro
	O óxido de chumbo	Sacolato de chumbo
	O óxido de estaño	Sacolato de estaño
	O óxido de cobalto	Sacolato de cobalto
	O óxido de cobre	Sacolato de cobre
	O óxido de níquel	Sacolato de níquel
	O óxido de arsénico	Sacolato de arsénico
	O óxido de bismuto	Sacolato de bismuto
	O óxido de mercurio	Sacolato de mercurio
O óxido de antimonio	Sacolato de antimonio	
O óxido de prata	Sacolato de prata	

Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.

OBSERVACIONES
SOBRE O ÁCIDO SACOLÁCTICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIONES

Por evaporación do soro, pódese extraer unha especie de azucre que ten moita relación co da cana de azucre, e que se coñece en farmacia dende hai ben tempo.

Como o azucre ordinario, este azucre pódese osixenar por diferentes medios, e principalmente por combinación co ácido nítrico. A estes efectos, trátase varias veces con ácido renovado, concéntrase o licor por evaporación, ponse a cristalizar e obtense o ácido oxálico. Pero ao mesmo tempo, separase un po branco moi fino, susceptible de combinarse cos álcalis, co amoníaco, coas terras, e incluso con algúns metais. Trátase dun ácido concreto, descuberto por Scheele, que lle deu o nome de ácido sacoláctico. A súa acción sobre os metais é pouco coñecida, sábese soamente que forma con eles sales pouco solubles. A orde de afinidade seguida na táboa é a indicada polo Sr. Bergman.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL FÓRMICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO FÓRMICO, COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS
SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
		NOMENCLATURA NOVA
Combinacións do ácido fórmico con:	A barita	Formiato de barita
	A potasa	Formiato de potasa
	A sosa	Formiato de sosa
	O cal	Formiato de cal
	A magnesia	Formiato de magnesia
	O amoníaco	Formiato de amoníaco
	O óxido de zinc	Formiato de zinc
	O óxido de manganeso	Formiato de manganeso
	O óxido de ferro	Formiato de ferro
	O óxido de chumbo	Formiato de chumbo
	O óxido de estaño	Formiato de estaño
	O óxido de cobalto	Formiato de cobalto
	O óxido de cobre	Formiato de cobre
	O óxido de níquel	Formiato de níquel
	O óxido de bismuto	Formiato de bismuto
	O óxido de prata	Formiato de prata
A alumina	Formiato de alumina	
Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO FÓRMICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

O ácido fórmico coñécese desde o século pasado. Samuel Fischer foi o primeiro en obtelo destilando formigas. O Sr. Margraff publicou, en 1749, unha memoria sobre este mesmo tema, que tamén foi tratado polos Srs. Arwidson e Oehrn nunha disertación publicada en Leipzig en 1777.

O ácido fórmico tírase dunha especie de formiga grande vermella, *formica rufa*, que habita nos bosques, onde fai grandes formigueiros. Se un quere operar por destilación, introdúcense as formigas nunha retorta de vidro ou nunha cucúrbita¹⁷ cuberta do seu capitel; destíllase a unha calor suave e obtense no recipiente unha cantidade de ácido fórmico aproximadamente igual á metade do peso das formigas.

De procederse pola vía da lixiviación, lávanse as formigas en auga fría, esténdense sobre un pano e vértese por enriba auga fervendo que se apodera da parte ácida; mesmo se poden espremer os insectos no pano, co que o ácido sae máis forte. Para obtelo puro e concentrado, rectificase e sepárase a flegma por conxelación.

¹⁷ Recipiente de vidro en forma de cabaza [N. dos TT.].

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL BÓMBICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO BÓMBICO, COAS SUBSTANCIAS SALIFICABLES, POR
ORDE ALFABÉTICA**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
		NOMENCLATURA NOVA
Combinacións do ácido bómbico con:	A alumina	Bombiato de alumina
	O amoníaco	Bombiato de amoníaco
	O óxido de antimonio	Bombiato de antimonio
	O óxido de arsénico	Bombiato de arsénico
	A barita	Bombiato de barita
	O óxido de bismuto	Bombiato de bismuto
	O cal	Bombiato de cal
	O óxido de chumbo	Bombiato de chumbo
	O óxido de cobalto	Bombiato de cobalto
	O óxido de cobre	Bombiato de cobre
	O óxido de estaño	Bombiato de estaño
	O óxido de ferro	Bombiato de ferro
	O óxido de manganeso	Bombiato de manganeso
	A magnesia	Bombiato de magnesia
	O óxido de mercurio	Bombiato de mercurio
	O óxido de níquel	Bombiato de níquel
	O óxido de ouro	Bombiato de ouro
	O óxido de platino	Bombiato de platino
	A potasa	Bombiato de potasa
	O óxido de prata	Bombiato de prata
O sosa	Bombiato de sosa	
O zinc	Bombiato de zinc	

Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.

OBSERVACIONES
SOBRE O ÁCIDO BÓMBICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIONES

Cando o verme da seda muda en crisálida, os seus humores parecen coller un carácter ácido. Mesmo no momento no que se transforma en bolboreta deixa escapar un licor avermellado moi ácido que pon vermello o papel azul, e que chamou a atención do Sr. Chaussier, membro da Academia de Dijon. Despois de moitos intentos para obter este ácido puro, velaquí o procedemento ao que finalmente chegou. Faise unha infusión das crisálidas dos vermes en alcol, enchéndose este disolvente de ácido sen atacar as partes mucosas ou gomosas. Evaporando o espírito do viño, obtense o ácido bómbico bastante puro. Aínda non foron determinadas con precisión as propiedades e as afinidades deste ácido. É posible que esta familia de insectos poida subministrar moitos ácidos análogos. O seu radical, como o de todos os ácidos do reino animal, parece estar composto de carbono, hidróxeno, azote e, acaso, fósforo.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL SEBÁCICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO SEBÁCICO, COAS BASES SALIFICABLES, ORDENA-
DAS SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
		NOMENCLATURA NOVA
Combinacións do ácido sebácico con:	A barita	Sebato de barita
	A potasa	Sebato de potasa
	A sosa	Sebato de sosa
	O cal	Sebato de cal
	A magnesia	Sebato de magnesia
	O amoniaco	Sebato de amoniaco
	A alumina	Sebato de alumina
	O óxido de zinc	Sebato de zinc
	O óxido de manganeso	Sebato de manganeso
	O óxido de ferro	Sebato de ferro
	O óxido de chumbo	Sebato de chumbo
	O óxido de estaño	Sebato de estaño
	O óxido de cobalto	Sebato de cobalto
	O óxido de cobre	Sebato de cobre
	O óxido de níquel	Sebato de níquel
	O óxido de arsénico	Sebato de arsénico
	O óxido de bismuto	Sebato de bismuto
	O óxido de mercurio	Sebato de mercurio
O óxido de antimonio	Sebato de antimonio	
O óxido de prata	Sebato de prata	

Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO SEBÁCICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Para obter o ácido sebácico, cóllese sebo e fúndese nun cazo de ferro, engádeselle cal vivo pulverizado e remóvese constantemente. O vapor que se desprende da mestura é moi picante, polo que o cazo debe manterse en alto co fin de evitar respiralo. Cara ao final da operación increméntase o lume. No transcurso do proceso, o ácido sebácico combínase co cal e forma o sebato calcario, un tipo de sal pouco soluble. Para o separar das partes graxentas das que está impregnado, férvese a masa con moita auga: o sebato calcario disólvese e o sebo fúndese e flota. De seguido sepárase o sal evaporando a auga, calcínase cunha calor moderada, vólvese disolver, cristalízase de novo e desta forma obtense puro.

Para obter o ácido libre, engádesse ácido sulfúrico sobre o sebato de cal purificado e destíllase. O ácido sebácico pasa claro ao recipiente.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL LÍTICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO LÍTICO, COAS BASES SALIFICABLES, POR ORDE
ALFABÉTICA**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido lítico con:	A alumina	Litiato de alumina
	O amoniaco	Litiato de amoniaco
	O óxido de antimonio	Litiato de antimonio
	O óxido de arsénico	Litiato de arsénico
	A barita	Litiato de barita
	O óxido de bismuto	Litiato de bismuto
	O cal	Litiato de cal
	O óxido de chumbo	Litiato de chumbo
	O óxido de cobalto	Litiato de cobalto
	O óxido de cobre	Litiato de cobre
	O óxido de estaño	Litiato de estaño
	O óxido de ferro	Litiato de ferro
	A magnesia	Litiato de magnesia
	O óxido de manganeso	Litiato de manganeso
	O óxido de mercurio	Litiato de mercurio
	O óxido de níquel	Litiato de níquel
	O óxido de ouro	Litiato de ouro
	O óxido de platino	Litiato de platino
	A potasa	Litiato de potasa
	O óxido de prata	Litiato de prata
A sosa	Litiato de sosa	
O óxido de zinc	Litiato de zinc	

Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO LÍTICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Segundo os últimos experimentos de Bergman e Scheele, os cálculos de vexiga parecen ser unha especie de sal concreto con base terrosa, lixeiramente ácido, que require unha gran cantidade de auga para disolverse. Mil grans de auga fervendo disolven apenas tres grans, e a maior parte volve cristalizar de novo ao arrefriar. Este ácido concreto é o que o Sr. de Morveau chamou *ácido litiásico* e nós denominamos *ácido lítico*. A súa natureza e propiedades son aínda pouco coñecidas. Hai certas evidencias de que se trata dun sal acídulo xa combinado cunha base, e teño moitas razóns que me levan a crer que é un fosfato ácido de cal. Se esta presunción se confirma, habería que quitalo da clase dos ácidos particulares.

**TÁBOA DAS COMBINACIÓNS DO RADICAL PRÚSICO OSIXENADO,
OU ÁCIDO PRÚSICO, COAS BASES SALIFICABLES, ORDENADAS
SEGUNDO A SÚA AFINIDADE POR ESTE ÁCIDO**

	NOMES DAS BASES SALIFICABLES	NOMES DOS SALES NEUTROS
Combinacións do ácido prúsico con:	A potasa	Prusiato de potasa
	A sosa	Prusiato de sosa
	O amoniaco	Prusiato de amoniaco
	O cal	Prusiato de cal
	A barita	Prusiato de barita
	A magnesia	Prusiato de magnesia
	O óxido de zinc	Prusiato de zinc
	O óxido de ferro	Prusiato de ferro
	O óxido de manganeso	Prusiato de manganeso
	O óxido de cobalto	Prusiato de cobalto
	O óxido de níquel	Prusiato de níquel
	O óxido de chumbo	Prusiato de chumbo
	O óxido de estaño	Prusiato de estaño
	O óxido de cobre	Prusiato de cobre
	O óxido de bismuto	Prusiato de bismuto
	O óxido de antimonio	Prusiato de antimonio
	O óxido de arsénico	Prusiato de arsénico
	O óxido de prata	Prusiato de prata
	O óxido de mercurio	Prusiato de mercurio
O óxido de ouro	Prusiato de ouro	
O óxido de platino	Prusiato de platino	
Nota. Todas estas combinacións eran descoñecidas polos antigos químicos.		

OBSERVACIÓNS
SOBRE O ÁCIDO PRÚSICO E A TÁBOA DAS SÚAS COMBINACIÓNS

Non me estenderei aquí sobre as propiedades do ácido prúsico, nin sobre os procedementos que se empregan para obtelo puro e libre de toda combinación. Os experimentos realizados a este respecto paréceme que deixan aínda algunhas sombras sobre a verdadeira natureza deste ácido. Limitareime pois a dicir que se combina co ferro, dándolle unha cor azul, e que se une tamén con case todos os metais, pero que os álcalis, o amoníaco e o cal llo quitan por teren máis afinidade por el. Non se coñece o radical do ácido prúsico, pero os experimentos do Sr. Scheele e, sobre todo, os do Sr. Berthollet, suxiren que está composto de carbono e azote. É pois un ácido de base dobre. No que atinxe ao ácido fosfórico que nel se atopa, parece ser accidental segundo os experimentos do Sr. Hassenfratz.

Malia o ácido prúsico unirse cos metais, cos álcalis e coas terras á maneira dos ácidos, só ten unha parte das propiedades que se adoita atribuír aos mesmos. Polo tanto, é posible que estea inadecuadamente colocado nesta clase. Pero, como xa sinalai, paréceme moi difícil adoptar unha opinión determinada sobre a natureza desta substancia ata a cuestión ser esclarecida con novos experimentos.

Fin da segunda parte e do primeiro volume

TERCEIRA PARTE
DESCRIPCIÓN DOS APARELLOS E DAS OPERACIÓNS
MANUAIS DA QUÍMICA

INTRODUCCIÓN

Nas dúas primeiras partes desta obra non me estendín de forma intencionada sobre as operacións manuais da química. Por propia experiencia sei que as descrições minuciosas, os detalles dos procesos e as explicacións das táboas encaixan mal nunha obra razoada, xa que interrompen a marcha das ideas e volven molesta e difícil a lectura da obra.

Por outra parte, de limitarme ás simples descrições sumarias que teño proporcionado ata aquí, os principiantes só poderían tirar desta obra vagas ideas da química práctica. Operacións que non serían quen de repetir non lles inspirarían nin confianza nin interese, e non disporían do recurso de buscar noutras obras o que lles faltara nesta. Independentemente de que non existe ningunha obra na que se atopen descritos polo miúdo os experimentos modernos, teríalles sido imposible recorrer a tratados onde as ideas se presentaran na mesma orde e foran descritas coa mesma linguaxe, de sorte que o obxectivo que me marquei, de que esta obra fora útil, non se cumpriría.

Estas reflexións fixéronme tomar a decisión de reservar para unha terceira parte a descripción sumaria de todos os aparellos e de todas as operacións manuais relacionadas coa química elemental. Preferín colocar este tratado particular ao final da obra e non ao principio porque, en caso contrario, debería supoñer uns coñecementos nos principiantes que non poderían ter xa que só a lectura da propia obra llelos pode proporcionar. Dalgunha maneira, toda esta terceira parte debe ser considerada como unha explicación das figuras que se adoita relegar ao final das memorias, para non cortar o texto con descrições demasiado extensas.

Malia o coidado que puxen para presentar esta parte do meu traballo con claridade e método, e para non omitir a descripción de ningún aparello esencial, estou lonxe de pensar que os que

queiran adquirir coñecementos exactos da química poidan librarse de seguir cursos, de frecuentar os laboratorios e de familiarizarse cos instrumentos que se empregan neles. *Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu*¹: unha grande e importante verdade que non deben esquecer xamais tanto os que aprenden coma os que ensinan, e que o célebre Rouelle fixo escribir en grandes caracteres no lugar máis visible do seu laboratorio.

As operacións químicas divídense naturalmente en varias clases, segundo o obxectivo que tentan conseguir: unhas poden considerarse como puramente mecánicas, tales como a determinación do peso dos corpos, a medida do seu volume, a trituração, a porfirización, o cribado, o lavado ou a filtración; outras son operacións verdadeiramente químicas, porque empregan forzas e axentes químicos tales como a disolución, a fusión, etc. Finalmente, unhas teñen por obxecto separar os principios dos corpos, e outras reunilos; mesmo frecuentemente teñen este dobre obxectivo, e non é raro que nunha mesma operación, como, por exemplo, na combustión, se produza descomposición e recomposición.

Sen adoptar ningunha destas divisións en particular, ás que sería difícil axustarse de xeito rigoroso, vou presentar as operacións químicas detalladas na orde que me pareceu máis axeitada para facilitar a súa comprensión. Insistirei particularmente nos aparellos relacionados coa química moderna porque son aínda pouco coñecidos mesmo polos que estudan especialmente esta ciencia e, case me atrevería a dicir, por unha parte dos que a profesan.

¹ “Nada hai na mente que non teña pasado antes polos sentidos” [N. dos TT.].

CAPÍTULO PRIMEIRO

DOS INSTRUMENTOS AXEITADOS PARA DETERMINAR O PESO ABSOLUTO E O PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS

Non se coñece, ata o momento, ningún medio mellor para determinar as cantidades das materias que se empregan nas operacións químicas, e as que se obteñen como resultado dos experimentos, que poñelas en equilibrio con outros corpos que acordamos tomar como referencia. Cando, por exemplo, queremos aliar doce libras de chumbo e seis libras de estaño, temos que procurarnos unha panca de ferro o suficientemente forte como para que non se dobre, e suspendela do seu punto medio de maneira que os dous brazos sexan exactamente iguais. Penduramos dun dos seus extremos un peso de doce libras e no outro imos pendurando chumbo ata alcanzarse o equilibrio; é dicir, ata a panca permanecer perfectamente horizontal. Despois de facer isto co chumbo, facemos o mesmo co estaño e con calquera outra materia da que queiramos determinar a cantidade. Esta operación chámase *pesar*; o instrumento empregado denomínase *balanza* que, como todo o mundo sabe, componse principalmente dun hastil, dous pratiños e unha agulla ou fiel.

No que atinxe á elección dos pesos e á cantidade de materia que debe formar unha unidade, por exemplo, unha libra, é unha cousa absolutamente arbitraria. Así vemos que unha libra difire dun reino a outro, dunha provincia a outra e, mesmo ás veces, dunha cidade a outra. As sociedades non teñen outro medio de conservar a unidade que elixiron, e impedir que varíe e se altere co paso do tempo, que construír o que denominamos *patróns* que se depositan e son coidadosamente conservados nas secretarías das institucións.

Sen dúbida, non resulta indiferente para o comercio e para os usos da sociedade empregar unha libra ou outra, porque a cantidade absoluta da materia non é a mesma e as diferenzas poden ser ben considerables. As cousas son, non obstante,

diferentes para os físicos e os químicos. Na maior parte dos experimentos, pouco importa que se teña empregado unha cantidade A ou B de materia, con tal de se expresaren claramente os produtos obtidos dunha ou doutra destas cantidades, en fraccións que sexan cómodas de empregar e que, reunidas, dean un produto igual ao total. Estas consideracións lévanme a pensar que, mentres esperamos que os homes reunidos en sociedade se decidan a adoptar un so peso e unha soa medida, os químicos de todas as partes do mundo poderían servirse sen inconveniente da libra do seu país, calquera que fose, con tal de que, en lugar de dividila como se fixo ata o de agora en fraccións arbitrarias, se decidise, por acordo xeral, dividilas en décimas, centésimas, milésimas, dez milésimas, etc., é dicir, en fraccións decimais de libras. Deste xeito entenderíanse en todos os países e en todas as linguas e, se ben é certo que non saberían a cantidade absoluta de materia empregada nun experimento, coñecerían sen dificultade, sen calculo, a relación dos produtos entre si. Estas relacións serían as mesmas para os sabios de todo o mundo e teríamos así, neste campo, unha linguaxe universal.

Motivado por estas consideracións, sempre tiveron o proxecto de facer dividir a libra en fraccións decimais, pero só o conseguín hai ben pouco. O Sr. Fourché, fabricante de balanzas, sucesor do Sr. Chemin, da rúa Ferronnerie, culminou este traballo con moita dilixencia e exactitude. Convido a todos aqueles que fan experimentos a se forneceren de semellantes divisións da libra: por pouco familiarizados que estean co cálculo decimal, quedarán sorprendidos da facilidade que esta división achegará a todas as súas operacións. Detallarei, nunha memoria específica destinada á Academia, as precaucións e as atencións que esta división da libra esixe.

Mentres este método non sexa adoptado polos sabios de todos os países, hai unha maneira simple, que se ben non alcanza a mesma meta, serve polo menos para aproximala e simplificar os cálculos. Consiste en converter as onzas, os dracmas e os grans

de cada pesada, en fraccións decimais de libra e, para reducir o traballo que iso podería representar, fixen unha táboa onde estes cálculos se atopan xa feitos ou, polo menos, reducidos a unhas simples sumas. A táboa vai ao final desta terceira parte; velaquí a maneira de usala.

Supoñamos que nun experimento empregamos catro libras de materia e que, como resultado desa operación, obtemos catro produtos diferentes A, B, C, D que pesan:

	libras	onzas	dracmas	grans
Produto A.....	2	5	3	63
Produto B	1	2	7	15
Produto C	-	3	1	37
Produto D	-	4	3	29
Total.....	4	-	-	-

Por medio desta táboa transformaranse estas fraccións vulgares en decimais da seguinte maneira:

Para o produto A					
FRACCIÓNS VULGARES					FRACCIÓNS DECIMAIS CORRESPONDENTES
libras	onzas	dracmas	grans		libras
2	-	-	-		2,000000
-	5	-	-		0,3125000
-	-	3	-		0,0234375
-	-	-	63		0,0068359
Total.....	2	5	3	63	2,3427734

Para o produto B					
FRACCIÓNS VULGARES					FRACCIÓNS DECIMAIS CORRESPONDENTES
libras	onzas	dracmas	grans		libras
1	-	-	-		1,000000
-	2	-	-		0,125000
-	-	7	-		0,0546875
-	-	-	15		0,0016276
Total.....	1	2	7	15	1,1813151

Para o produto C				
FRACCIÓNS VULGARES			FRACCIÓNS DECIMAI CORRESPONDENTES	
onzas	dracmas	grans	libras	
3	-	-	0,1875000	
-	1	-	0,0078125	
-	-	37	0,0040148	
Total.....	3	1	37	0,1993273

Para o produto D				
FRACCIÓNS VULGARES			FRACCIÓNS DECIMAI CORRESPONDENTES	
onzas	dracmas	grans	libras	
4	-	-	0,2500000	
-	3	-	0,0234375	
-	-	29	0,0031467	
Total.....	4	3	29	0,2765842

Recapitulando estes resultados, teremos en fraccións decimais:

Para o produto A.....	2,3427734
Para o produto B.....	1,1813151
Para o produto C.....	0,1993273
Para o produto D.....	0,2765842
Total.....	4,0000000

Así expresados en fraccións decimais, os produtos son susceptibles de todo tipo de redución e cálculo e un non está obrigado a reducir continuamente a grans os números cos que se quere operar para, de seguido, volver a transformar estes mesmos números en libras, onzas e dracmas.

Sendo a determinación dos pesos das materias e os produtos, antes e despois dos experimentos, a base de todo o que se pode facer de útil e exacto na química, nunca resulta excesiva a exactitude neste eido. Para conseguila, o primeiro é dotarse de

bos instrumentos. Para traballar comodamente é indispensable dispoñer de tres balanzas excelentes. A primeira debe pesar ata 15 ou 20 libras sen forzar o hastil. Nos experimentos químicos non é raro ter que determinar cunha exactitude próxima a medio gran ou un gran a tara e o peso de grandes vasillas e de aparellos moi pesados. Para chegar a este grao de precisión, fan falta balanzas feitas por un artista hábil e con precaucións especiais. É necesario, sobre todo, seguir unha norma estrita: non utilízalas xamais no laboratorio, onde irremisiblemente resultarían oxidadas e estragadas. Deben conservarse nun espazo separado onde non poidan chegar os ácidos. As que eu emprego, foron construídas polo Sr. Fontin, teñen un hastil de tres pes de largo e reúnen todas as condicións de seguridade e comodidade que un poida desexar. Creo que, de exceptuarmos as de Ramsden, non existen outras comparables en exactitude e precisión. Ademais desta balanza grande, teño outras dúas que, como a primeira, están fóra do laboratorio; unha pesa ata 18 ou 20 onzas, coa precisión dunha décima de gran, e a terceira pesa ata unha dracma, apreciando moi ben ata $1/512$ de gran.

Presentarei na Academia unha memoria particular, dando unha descrición destas tres balanzas cos detalles do grao de precisión que se pode obter con elas.

Estes instrumentos, que se deben empregar soamente nos experimentos de investigación, non nos dispensan da necesidade de termos outros menos precisos para as operacións comúns no laboratorio. Así, necesítase continuamente unha balanza grande con hastil de ferro pintado de negro que poida pesar barreños cheos de líquido e cantidades de auga de 40 ou 50 libras cunha precisión de 12 a 15 grans e, finalmente, unha pequena balanza de man que pese cerca dunha libra cunha precisión dun gran.

Pero non é suficiente con ter balanzas excelentes; hai que coñecelas, estudalas, sabelas usar, e iso só se consegue despois dun uso prolongado e moita atención. É sobre todo moi importante verificar adoito as pesas utilizadas, porque as que submi-

nistran os fabricantes, ao teren sido axustadas con balanzas que non son extremadamente sensibles, non resultan rigorosamente exactas cando se proban coas balanzas tan perfectas como as que fican descritas.

Unha maneira excelente de evitar erros nas pesadas consiste en repetilas dúas veces, empregando nunha as fraccións vulgares de libra e noutra as fraccións decimais.

Estes son os medios, aparecidos ata o momento, máis axeitados para determinar as cantidades de materia empregadas nos experimentos; é dicir, utilizando unha expresión ordinaria, para determinar o peso absoluto dos corpos. Pero, ao adoptar esta expresión, non podo por menos que sinalar que, tomada nun sentido estrito, non é totalmente exacta. É certo que, en rigor, non coñecemos nin podemos coñecer outra cousa ca os pesos relativos; que só podemos expresalos por medio dunha unidade convencional. Sería, por tanto, máis xusto dicir que non temos ningunha medida do peso absoluto dos corpos.

Pasemos agora a ocuparnos do peso específico. Tense designado con este nome o peso absoluto dos corpos dividido polo volume ou, o que é o mesmo, o que pesa un volume determinado dun corpo. En xeral, ten sido o peso da auga o escollido como unidade para a expresión do peso específico. Así, cando se fala do peso específico do ouro, dise que é dezanove veces máis pesado ca a auga; que o ácido sulfúrico concentrado é dúas veces máis pesado ca a auga, e o mesmo se fai para os demais corpos.

Por outra banda, a elección do peso da auga como unidade resulta moi cómoda porque case sempre se pesan os corpos nela cando se quere determinar o seu peso específico. Se, por exemplo, se quere coñecer o peso específico dun anaco de ouro puro forxado en frío a golpe de martelo, e se ese anaco de ouro pesa no aire 8 onzas, 4 dracmas e 2 grans e medio, como o que empregou o Sr. Brisson (páxina 5 do seu *Tratado do peso*

específico)², suspéndese dun fío metálico moi fino pero á vez o bastante forte como para que soporte o peso sen romper. Átase o fío debaixo do pratiño dunha balanza hidrostática e pésase o ouro totalmente somerxido nun recipiente cheo de auga. O anaco de ouro en cuestión perdeu, no experimento do Sr. Brisson 3 dracmas e 37 grans. Resulta evidente que o peso que perde un corpo cando se pesa en auga non é outro ca o peso do volume de auga que despraza ou, o que vén ser o mesmo, un peso de auga igual ao seu volume. De aquí pódese inferir que volumes iguais de ouro e auga pesan, respectivamente, 4898 grans e medio e 253 grans, o que dá para o peso específico do ouro 193,617 supoñendo que o da auga é 10. Pódese facer o mesmo para todas as substancias sólidas.

Non obstante, é bastante raro en química ter que determinar o peso específico dos corpos sólidos, a menos que se traballe sobre aliaxes ou sobre vidros metálicos. En troques, case a cada instante é necesario coñecer o peso específico dos fluídos porque, con frecuencia, este é o único medio de saber o seu grao de pureza e concentración.

Pódese igualmente cumprir este obxectivo cun moi alto grao de precisión por medio da balanza hidrostática, pesando sucesivamente un corpo sólido como, por exemplo, unha bóla de cristal de roca suspendida dun fío de ouro moi fino, no aire e no fluído do que se quere determinar o peso específico. O peso que perde a bóla mergullada no fluído é o dun volume deste fluído igual ao da bóla. Repetindo sucesivamente esta operación en auga e en diferentes fluídos pódese, por medio dun cálculo sinxelo, establecer a relación de pesos específicos, ben entre si ou coa auga. Pero este procedemento non sería aínda o suficientemente exacto ou, polo menos, resultaría moi embarazoso no caso dos licores con pesos específicos que difiren pouco do

² Mathurin Jacques Brisson, zoólogo e físico francés. Publicou a obra *Pesanteur spécifique des corps. Ouvrage utile à l'Histoire naturelle, à la Physique, aux Arts & au Commerce*, Paris, Imprimerie Royale, 1787 [N. dos TT.].

da auga como, por exemplo, as augas minerais e todas as augas que estean moi pouco cargadas de sales.

Nalgúns traballos que teño emprendido con tal obxectivo, aínda non publicados, servínome cunha gran vantaxe de pesalicores moi sensibles dos que vou dar unha idea. Consisten nun cilindro oco *Abcf* (lám. VII, fig. 6) de latón ou, mellor aínda, de prata, e lastrado por abaixo, *bcf*, con estaño. Este pesalicores represéntase na figura nadando nun tarro *lmno* cheo de auga. Na parte superior do cilindro adáptase unha variña feita cun fío de prata de $\frac{3}{4}$ de liña de diámetro, como máximo, coroada cun pequeno pratiño destinado a recibir as pesas. Sobre a variña faise unha marca *g* coa finalidade que imos explicar. Pódese construír este instrumento de diferentes dimensións, pero só resulta suficientemente exacto se despraza, polo menos, catro libras de auga.

O peso do estaño que lastra este instrumento debe ser tal que o manteña case en equilibrio en auga destilada, e que para introduci-lo ata a marca *g* soamente faga falta engadir media dracma ou unha dracma como moito.

Comézase por determinar con moita exactitude o peso deste instrumento e o número de dracmas ou de grans con que hai que cargalo, a unha temperatura determinada, para que afonde ata a marca *g*. Faise a mesma operación en todas as augas das que se quere coñecer o peso específico e, a continuación, as diferenzas refírense por medio do cálculo ao pé cúbico, á pinta ou á libra, ou ben redúcense a fraccións decimais. Este método, xunto con algúns experimentos feitos con reactivos, é un dos máis seguros para determinar a calidade das augas e permite percibir diferenzas que terían escapado ás análises químicas máis exactas. Algún día darei a coñecer os detalles dun extenso traballo que fixen sobre este tema.

Os pesalicores metálicos só serven para determinar o peso específico das augas que conteñen soamente sales neutros ou substancias alcalinas. Tamén se poden construír outros lastra-

dos por espírito do viño e licores espirituosos. Pero sempre que se trate de determinar o peso específico dos ácidos, só se poden empregar de vidro. Cóllese entón un cilindro oco de vidro, *abc* (lám. VII, fig. 14), que se pecha hermeticamente ao lume en *bcf*; na parte superior se lle solda un tubo capilar *ad* rematado por un pratiño *d*. Lástrase este instrumento con máis ou menos mercurio segundo sexa o peso dos licores que se pretende examinar. Pódese introducir no tubo *ad*, que forma o colo deste instrumento, unha pequena tira de papel marcada con divisións; e aínda que estas divisións non se correspondan coas mesmas fraccións de gran nos licores de diferentes pesos específicos son, non obstante, cómodas para as avaliacións.

Non me estenderei máis sobre os métodos que serven para determinar o peso absoluto ou o peso específico dos sólidos e os líquidos; os instrumentos que se empregan neste tipo de experimentos están ao alcance de todo o mundo, pódense conseguir doadamente e máis detalles serían inútiles. Non acontece o mesmo coa medida dos gases: a meirande parte dos instrumentos dos que me sirvo non se atopan en ningunha parte e non teñen sido descritos en obra algunha, polo que me pareceu necesario describilos con maior detalle e tal é o obxectivo que me propoño cumprir no capítulo seguinte.

CAPÍTULO II

DA GASOMETRÍA OU DA MEDIDA DO PESO E DO VOLUME DAS SUBSTANCIAS AERIFORMES

§ I

DESCRIBIÓN DOS APARELLOS PNEUMATO-QUÍMICOS

Nos últimos tempos, os químicos franceses déronlle o nome de *pneumato-químico* a un aparello á vez moi enxeñoso e moi simple, imaxinado polo Sr. Priestley, e que ten chegado a ser absolutamente indispensable en todos os laboratorios. Consiste nunha caixa ou cubeta de madeira máis ou menos grande (lám. V, figs. 1 e 2), forrada con chumbo laminado ou con follas de cobre estañado. A figura 1 representa esta cubeta vista en perspectiva; na figura 2 aparece representada sen a parte dianteira e un dos lados para facer máis ostensible a maneira na que está construído o seu interior.

En todo aparello deste tipo distínguense a taboíña da cubeta *ABCD* (fig. 1 e 2) e o fondo da cubeta *FGHI* (fig. 2). O espazo que se atopa entre estes dous planos é a cubeta propiamente dita, ou a foxa da cubeta. É nesta parte oca onde se enchen as campás, dáselles a volta axiña e póusanse na taboíña *ABCD* (ver a campá *F*, lám. X). Pódense distinguir tamén os bordes da cubeta, dándoselle ese nome a todo o que queda por enriba do nivel da taboíña.

A cubeta debe estar o suficientemente chea como para que a taboíña estea sempre recuberta dunha polgada ou polgada e media de auga; e debe ter a anchura e profundidade como para que haxa, polo menos, un pé de auga en todas as direccións na foxa da cubeta. Esta cantidade abonda para os experimentos ordinarios, pero nun gran número de circunstancias resulta cómodo, ou mesmo indispensable, ter aínda máis espazo. Aconsello a aqueles que queiran facer a cotío experimentos químicos útiles,

que constrúan estes aparellos moi grandes se o local llelo permite. A foxa da miña cubeta principal ten catro pés cúbicos de auga e a superficie da súa taboíña é de catorce pés cadrados. Malia este tamaño, que ao principio me parecía desmesurado, con frecuencia fáltame sitio.

Nun laboratorio onde se fan adoito experimentos, non abonda con ter soamente un destes aparellos por grande que sexa; é necesario, con independencia do almacén xeral, ter outros máis pequenos e mesmo portátiles, que se colocan onde son necesarios e preto do forno onde se traballa. Só así se poden ter en marcha varios experimentos á vez. Hai, ademais, operacións que emporcan a auga do aparello e hai que facelas nunha cubeta especial.

É sen dúbida moito máis económico empregar cubetas de madeira ou ben sellas con aros de ferro e feitas simplemente con doelas, ca usar caixas de madeira forradas de cobre ou de chumbo. Eu mesmo as usei nos meus primeiros experimentos, pero ben pronto fun consciente dos inconvenientes que teñen. Se a auga non se mantén sempre ao mesmo nivel, as doelas que se atopan en seco retráense e sepáranse, e cando un quere botar máis auga, escapa polas xuntas inundando o chan.

Os recipientes que se empregan para recoller e conter os gases neste aparello son campás de cristal *A* (lám. V, fig. 9). Para transportalos dun aparello a outro, ou mesmo para gardalos cando a cubeta está demasiado chea de cousas, utilízanse uns pratos *BC* (mesma figura) provistos dun rebordo e de dúas asas *DE*.

Con respecto ao aparello pneumato-químico de mercurio, despois de probar a construílo con diferentes materiais, decidínme definitivamente polo mármore. Esta substancia é completamente impermeable ao mercurio, non hai o temor, como na madeira, de que as xuntas se separen e de que o mercurio escape polas gretas, nin hai que preocuparse porque rompa como co vidro, a louza e a porcelana.

Cóllese, pois, un bloque de mármore $BCDE$ (lám. V, figs. 3 e 4), de dous pés de lonxitude, de 15 a 18 polgadas de ancho e de 10 polgadas de grosor, e fáiselle un baleirado ata unha profundidade mn (figs. 5) de aproximadamente 4 polgadas, para formar a foxa que debe conter o mercurio. Para poder encher máis comodamente as campás ou as vasillas, faise, ademais, un suco profundo TV (figs. 3, 4 e 5) doutras catro polgadas polo menos de profundidade. Por último, como este suco podería estorbar nalgúns experimentos, resulta útil que se poida tapar a vontade, obxectivo que se consegue por medio dunhas pequenas pranchas que entran na rañura xy (fig. 5). Fixen construír dúas cubetas de mármore semellantes á que fica descrita, pero de tamaños diferentes; deste xeito, teño sempre unha das dúas como recipiente para conservar o mercurio xa que, de todos os posibles, é o máis seguro e o menos suxeito a posibles accidentes.

Con este aparello, pódese operar no mercurio exactamente igual ca na auga: soamente é necesario empregar campás máis fortes e de pequeno diámetro, ou tubos de cristal ensanchados pola base como o que se representa na figura 7. Os seus fabricantes chámanlles *eudiómetros*. Pode verse unha destas campás A na figura 5 e unha vasilla na figura 6.

O aparello pneumato-químico é necesario para todas as operacións nas que se desprenden gases susceptibles de ser absorbidos pola auga, e este caso non é raro, xa que acontece xeralmente en todas as combustións, agás nas dos metais.

§ II DO GASÓMETRO

Dinlle o nome de *gasómetro* a un instrumento ideado por min e que fixen construír co obxecto de dispoñer dun fol que fora quen de subministrar, de xeito continuo e uniforme,

unha corrente de osíxeno para levar a cabo experimentos de fusión. Posteriormente, o Sr. Meusnier a máis eu, fixemos correccións e adicións considerables a este primeiro ensaio, transformándoo nun instrumento, por así dicilo, universal, do que será difícil prescindir cada vez que se queiran facer experimentos exactos.

O propio nome do instrumento indica claramente que está destinado a medir volumes de gases. Consiste nun grande hastil de balanza de tres pés de lonxitude *DE* (lám. VIII, fig. 1), construído de ferro e moi resistente. En cada un dos seus extremos *DE* hai, fixada solidamente, unha porción de arco de círculo tamén de ferro.

Este hastil non repousa sobre un fulcro como nas balanzas ordinarias, senón que este se substituíu por un eixo cilíndrico de aceiro *F* (fig. 9) soportado sobre rolos móbiles, para conseguir deste xeito diminuír considerablemente a resistencia que podería obstaculizar o libre movemento da máquina, xa que o rozamento de primeira especie converteuse nun de segunda. Estes rolos son de latón e diámetro amplo; ademais, tomouse a precaución de protexer os puntos que soportan o eixo do hastil con láminas de cristal de rocha. Toda esta suspensión repousa sobre unha sólida columna de madeira *BC* (fig. 1).

No extremo *D* dun dos brazos do hastil atópase pendurado un pratiño de balanza *P* para colocar as pesas. A cadea, que é plana, fíxase no arco de círculo *nDo* nunha rañura practicada a tal efecto. No extremo *E* do outro brazo únese unha cadea tamén plana *ikm* que, pola súa construción, non pode encollerse nin estirarse cando está máis ou menos cargada. A esta cadea está solidamente adaptado en *i*, un estribo de ferro de tres brazos *ai*, *ci* e *hi*, que soporta unha gran campá *A* de cobre forxado, de 18 polgadas de diámetro e ao redor de 20 polgadas de altura.

A totalidade desta máquina está representada en perspectiva na lámina VIII, figura 1, mentres que na lámina IX (figs. 2 e 4) aparece dividida en dúas por un plano vertical para poder ver

o seu interior. Ao redor da base da campá (lám. IX, fig. 2), hai un rebordo que sobresa e que forma unha cavidade dividida en diferentes compartimentos *1, 2, 3, 4*, etc. Estes compartimentos están destinados a dar acubillo ás pesas de chumbo representadas separadamente como *1, 2 e 3*. Serven para incrementar o peso da campá nos casos en que se necesite unha presión considerable, como se verá máis adiante, malia seren estes casos extremadamente raros. A campá cilíndrica *A* está completamente aberta polo fondo *de* (lám. IX, fig. 4) e pechada pola parte superior cun casquete de cobre *abc*, que ten unha abertura *bf* cerrada por medio dunha chave *g*. Este casquete, como se pode ver examinando as figuras, non chega completamente á parte superior do cilindro, senón que se mete unhas polgadas cara a dentro co fin de que a campá non estea nunca mergullada e completamente recuberta pola auga. Se algún día tivera que reconstruír esta máquina, gustaríame que o casquete estivese moito máis rebaixado, de maneira que fose case plano.

Esta campá ou depósito de aire vai metida nun recipiente cilíndrico *LMNO* (lám. VIII, fig. 1), tamén de cobre e que está cheo de auga.

No medio deste recipiente cilíndrico *LMNO* (lám. IX, fig. 4) érguense perpendicularmente dous tubos, *st* e *xy*, que se aproximan un pouco entre si no seu extremo superior *ty*. Estes tubos prolónganse un pouco por enriba do borde superior *LM* do recipiente *LMNO*. Cando a campá *abcde* toca o fondo *NO*, introdúcense arredor de media polgada na cavidade cónica *b*, que conduce á chave *g*.

A figura 3 da lámina IX, representa o fondo do recipiente *LMNO*. No medio vese un pequeno casquete esférico, oco por abaixo, suxeito e soldado polos seus bordes ao fondo do recipiente. Pódese considerar como un pequeno embude invertido ao que se adaptan, en *s* e en *x*, os tubos *st* e *xy* (fig. 4). Deste xeito, estes tubos atópanse comunicados cos tubos *mm*, *nn*, *oo* e *pp*, que

están colocados horizontalmente no fondo da máquina (fig. 3) e os catro unidos ao casquete esférico *sx*.

Destes catro tubos, tres saen por fora do recipiente *LMNO*, como se pode observar na lámina VIII, figura 1. Un deles, sinalado cos números arábigos 1, 2, 3, axústase en 3 coa parte superior dunha campá *V* por medio da chave 4. Esta campá está apoiada sobre a taboíña dunha pequena cubeta *GHIK*, forrada de chumbo, cuxo interior se pode ver na lámina IX, figura 1.

O segundo tubo está aplicado contra o recipiente *LMNO* de 6 a 7, continúa por 7, 8, 9 e 10, e métese en 11 por debaixo da campá *V*. O primeiro destes dous tubos está destinado a introducir o gas na máquina, o segundo a facelo pasar debaixo das campás para os ensaios. O gas entra ou sae segundo o grao de presión que se lle dea, presión que se consegue facer variar cargando máis ou menos o pratiño *P*. Así, cando se quere introducir aire, faise unha presión nula e, por veces, incluso negativa. Cando, pola contra, se quere facer saír, auméntase a presión ata o grao que se considere axeitado.

O terceiro tubo 12, 13, 14, 15 é para conducir o aire ou o gas á distancia que se considere necesaria para facer as combustións, combinacións ou outras operacións deste tipo.

Para entender o uso do cuarto tubo son necesarias algunhas explicacións. Supoñendo que o recipiente *LMNO* (fig. 1) se atopa cheo de auga e que a campá *A* está en parte chea de aire e en parte chea de auga, resulta evidente que se poden axustar os pesos colocados no pratiño *P*, de xeito que se acade un equilibrio e que o aire non tenda nin a entrar na campá *A* nin a saír dela. Neste suposto, a auga estará ao mesmo nivel dentro e fóra da campá. Non acontecerá o mesmo tan pronto se diminúa o peso colocado no pratiño *P* e exista presión do lado da campá. Entón o nivel da auga estará máis baixo no interior ca no exterior da campá, e o aire do interior atoparase máis cargado ca o de fóra nunha cantidade equivalente ao peso dunha columna de auga dunha altura igual á diferenza entre os dous niveis.

Partindo desta observación, o Sr. Meusnier ideou un método para coñecer, en cada momento, o grao de presión que experimentaríase o aire contido no volume da campá *A* (lám. VIII, fig. 1). Para iso serviuse dun sifón de vidro de dúas ramas *19*, *20*, *21*, *22*, *23* solidamente unido con masilla en *19* e *23*. O extremo *19* deste sifón comunica libremente coa auga da cubeta ou recipiente exterior. Pola contra, o extremo *23* comunica co cuarto tubo, o uso do cal deixei sen explicar hai un momento e, en consecuencia, co aire do interior da campá polo tubo *st* (lám. IX, fig. 4). Finalmente, o Sr. Meusnier fixou con masilla en *16* (lám. VIII, fig. 1) outro tubo recto de vidro *16*, *17*, *18*, que comunica polo seu extremo *16* coa auga do recipiente exterior e está aberto ao aire polo seu extremo superior *18*.

Resulta claro, conforme estas disposicións, que a auga no tubo *16*, *17* e *18* debe manterse constantemente ao mesmo nivel ca a da cubeta ou recipiente exterior; que a auga na rama *19*, *20* e *21*, *en troques, debe estar por enriba ou por debaixo, segundo que o* aire do interior da campá estea a unha presión maior ou menor ca o aire exterior, e que a diferenza de altura entre as dúas columnas observada nos tubos *16*, *17* e *18*, e *19*, *20*, *21*, debe dar exactamente a medida da diferenza de presión. Por esa razón, para a medida de tales diferenzas, colocouse entre estes dous tubos unha regra de cobre graduada e dividida en polgadas e liñas.

Resulta comprensible que, sendo o aire e, en xeral, todos os fluídos elásticos aeriformes, tanto máis pesados canto máis comprimidos estean, era necesario coñecer o estado de compresión para avaliar as cantidades e para converter os volumes en pesos. E ese obxectivo foi o que nos propuxemos acadar por medio do mecanismo que veño de expoñer.

Pero para coñecer o peso específico do aire ou dun gas e para determinar o peso dun volume coñecido, non é suficiente con saber cal é o grao de compresión ao que está sometido: hai que coñecer tamén a temperatura, o que se consegue coa axuda dun pequeno termómetro que ten o bulbo mergullado na campá *A*

e a escala saíndo por fóra. Está solidamente unido con masilla nunha abrazadeira de cobre que se aparafusa á campá *A* (ver 24 e 25, lám. VIII, fig. 1 e lám. IX, fig. 4). Este termómetro represéntase separadamente na lámina VIII, figura 10.

O uso do gasómetro ofrecería aínda grandes inconvenientes e dificultades de térmonos limitado só a estas precaucións. A campá, ao afundir na auga do recipiente exterior *LMNO*, perde peso, e esta perda de peso é igual ao da auga que despraza. De aí resulta que a presión que experimenta o aire ou o gas contido na campá diminúe continuamente a medida que esta afunde; que o gas que subministrou no primeiro instante non ten a mesma densidade que o que subministra ao final; que o seu peso específico vai diminuíndo continuamente, e que aínda podendo esas diferenzas ser determinadas por cálculo, iso implicaría operacións matemáticas que farían o uso deste aparello embarazoso e difícil. Para poñer remedio a este inconveniente, o Sr. Meusnier ideou levantar perpendicularmente no medio do hastil unha barra cadrada de ferro, 26 e 27 (lám. VIII, fig. 1), que atravesa unha rodiña oca de cobre, 28, que se pode abrir e encher de chumbo. Esta rodiña pode deslizarse ao longo da barra 26 e 27 movéndose por medio dun piñón dentado que engrena nunha cremalleira e que se fixa no punto que se considere axeitado.

Está claro que cando a panca *DE* está horizontal, a rodiña 28 non pesa nin para un lado nin para o outro, polo que non aumenta nin diminúe a presión. Non acontece o mesmo cando a campá *A* afunde máis e a panca se inclina cara a un lado como se ve na figura 1. Entón o peso 28, que xa non se atopa na liña vertical que pasa polo centro de suspensión, pesa do lado da campá e aumenta a súa presión. Este efecto é tanto maior canto máis desprazada estea a rodiña 28 cara ao extremo 27, porque o mesmo peso exerce unha acción máis forte cando se aplica desde o extremo dunha panca máis longa. Así vemos que, desprazando o peso 28 ao longo da barra 26 e 27 pola que pode

deslizarse, pódese aumentar ou diminuír o efecto da corrección que se realiza; e tanto o cálculo coma o experimento demostran que se pode chegar a compensar, con grande exactitude, a perda de peso da campá a calquera grao de presión.

Aínda non dixen nada sobre como avaliar as cantidades de aire ou de gas fornecidas pola máquina, sendo isto o máis importante de todo. Para determinar con rigorosa exactitude o que se consumiu no transcurso dun experimento e, reciprocamente, para saber o que se ten subministrado, colocamos sobre o arco de círculo en que remata a panca *DE* (fig. 1) un limbo de cobre *lm* dividido en graos e medios graos; este arco está fixo á panca *DE* e móvese o mesmo que ela. Mídese o que baixa por medio dun índice fixo 29, 30, que remata en 30 con un *nonio* que da os centímetros de grao.

Pódense ver na lámina VIII os detalles das diferentes partes que acabamos de describir:

1º) Figura 2, a cadea plana que sostén o pratiño da balanza *P*; trátase da cadea do Sr. Vaucanson, pero como ten o inconveniente de estirarse ou encollerse segundo estea máis ou menos cargada, sería un problema usala para a suspensión da campá *A*.

2º) Figura 5, a cadea *ikm* que, na figura 1, soporta a campá *A*. Está formada por placas de ferro limadas, unidas unhas cas outras por caravillas de ferro. Aínda termando dun peso moi forte, este tipo de cadea non se alonga sensiblemente.

3º) Figura 6, o estribo de tres brazos do que vai suspendida a campá *A* con parafusos para fixala nunha posición ben vertical.

4º) Figura 3, a barra 26, 27 que se levanta perpendicularmente no medio do hastil e que leva a rodiña 28.

5º) Figuras 7 e 8, os rolos coa lámina *z* de cristal de rocha, que soporta os contactos para diminuír, aínda máis, o rozamento.

6º) Figura 4, a peza que soporta o eixo dos rolos.

7º) Figura 9, a parte media do hastil co eixo sobre o que oscila.

8ª) Figura 10, o termómetro que dá a temperatura do aire da campá.

Cando se quere utilizar o gasómetro que fica descrito, hai que empezar por encher de auga o recipiente exterior *LMNO* (lám. VIII, fig. 1) ata unha altura determinada, que debe ser sempre a mesma en todos os experimentos. O nivel da auga debe medirse cando o hastil estea horizontal. Este nivel, cando a campá está no fondo, aumenta na cantidade de auga que despraza; pola contra, o nivel diminúe consonte a campá se achega ao seu punto máis alto de elevación. De seguido, búscase por tenteo a altura á que se debe fixar a rodiña 28, para que a presión sexa a mesma en todas as posicións do hastil. Digo por tenteo porque a corrección non é rigorosa e porque diferenzas dun cuarto de liña, ou mesmo de media liña, non teñen ningunha importancia. Esta altura á que hai que elevar a rodiña non é a mesma para todos os graos de presión, senón que varía segundo esta presión sexa de 1 polgada, 2 polgadas, 3 polgadas, etc. Todas estas determinacións deben ir anotándose, a medida que se fan, nun rexistro ben ordenado.

Feitos estes primeiros preparativos, cóllese un frasco de oito a dez pintas e determínase a súa capacidade pesando exactamente a cantidade de auga que pode conter. Unha vez cheo, invértese o frasco na cubeta *GHIK*, figura 1, poñendo o seu colo sobre a taboíña no sitio da campá *V*, colocando o extremo *II* do tubo 7, 8, 9, 10, 11 no seu colo. Ponse a máquina a cero de presión e obsérvase con exactitude o grao que marca o índice sobre o limbo; logo, abrindo a chave 8 e apertando un pouco sobre a campá *A*, déixase pasar tanto aire como sexa preciso para encher completamente o frasco. Mírase de novo o limbo e xa se pode calcular o número de polgadas cúbicas que corresponde a cada grao.

Despois deste primeiro frasco, énchese un segundo, un terceiro, etc., repetindo varias veces a operación, mesmo con frascos de diferentes capacidades e, con tempo e unha atención escrupulosa, chégase a calibrar a campá *A* en todas as súas par-

tes. O mellor é facela ben torneada e cilíndrica, co fin de evitar as avaliacións e os cálculos.

O instrumento que veño de describir, e que chamei *gasómetro*, foi construído polo Sr. Meignié fillo, enxeñeiro, construtor de instrumentos de física con patente real. Fíxoo cun coidado, unha exactitude e unha intelixencia pouco habituais. É un instrumento precioso polo gran número de utilidades que pode ter, e porque hai experimentos case imposibles sen el. O que o encarece é que un só aparello non é suficiente; en moitos casos fan falta dous, como na formación da auga, na do ácido nítrico, etc. Tal é o resultado inevitable do estado de perfección ao que a química comeza a aproximarse, que esixe instrumentos e aparellos dispendiosos e complicados. Hai que esforzarse sen dúbida en simplificalos, pero non a expensas da súa comodidade e, sobre todo, da súa exactitude.

§ III

ALGUNHAS OUTRAS MANEIRAS DE MEDIR O VOLUME DOS GASES

O gasómetro, descrito no apartado precedente, é un instrumento demasiado complicado e demasiado caro como para poder empregarse adoito na medida dos gases nos laboratorios, e falta aínda moito ata que sexa aplicable en todas as circunstancias. Para unha multitude de experimentos cotiáns, fan falta medios máis simples que estean, se se me permite a expresión, máis á man. Detallarei aquí aqueles dos que me servín ata o momento en que tiven un gasómetro ao meu dispor e dos que me sirvo aínda hoxe en día de maneira preferente no transcurso ordinario dos meus experimentos.

Xa describín na primeira parte deste capítulo os aparellos pneumato-químicos de auga e mercurio. Consisten, como vimos, nunhas cubetas máis ou menos grandes, cunhas mesiñas

sobre as que se sitúan as campás destinadas a recibir o gas. Supoñamos que, despois dun experimento calquera queda, nun aparello deste tipo, un residuo de gas que non se absorbe nin polo álcali nin pola auga, que ocupa a parte superior da campá *AEF* (lám. IV, fig. 3), e do que queremos coñecer o volume. Empézase por marcar, cunha grande exactitude, por medio de tiras de papel, a altura *EF* da auga ou do mercurio. Non é suficiente con facer unha soa marca nun dos lados da campá, porque poderían quedar dúbidas sobre o nivel do líquido: fan falta polo menos tres, ou incluso catro marcas en posicións opostas unhas a respecto das outras.

Se estamos traballando con mercurio, a continuación hai que facer pasar auga por debaixo da campá para desprazalo. Esta operación faise doadamente enchendo un frasco de auga ata o tope, tapando a súa abertura co dedo, inverténdoo e colocando o seu colo baixo a campá. Despois, dándolle a volta de novo ao frasco, faise saír a auga que se eleva por enriba da columna de mercurio e a despraza. Cando todo o mercurio ten sido desprazado deste xeito, bótase auga sobre a cubeta *ABCD* de maneira que o mercurio fique cuberto aproximadamente por unha polgada. Métese un prato ou un recipiente moi plano por debaixo da campá, e transpórtase ata unha cubeta de auga, lámina V, figuras 1 e 2. Entón transvásase o aire a unha campá que ten sido graduada do xeito que vou explicar, e establécese a cantidade de gas por medio das graduacións da campá.

Esta primeira forma de determinar o volume dun gas pode ser substituída por outra, que resulta axeitada como medio de verificación. Unha vez transvasado o aire ou o gas, dáselle a volta a campá que o contiña e bótaselle auga ata a marca *EF*; pénsase esta auga e, do seu peso, dedúcese o volume tendo en conta que un pé cúbico ou 1728 polgadas de auga pesan 70 libras. Atoparemos ao final desta terceira parte unha táboa onde todas estas reducións están xa feitas.

A maneira de graduar as campás é extremadamente doada e vou indicar o procedemento para que cada quen poida facelo. Cómpre térmolas de varios tamaños, e incluso varias da mesma magnitude, de maneira que se teña un recambio, en caso de accidente.

Cóllese unha campá de cristal un pouco forte, longa e estreita; échese de auga na cubeta representada na lámina V, figura 1, e púsase sobre a taboíña *ABCD*. Débese ter un sitio determinado que sirva sempre para este tipo de operacións, para que o nivel da taboíña sobre a que se pousa a campá sexa sempre o mesmo; deste xeito evítase case o único erro que se pode cometer neste tipo de operacións.

Por outra banda, elíxese un frasco de colo estreito, de xeito que, unha vez completamente cheo, conteña xustamente 6 onzas, 3 dracmas e 61 grans de auga, o que corresponde a un volume de 10 polgadas cúbicas. Se non se atopase un frasco que teña xustamente esa capacidade, pódese coller un máis grande e, para diminuíla, botarlle un pouco de cera mesturada con resina. Este frasco serve de patrón para calibrar a campá, operando como segue: faise pasar o aire contido neste frasco á campá que se quere graduar, marcando despois a altura á que ten descendido a auga; engádese unha segunda medida de aire e faise unha nova marca; o proceso continúaase ata toda a auga da campá ter sido desprazada. É importante, no transcurso desta operación, que o frasco e máis a campá se manteñan sempre á mesma temperatura, e que esta difira pouco da que ten a auga da cubeta. Polo tanto, debe evitarse poñer as mans sobre a campá ou, polo menos, mantelas moito tempo sobre ela para evitar quentala, e malia non pensarmos poder telo feito, é preciso verter sobre ela auga da cubeta para refrescala. A altura do barómetro e do termómetro resulta indiferente nesta operación, con tal de que non varíe no seu transcurso.

Cando as marcas teñen sido así situadas de 10 en 10 polgadas sobre a campá, faise unha graduación coa punta dun diamante suxeito a unha variña de ferro. Pódense atopar diamantes

montados así, por un prezo módico, no Louvre, no comercio do sucesor de Passement. Do mesmo xeito pódense graduar os tubos de vidro para o mercurio: neste caso divídense de polgada en polgada ou incluso de décima de polgada en décima de polgada. O frasco que serve de patrón debe conter exactamente 8 onzas, 6 dracmas e 25 grans de mercurio, que é o peso equivalente a unha polgada cúbica.

Esta forma de determinar os volumes de aire por medio dunha campá graduada, como vén de explicarse, ten a vantaxe de non requirir ningunha corrección para as diferenzas de altura que existen entre o nivel da auga no interior da campá, e o da auga na cubeta, pero non exime das correccións relativas á altura do barómetro e do termómetro. Pola contra, cando se determina o volume do aire por medio do peso da auga contida ata as marcas *EF*, hai que facer unha corrección máis pola diferenza dos niveis do fluído no interior e no exterior da campá, como explicarei no apartado § V deste capítulo.

§ IV

DA MANEIRA DE SEPARAR OS DIFERENTES TIPOS DE GASES ENTRE SI

No parágrafo anterior presentouse tan só un dos casos máis simples: aquel no que se quere determinar o volume dun gas que non se absorbe pola auga. Pero os experimentos conducen normalmente a resultados máis complicados, e non é raro obter, á vez, tres ou catro gases diferentes. Vou tentar dar unha idea de como se consegue separalos.

Supoñamos que temos baixo a campá *A* (lám. IV, fig. 3), unha cantidade *AEF* de diferentes gases, mesturados entre si e contidos polo mercurio. Hai que empezar por marcar exactamente, con bandas de papel e como describín no parágrafo anterior, a altura do mercurio. Logo introdúcese na campá unha pequena

cantidade de auga, unha polgada cúbica por exemplo. Se a mestura de gas contén o gas ácido muriático ou o gas ácido sulfuroso, haberá de inmediato unha absorción moi considerable, porque é unha propiedade destes gases seren absorbidos en grandes cantidades pola auga, sobre todo o gas ácido muriático. Se a polgada cúbica de auga que foi introducida só produce unha pequena absorción, apenas igual ao seu volume, entón a mestura non contén nin gas ácido muriático, nin gas ácido sulfuroso, nin mesmo gas amoníaco, pero haberá que comezar a sospeitar que contén ácido carbónico porque, en efecto, a auga só absorbe deste gas, un volume aproximadamente igual ao seu. Para verificar esta suposición, introducirase na campá álcali cáustico en disolución: se hai gas ácido carbónico, observarase unha absorción lenta, que durará varias horas; o ácido carbónico combinarase co álcali cáustico ou potasa, desaparecendo practicamente da mestura.

Non hai que esquecerse, ao final de cada experimento, de pegar as marcas de papel sobre a campá no sitio onde se sitúe de novo a superficie do mercurio, e de vernizalas cando estean secas co fin de podermos mergullar a campá na auga sen risco de que se despeguen. Será igualmente necesario tomar nota das diferenzas de nivel entre o mercurio da campá e o da cubeta, así como da altura do barómetro e os graos que sinale o termómetro.

Cando se teñan absorbido pola auga ou pola potasa todos os gases susceptibles de selo, introducirase auga na campá para desprazar todo o mercurio. Como xa dixen no parágrafo precedente, cubrirase o mercurio da cubeta con preto de dúas polgadas de auga; logo, pasando por debaixo da campá un prato plano, levarase esta ata a cubeta pneumato-química de auga, onde se determinará a cantidade de aire ou de gas restante, introducíndoo nunha campá graduada. Feito isto, tomaranse diferentes mostras en frascos pequenos e, por medio de experimentos preliminares, tratarase de identificar, pouco máis ou menos, de que gases se trata. Introducirase, por exemplo,

nun dos pequenos frascos cheo deste gas, unha candea acendida como se representa na lámina V, figura 8. Se a candea non se apaga, concluírase que contén gas osíxeno, e mesmo, segundo que a lapa da candea sexa máis ou menos brillante, poderase deducir se contén máis ou menos osíxeno ca o aire atmosférico. Pola contra, no caso de que a candea se apagase, habería unha razón de peso para supoñer que este residuo é, maioritariamente, gas azote. Se, ao aproximar a candea, o gas se inflama na súa superficie e arde paseniño cunha lapa de cor branca, concluírase que é gas hidróxeno puro; se a lapa é azul, haberá razóns para concluír que o gas está carbonatado; en fin, se se queima con ruído e detonación, é unha mestura de gas osíxeno e gas hidróxeno.

Pódese tamén mesturar unha porción do mesmo gas con osíxeno; se hai vapores vermellos e absorción, concluírase que contén gas nitroso.

Estes coñecementos preliminares dan unha boa idea da calidade do gas e da natureza da mestura, pero non son suficientes para determinar as proporcións e as cantidades. Para iso, hai que recorrer a todos os recursos da análise, pero é moi importante saber máis ou menos en qué sentido hai que dirixir os esforzos. Supoñamos que temos concluído que o residuo sobre o que se opera é unha mestura de gas azote e gas osíxeno; para coñecer a súa proporción faise pasar unha cantidade determinada, por exemplo 100 partes, a un tubo graduado de 10 a 12 liñas de diámetro; introdúcese sulfuro de potasa disolvido en auga e deixase o gas en contacto con este licor que absorbe todo o gas osíxeno e, despois dalgúns días, só queda o gas azote.

Se, pola contra, concluíramos que o gas en cuestión é o hidróxeno, faise pasar unha cantidade determinada a un eudiómetro de Volta; se lle engade unha primeira porción de gas osíxeno que se fai detonar por medio dunha faísca eléctrica; engádese unha segunda porción do mesmo gas osíxeno e faise detonar de novo, e así ata que se obteña a maior diminución posible

de volume. Nestas detonacións, como é sabido, fórmase auga que é absorbida no momento; pero se o gas hidróxeno contiña carbono, fórmase ao mesmo tempo ácido carbónico que non se absorbe tan rapidamente, e cuxa cantidade pode coñecerse facilitando a súa absorción axitando a auga.

Por último, se se ten gas nitroso, pódese determinar a súa cantidade, polo menos aproximadamente, engadindo gas osíxeno e vendo a diminución de volume que resulta.

Limitareime a estes exemplos xerais que son suficientes para dar unha idea deste tipo de operacións. Un volume enteiro non abondaría se quixéramos prever todos os casos. A análise dos gases é unha arte coa que hai que familiarizarse pero, como a maioría teñen afinidades entre eles, hai que recoñecer que non sempre pode estar un seguro de telos separado por completo. É entón cando hai que cambiar de procedemento, facer outros experimentos doutro xeito, introducir algún axente novo na combinación, desbotar outros, ata que se estea seguro de ter alcanzado a verdade.

§ V

DAS CORRECCIÓNS QUE HAI QUE FACER NO VOLUME DOS GASES OBTIDOS NOS EXPERIMENTOS RELATIVOS Á PRESIÓN DA ATMÓSFERA

A experiencia di que, en xeral, os fluídos elásticos son compresibles en función do peso que soportan. É posible que esta lei sufra algunha alteración cando o grao de compresión se aproxime ao valor suficiente para licualos, ou mesmo a un grao de dilatación ou compresión extremos, pero non estamos preto deses límites na maior parte dos gases que sometemos aos nosos experimentos.

Cando digo que os fluídos elásticos son compresibles en función do peso que soportan, hai que entender esta proposición do seguinte xeito.

Todo o mundo sabe o que é un barómetro. Dito con propiedade, é un sifón *ABCD* (lám. XII, fig. 16), coa rama *AB* chea de mercurio e a rama *BCD* chea de aire. Se supoñemos mentalmente que esta rama *BCD* se prolonga indefinidamente ata o alto da nosa atmosfera, verase claramente que o barómetro non é outra cousa que unha especie de balanza, un instrumento no que se equilibra unha columna de mercurio cunha columna de aire. Pero resulta doado percibir que, para ese efecto ter lugar, é perfectamente inútil prolongar a rama *BCD* a semellante altura porque, como o barómetro está inmerso no aire, a columna *AB* de mercurio estará igualmente en equilibrio cunha columna do mesmo diámetro de aire atmosférico aínda que a rama *BCD* do sifón estea cortada en *C* e se lle elimine a parte *CD*.

A altura media dunha columna de mercurio capaz de equilibrar o peso dunha columna de aire tomada dende o alto da atmosfera ata a superficie da terra, é de 28 polgadas de mercurio, polo menos en París e mesmo nas partes máis baixas da cidade. Isto significa, noutros termos, que o aire na superficie da terra, en París, está normalmente comprimido por un peso igual ao dunha columna de mercurio de 28 polgadas de altura. Tal é o que quixen expresar nesta obra cando dixen, falando dos diferentes gases, que, por exemplo, o pé cúbico de gas osíxeno, pesaba 1 onza e 4 dracmas baixo unha presión de 28 polgadas. A altura desta columna de mercurio diminúe consonte un se eleva e se afasta da superficie da terra ou, falando con máis rigor, da liña de nivel formada pola superficie do mar; porque só a columna de aire que está por enriba do barómetro está en equilibrio co mercurio, sendo nula a presión de toda a masa de aire que está por debaixo del.

Pero, segundo que lei baixa o barómetro a medida que nos elevamos? ou, o que vén ser o mesmo, cal é a lei segundo a cal as diferentes capas da atmosfera diminúen de densidade? Este é un tema que estimulou notablemente a sagacidade dos físicos no século pasado. O experimento que segue contribuíu, de entrada, a botar moita luz sobre este asunto.

Se nun sifón de vidro *ABCDE* (lám. XII, fig. 17), cerrado en *E* e aberto en *A*, se introducen unhas gotas de mercurio para interceptar a comunicación entre a rama *AB* e a rama *BE*, resulta evidente que o aire contido na rama *BCDE* estará baixo a presión, como todo o aire do entorno, equivalente ao peso dunha columna de mercurio de 28 polgadas. Pero se se engade mercurio na rama *AB* ata 28 polgadas de altura, está claro que o aire da rama *BCDE* soportará unha presión igual ao peso de dúas veces 28 polgadas de mercurio; nese caso, a experiencia ten demostrado que, no canto de ocupar o volume total *BE*, só ocupará o volume *CE*, que é xustamente a metade. Se a esta primeira columna de 28 polgadas de mercurio lle engadimos na rama *AC*³ outras dúas, tamén de 28 polgadas, o aire da rama *BCDE* estará comprimido por catro columnas, cada unha igual ao peso de 28 polgadas de mercurio, e só ocupará o espazo *DE*; é dicir, a cuarta parte do volume que ocupaba ao comezo do experimento. Destes resultados, que se poden variar de infinitas maneiras, dedúcese esta lei xeral que parece aplicable a todos os fluídos elásticos: o seu volume diminúe proporcionalmente ao peso que soportan, o que tamén se pode enunciar nos seguintes termos: *o volume de todo fluído elástico está en razón inversa ao peso que o comprime*. Os experimentos feitos nas montañas elevadas teñen confirmado plenamente a exactitude destes resultados e, incluso supoñendo que se aparten da verdade, as diferenzas son tan minúsculas que poden considerarse irrelevantes nos experimentos químicos.

Esta lei dos fluídos elásticos, unha vez ben comprendida, é de doada aplicación para as indispensables correccións nos volumes dos aires ou dos gases nos experimentos pneumatoquímicos. Estas correccións son de dous tipos: as relativas á variación do barómetro e as que atinxen á columna de auga ou de mercurio que conteñen as campás. Tentarei facerme entender por medio de exemplos: comezarei polo caso máis simple.

³ Debera dicir *AB* [N. dos TT.].

Supoñamos que se obtiveron 100 polgadas de gas osíxeno a 10 graos de temperatura, marcando o barómetro 28 polgadas e 6 liñas. Podemos preguntarnos dúas cousas: a primeira, cal é o volume que ocuparían as 100 polgadas baixo unha presión de 28 polgadas en lugar das 28 polgadas e 6 liñas; a segunda, cal é o peso das 100 polgadas de gas obtidas.

Para responder estas cuestións, denominaremos x o número de polgadas cúbicas que ocuparían as 100 polgadas de gas osíxeno á presión de 28 polgadas e, como os volumes están en razón inversa ao peso que os comprime, teremos 100 polgadas : x :: $1/285$: $1/280$, de onde doadamente se deduce que $x = 101,786$ polgadas. É dicir, que o mesmo aire, que só ocupaba un espazo de 100 polgadas cúbicas baixo unha presión de 28 polgadas e 6 liñas de mercurio, ocuparía 101,786 polgadas á presión de 28. Non é máis difícil deducir o peso das mesmas 100 polgadas de aire baixo unha presión de 28 polgadas e 6 liñas porque, como equivalen a 101,786 polgadas á presión de 28 polgadas, e a esa presión e a 10 graos do termómetro a polgada cúbica de gas osíxeno pesa medio gran, dedúcese evidentemente que as 100 polgadas, baixo unha presión de 28 polgadas e 6 liñas, pesan 50,893 grans. Poderíamos ter chegado directamente a este mesmo resultado por medio do seguinte razoamento: xa que os volumes de aire e, en xeral, os dun fluído elástico calquera, están en razón inversa ao peso que os comprime, resulta, como unha consecuencia necesaria, que o peso do mesmo aire debe crecer proporcionalmente ao peso que o está a comprimir. Logo, se 100 polgadas cúbicas de gas osíxeno pesan 50 grans á presión de 28 polgadas, canto pesarán á presión de 28,5? Teremos agora esta proporción: $28 : 50$:: $28,5 : x$, da que se conclúe igualmente que $x = 50,893$ grans.

Imos pasar a un caso un pouco máis complicado. Supoñamos que a campá A (lám. XII, fig. 18) contén un gas calquera na súa parte superior ACD , que o resto do espazo por debaixo de CD está cheo de mercurio, e que o conxunto se somerxe nun reci-

piente *GHIK* que contén mercurio ata *EF*. Finalmente, suponhamos tamén que a diferenza *CE* entre a altura do mercurio na campá e no recipiente é de 6 polgadas, e que a altura do barómetro é de 27 polgadas e 6 liñas. Resulta evidente que, segundo estes datos, o aire contido no espazo *ACD* está comprimido polo peso da atmosfera, menos o peso da columna de mercurio *CE*. A forza que o comprime é, pois, igual a 27,5 polgadas – 6 polgadas = 21,5 polgadas. Polo tanto, este aire está a menor presión ca o aire atmosférico á altura media do barómetro: ocupa, por tanto máis espazo do que debera ocupar, e a diferenza é precisamente proporcional a diferenza dos pesos que o comprimen. Polo tanto, se ao medir o espazo *ABC*⁴, atopamos, por exemplo, 120 polgadas cúbicas, para transformar este volume no que ocuparía o gas a unha presión de 28 polgadas, habería que facer a proporción seguinte: 120 polgadas é ao volume buscado, que chamaremos *x*, como 1/21,5 é a 1/28; de onde se deduce:

$$x = \frac{120 \times 215}{28} = 92,143 \text{ polgadas}$$

Neste tipo de cálculos pódese elixir entre reducir a liñas a altura do barómetro, así como a diferenza de niveis do mercurio dentro e fora da campá, ou expresalo en fraccións decimais de polgada. Eu prefiro esta última opción que fai o cálculo máis curto e máis fácil. Non se deben deixar de lado os métodos abreviados para facer operacións que se repiten a miúdo; por esa razón, engadín a continuación desta terceira parte, co número IV, unha táboa que expresa as fraccións decimais de polgada que corresponden ás liñas e fraccións de liña. Nada será máis doado, seguindo esta táboa, que reducir as alturas do mercurio observadas en liñas, a fraccións decimais de polgada.

⁴ Semella tratarse dun erro. Debe dicir *ACD* [N. dos TT.].

Cando se traballa no aparello pneumato-químico de auga hai que facer correccións semellantes. Para obter resultados rigorosos, hai que ter en conta tamén a diferenza de altura da auga dentro e fora da campá. Pero como a presión atmosférica se expresa en polgadas e liñas do barómetro e, en consecuencia, en polgadas e liñas de mercurio, e como só se poden sumar cantidades homoxéneas, hai que reducir as diferenzas de nivel, expresadas en polgadas e liñas de auga, a unha altura equivalente de mercurio. Para facer esta conversión, pártese do dato de que o mercurio é 13,5681 veces máis pesado ca a auga. Ao final desta obra hai, co número V, unha táboa coa axuda da cal poderemos facer rápida e doadamente esta redución.

§ VI

DAS CORRECCIÓNS RELATIVAS AOS DIFERENTES GRAOS DO TERMÓMETRO

Do mesmo xeito que para coñecer o peso do aire e dos gases é necesario reducilos a unha presión constante, como a de 28 polgadas de mercurio, tamén é necesario reducilos a unha temperatura determinada porque, xa que os fluídos elásticos son susceptibles de dilatarse pola calor e de condensar polo frío, necesariamente deben cambiar de densidade, e o peso dun volume dado non é sempre o mesmo. A temperatura de 10 graos é a media entre a calor do verán e o frío do inverno. É tamén a temperatura dos subterráneos e á que máis doado resulta aproximarse en case todas as estacións do ano. Por iso a escollín para referir a ela os aires e os gases.

O Sr. de Luc atopou que o aire atmosférico aumentaba un $\frac{1}{215}$ do seu volume por cada grao do termómetro de mercurio dividido en 81 graos, dende o xeo ata a auga fervendo, o que equivale a $\frac{1}{211}$ por grao do termómetro de mercurio dividido

en 80 partes. Os experimentos do Sr. Monge parecen indicar que o gas hidróxeno é susceptible dunha dilatación un pouco maior: $1/180$. A respecto da dilatación doutros gases, non temos de momento experimentos moi exactos ou, polo menos, se existen, non foron publicados. Non obstante parece, a vulgar polas tentativas que se coñecen, que a súa dilatación se afasta pouco da do aire común. Penso, pois, que podemos supoñer que o aire da atmosfera se dilata $1/210$ por cada grao do termómetro, e o gas hidróxeno $1/190$; pero como hai algunha incerteza nestas determinacións, na medida do posible hai que traballar a unha temperatura próxima aos 10 graos. Os erros que se poidan cometer así, nas correccións relativas aos graos do termómetro, carecen de importancia algunha.

O cálculo que hai que facer nestas correccións é extremadamente doado; consiste en dividir o volume do aire obtido por 210, e multiplicar o número resultante polo número de graos do termómetro por encima ou por debaixo de dez. Esta corrección é negativa por enriba de dez graos e positiva por debaixo. O resultado que se obtén é o volume real do aire á temperatura de dez graos.

Estes cálculos abrévianse e facilítanse moito utilizando as táboas de logaritmos.

§ VII

MODELO DE CÁLCULO PARA AS CORRECCIÓNS RELATIVAS AO GRAO DE PRESIÓN E DE TEMPERATURA

Unha vez indicado o procedemento de determinación do volume dos aires e os gases e de aplicar a estes volumes as correccións relativas á presión e temperatura, réstame soamente achegar o exemplo dun caso complicado, para ilustrar mellor o uso das táboas que se atopan ao final desta obra.

EXEMPLO

Pechouse nunha campá *A* (lám. IV, fig. 3), unha cantidade de aire *AEF* que ocupaba un volume de 353 polgadas cúbicas. Este aire estaba contido no interior da campá pola columna de auga *EL* de 4 polgadas e media por enriba do nivel da cubeta; finalmente, o barómetro marcaba 27 polgadas, 9 liñas e media e o termómetro 15 graos.

Nese aire, queimouse unha substancia calquera, tal como fósforo, do que resultou ácido fosfórico que, lonxe de estar en estado de gas, atópase en estado concreto. O aire restante despois da combustión, ocupaba un volume de 295 polgadas; a altura da auga no interior da campá estaba 7 polgadas por enriba da auga da cubeta, o barómetro sinalaba 27 polgadas e 9 liñas e media, e o termómetro 16 graos.

Con estes datos, trátase de determinar cal é o volume de aire antes e despois da combustión, e de calcular, a partir de aí, a parte que ten sido absorbida.

CÁLCULO ANTES DA COMBUSTIÓN

	polgadas
O aire contido na campá ocupaba un volume de 353 polgadas. Pero só soportaba o peso dunha columna de 27 polgadas, 9 liñas e media ou, en fraccións decimais de polgada (ver táboa número IV), de.....	27,79167
Das que hai que restar a diferenza de nivel de 4 polgadas e media de auga, que corresponden, en mercurio, a (ver táboa numero V)	0,33166
Porén, a presión real á que estaba sometido o aire era.....	27,46001

O volume dos fluídos elásticos diminúe, en xeral, en razón inversa ao peso que os comprime; resulta claro, pois, tendo en conta o que dixemos máis arriba, que para ter un volume de 353 polgadas a una presión de 28 polgadas, haberá que poñer:

$$353 \text{ polgadas} : x :: 1/27,46001 : 1/28$$

De onde se conclúe que:

$$x = 353 \times 27,46001/28 = 346,192 \text{ polgadas}$$

Este é o volume que ocuparía o mesmo aire baixo unha presión de 28 polgadas. A 1/210 parte deste volume sería igual a 1,650 polgadas, o que dá para os cinco graos superiores ao grao dez do termómetro: 8,255 polgadas e, como esta corrección é subtractiva, conclúese que o volume do aire era, antes da combustión e unha vez feitas todas as correccións, 337,942 polgadas.

CÁLCULO DESPOIS DA COMBUSTIÓN

Facendo o mesmo cálculo sobre o volume do aire despois da combustión, atoparase que a presión entón era de:

$$27,77083 \text{ polgadas} - 0,51593 \text{ polgadas} = 27,25490 \text{ polgadas}$$

Así, para ter o volume de aire a 28 polgadas de presión, haberá que multiplicar 295 polgadas, volume atopado despois da combustión, por 27,25490 polgadas e dividir por 28, o que dará 287,150 polgadas para o volume corrixido.

A 1/210 parte deste volume son 1,368 polgadas que, multiplicadas por 6 graos, dan para a corrección negativa da temperatura 8,208 polgadas.

De onde resulta que, feitas todas as correccións, o volume de aire era, despois da combustión, 278,942 polgadas.

RESULTADO

	polgadas
Feitas todas as correccións, o volume antes da combustión era de.....	337,942
Despois da combustión era de.....	278,942
Logo a cantidade de aire absorbida pola combustión do fósforo foi de.....	59,00

§ VIII

DA FORMA DE DETERMINAR O PESO ABSOLUTO DOS DIFERENTES GASES

En todo o que fica exposto sobre a forma de medir o volume dos gases e facer as correccións relativas ao grao de presión e de temperatura, supuxen que se coñecían os pesos específicos e que se podían calcular os seus pesos absolutos: quedame soamente por dar unha idea dos medios polos que se pode chegar a tal coñecemento.

Cóllese un balón grande *A* (lám. V, fig. 10), a capacidade do cal debe ser de medio pé cúbico, é dicir, de 17 ou 18 pintas polo menos; fíxase con masilla unha abrazadeira de cobre *bcde*, á que se lle adapta cun parafuso en *de* unha platina cunha chave *fg*. Finalmente, todo este conxunto aparafúsase, por medio dunha dobre porca representada na figura 12, a unha campá *BCD* cunha capacidade que debe ser algunhas pintas maior ca a do balón. Esta campá está aberta por arriba, e a súa saída está provista dunha abrazadeira de cobre *hi* e dunha chave *lm*; unha desas chaves represéntase separadamente na figura 11.

A primeira operación que hai que facer é determinar a capacidade do balón; con tal fin, énchese de auga e pésase para coñecer a súa cantidade. Despois baléirase a auga e sécase o balón introducindo un pano pola abertura *de*; os últimos vestixios de humidade desaparecen cando se fai unha ou dúas veces o baleiro no balón.

Cando se quere determinar o peso dun gas, aparafúsase o balón *A* sobre a platina da máquina pneumática, por debaixo da chave *fg*. Ábrese esta mesma chave e faise o mellor baleiro posible, tendo bo coidado de observar a altura á que descende o barómetro de proba. Unha vez feito o baleiro, péchase a chave, pésase o balón con escrupulosa exactitude e vólvese aparafusar de novo sobre a campá *BCD*, que se supón colocada sobre a taboíña da cubeta *ABCD*, figura 1 da citada lámina. Faise pasar

a esta campá o gas que se quere pesar; despois, abrindo as chaves *fg* e *lm*, o gas contido na campá pasa ao balón *A*; ao mesmo tempo, a auga sube na campá *BCD*. Para evitar unha incómoda corrección, é necesario afundir a campá na cubeta ata que o nivel da auga exterior coincida co da auga contida no interior da campá. Entón péchanse as chaves, desaparefúsase o balón e vólvese pesar. O peso, feita a dedución do que corresponde ao balón baleiro, corresponde ao gas que contiña. Multiplicando este peso por 1728 polgadas, e dividindo este produto polo número de polgadas cúbicas igual á capacidade do balón, obtense o peso dun pé cúbico do gas co que se fixo o experimento.

Nestas determinacións, é necesario ter en conta a altura do barómetro e o grao do termómetro, despois do cal resulta moi fácil reducir o peso atopado para o pé cúbico, ao que tería o mesmo gas a 28 polgadas de presión e a 10 graos do termómetro. Xa indiquei no apartado anterior os detalles dos cálculos que esixe esta operación.

Cómpre igualmente non esquecer a pequena porción de aire que queda no balón cando se fai o baleiro, porción que é doada de avaliar tendo en conta a altura á que se mantivo o barómetro de proba. Se, por exemplo, esta altura era dunha centésima da altura total do barómetro, habería que concluír que quedou unha centésima de aire no balón, e o volume de gas que introducimos non sería máis que 99/100 do volume do balón.

CAPÍTULO III

DOS APARELLOS RELATIVOS Á MEDIDA DO CALÓRICO

DESCRIPCIÓN DO CALORÍMETRO

O aparello do que vou tentar dar unha idea describímolo o Sr. Laplace e máis eu nunha memoria que publicamos no *Recueil de l'Académie* do ano 1780, p. 355. É desa memoria de onde tirei todo o contido deste apartado.

Se despois de arrefriar un corpo calquera a cero graos do termómetro, o expoñemos a unha atmosfera onde a temperatura sexa 25 graos por enriba do nivel de conxelación, quentarase insensiblemente dende a súa superficie ata o centro, e aproximarase pouco e pouco á temperatura de 25 graos que é a do fluído que o arrodea.

Non acontecerá o mesmo cunha masa de xeo que se colose na mesma atmosfera, xa que non se aproximará nunca á temperatura do aire do entorno, senón que permanecerá constantemente a temperatura cero, é dicir, a temperatura do xeo fundente, ata fundirse o último átomo de xeo.

A razón deste fenómeno é fácil de concibir: para fundir o xeo e convertelo en auga, fai falta que se combine cunha determinada proporción de calórico. En consecuencia, todo o calórico dos corpos circundantes queda retido na superficie do xeo, onde se emprega en fundila. Unha vez fundida esta primeira capa, a nova cantidade de calórico que chega funde a segunda, ca que se combina igualmente para convertela en auga, e así sucesivamente, de superficie en superficie, ata chegar ao último átomo de xeo, que estará aínda a cero graos do termómetro, porque o calórico non terá penetrado ata el.

Imaxinemos, segundo isto, unha esfera oca de xeo, á temperatura de cero graos do termómetro, situada nunha atmosfera onde a temperatura sexa, por exemplo, de 10 graos por enriba

da conxelación, e que colocamos no seu interior un corpo quen-
tado a unha temperatura calquera. Do que vimos de expoñer
tíranse dúas consecuencias: 1^a) que a calor exterior non pene-
trará no interior da esfera; 2^a) que a calor do corpo colocado no
seu interior non se perderá cara ao exterior, senón que se deterá
na superficie interior da cavidade onde será empregada para
fundir continuamente novas capas de xeo, ata que a temperatu-
ra do corpo alcance o cero do termómetro.

Se se recolle con coidado a auga formada no interior da esfe-
ra de xeo cando a temperatura do corpo colocado no seu interior
alcance os cero graos, o seu peso será exactamente proporcional
á cantidade de calórico que o corpo ten perdido ao pasar desde
a súa temperatura primitiva á do xeo fundente; porque está
claro que unha cantidade dobre de calórico debe fundir unha
cantidade dobre de xeo, de xeito que a cantidade de xeo fundida
é unha medida moi precisa da cantidade de calórico empregada
en producir ese efecto.

Analizamos o que pasa nunha esfera de xeo tan só para facer
máis intelixible o método que empregamos neste tipo de ex-
perimentos, a primeira idea dos cales pertence ao Sr. Laplace.
Pero sería difícil conseguir esferas semellantes, e terían moitos
inconvenientes na práctica; por iso substituímolos polo seguinte
aparello ao que darei o nome de *calorímetro*. Admito que así
me expoño a unha crítica, ata certo punto fundada, por reunir
dúas denominacións, unha derivada do latín e outra derivada do
grego; pero crin que, en materia de ciencia, me podía permitir
unha menor pureza de linguaxe a cambio dunha maior clarida-
de das ideas, xa que non sería posible empregar unha palabra
composta tirada completamente do grego, sen aproximarme
demasiado ao nome doutros instrumentos coñecidos que teñen
un uso e obxectivos moi diferentes.

A primeira figura da lámina VI representa o calorímetro
visto en perspectiva. A figura 2 da mesma lámina representa
un corte horizontal, e a figura 3, un corte vertical que deixa ver

todo o seu interior. O conxunto está dividido en tres partes que, para que se me entenda mellor, distinguirei cos nomes de *cavidade interior*, *cavidade media* e *cavidade exterior*. A cavidade interior *ffff* (fig. 3, lám. VI) está formada por un enreixado de arame de ferro sostido por algúns montantes do mesmo metal; é nesta cavidade onde se sitúan os corpos sometidos a experimentación. A súa parte superior *LM* péchase por medio dunha tapadeira *GH*, que se representa separadamente na figura 4. Está completamente aberta por enriba e por abaixo está formada por un enreixado de arame de ferro.

A cavidade media *bbbb* (figs. 2 e 3) está destinada a conter o xeo que debe arrodear a cavidade interior e que debe fundir o calórico do corpo sometido a experimentación. Este xeo está soportado e retido por unha reixa *mm*, debaixo da que hai un baruto *nn*; ambos están representados, por separado, nas figuras 5 e 6. Conforme o xeo é fundido polo calórico que desprende o corpo situado na cavidade interior, a auga pasa a través da reixa e do baruto; despois cae ao longo do cono *ccd* (fig. 3) e do tubo *xy* e se recolle na vasilla *F* (fig. 1) situada debaixo da máquina; *u* é unha chave por medio da que se pode parar, a vontade, a saída da auga interior.

Por último, a cavidade exterior *aaaa* (figs. 2 e 3) está destinada a conter o xeo que serve para neutralizar o efecto da calor do aire exterior e dos corpos circundantes. A auga que produce a fusión deste xeo circula ao longo do tubo *sT*, que se pode abrir ou pechar por medio da chave *r*. Todo o aparello está cuberto pola tapa *FF* (fig. 7), completamente aberta pola parte superior e pechada pola inferior; está feita de folla de lata pintada ao aceite para protexela da oxidación.

Para poñer o calorímetro en funcionamento, énchese de xeo picado a cavidade media *bbbb*, a tapadeira *GH* da cavidade interior, a cavidade exterior *aaaa* e a tapa *FF* (fig. 7) do aparello. Apértase ben para que non queden ocos, déixase escorrer o xeo interior, e despois ábrese o aparello para colocar o corpo co

que se quere experimentar, pechando axiña. Espérase ata que o corpo arrefrírse completamente e que o xeo que se funde esorra dabondo. Despois, pénsase a auga recollida na vasilla *F*, figura 1: o seu peso é unha medida exacta da cantidade de calórico liberada polo corpo durante o seu arrefriado, porque resulta evidente que o corpo se atopa na mesma situación que no centro da esfera da que vimos de falar, todo o calórico que desprende é capturado polo xeo interior, e este atópase protexido de calquera outra fonte de calor polo xeo encerrado na tapadeira e na cavidade exterior.

Os experimentos deste tipo duran quince, dezaioito e vinte horas; ás veces, para aceleralos, ponse o xeo ben escorrido na cavidade interior e cóbrese con el o corpo que se quere arrefriar.

A figura 8 representa un balde de chapa de ferro que serve para conter os corpos cos que se quere traballar; está dotado dunha tapadeira perforada no centro e pechada cun tapón de cortiza atravesado polo tubo dun pequeno termómetro.

A figura 9 da mesma lámina representa un matraz de vidro que ten o tapón tamén atravesado polo tubo dun pequeno termómetro, co bulbo e unha parte do tubo mergullados no licor. Hai que servirse de matraces como estes sempre que se opere con ácidos e, en xeral, con substancias que poidan ter algunha acción sobre os metais.

RS (fig. 10), é un pequeno cilindro oco, que se coloca no fondo da cavidade interior para soste o matraz.

Neste aparello, resulta esencial que non exista ningunha comunicación entre a cavidade media e a exterior, cousa que se comproba facilmente enchendo de auga a cavidade exterior. Se existe algunha comunicación entre si, o xeo fundido pola atmosfera, a calor da cal actúa sobre o recubrimento da cavidade exterior, podería pasar á cavidade media, co que a auga que esorrese desa última cavidade non sería a medida do calórico perdido polo corpo sometido a experimentación.

Cando a temperatura da atmosfera está soamente algúns graos por enriba de cero, a súa calor penetra a duras penas ata a cavidade media, porque é retida polo xeo da tapadeira e da cavidade exterior; pero se a temperatura exterior está por debaixo de cero, a atmosfera podería arrefriar o xeo interior; resulta, por tanto, esencial operar nunha atmosfera de temperatura que non baixe de cero; porén, en épocas de xeada, haberá que meter o aparello nun cuarto previamente caldeado. Tamén é necesario que o xeo que se empregue non estea por debaixo de cero; de ser o caso, habería que machucalo, estendelo en capas moi finas e mantelo así durante algún tempo nun sitio cunha temperatura por enriba de cero.

O xeo interior retén sempre unha pequena cantidade de auga adherida á súa superficie, e podería pensarse que deberíamos contabilizar esta auga nos resultados dos experimentos; pero debe notarse que, ao comezo de cada un deles, o xeo xa está empapado con toda a cantidade de auga que pode reter, de maneira que se unha pequena parte do xeo fundido polo corpo queda adherida ao xeo interior, a mesma cantidade de auga, máis ou menos, inicialmente unida á superficie do xeo, debe desprenderse e escorrer ata a vasilla, porque a superficie do xeo interior cambia moi pouco no experimento.

Por moitas precaucións que tomáramos, foinos imposible impedir que o aire exterior penetrara na cavidade interior cando a temperatura estaba 9 ou 10 graos por enriba da conxelación. Ao ser o aire pechado nesa cavidade especificamente máis pesado ca o aire exterior, sae polo tubo *xy* (fig. 3) e é substituído polo aire exterior que entra no calorímetro e transfíre unha parte do seu calórico ao xeo interior. Establécese así no aparello unha corrente de aire, tanto máis rápida canto máis alta sexa a temperatura exterior, que funde continuamente unha parte do xeo interior. Pódese deter, en grande medida, o efecto desta corrente pechando a chave, pero é moito mellor traballar só cando a temperatura exterior non supere os 3 ou 4 graos, pois

temos observado que entón a cantidade de xeo interior fundida pola atmosfera é desprezable, de xeito que, a esa temperatura, podemos responder de que a exactitude dos nosos experimentos sobre os calores específicos dos corpos se sitúa na orde dunha cuadraxésima parte.

Fixen construír dous aparellos semellantes ao que veño de describir; un está destinado aos experimentos nos que non é necesario renovar o aire interior; o outro úsase nos experimentos nos que a renovación do aire é indispensable, tales como a combustión e a respiración. Este segundo aparello só difire do primeiro en que as dúas tapadeiras están perforadas por dous buratos a través dos cales pasan dous pequenos tubos que serven de comunicación entre o aire interior e o aire exterior; por este medio, pódese insuflar aire atmosférico no interior do calorímetro para manter as combustións.

Nada máis doado, con este instrumento, que determinar os fenómenos que teñen lugar nas operacións onde hai desprendemento ou, mesmo, absorción de calórico. Por exemplo, quere coñecerse o calórico que se desprende dun corpo sólido cando se arrefría un certo número de graos? Elévase a súa temperatura ata 80 graos, por exemplo, logo colócase na cavidade interior *ffff* do calorímetro (figs. 2 e 3, lám. VI), e deixase alí o tempo suficiente para asegurármonos de que a súa temperatura baixou ata o cero do termómetro; recóllese a auga que produciu o xeo durante o arrefriamento e esta cantidade de auga, dividida polo produto da masa do corpo polo número de graos por enriba de cero que tiña a súa temperatura inicial, será proporcional ao que os físicos ingleses denominan *calor específica*.

En canto aos fluídos, péchanse en recipientes de calquera material, do que hai que determinar previamente a calor específica, e opérase despois do mesmo xeito que cos sólidos, tendo coidado en deducir, da cantidade de auga derretida, a que corresponde ao arrefriado da vasilla que contén o fluído.

Quere coñecerse a cantidade de calórico que se desprende na combinación de varias substancias? Levaranse todas á temperatura de cero graos manténdoas o tempo suficiente en xeo picado, despois mesturaranse no interior do calorímetro nunha vasilla tamén a cero graos, tendo conta de mantelas alí ata que volvan ao cero de temperatura. A cantidade de auga recollida será a medida do calórico que se desprende por efecto da combinación.

A determinación das cantidades de calórico que se desprenden nas combustións e na respiración dos animais non ofrece maior dificultade: quéimanse os corpos combustibles na cavidade interior do calorímetro, ou déixanse respirar alí os animais tales como os coelliños de Indias que resisten bastante ben o frío, e recóllese a auga que escorre. Pero, como resulta indispensable renovar o aire neste tipo de operacións, é necesario facer chegar continuamente aire novo ao interior do calorímetro por medio dun pequeno tubo destinado a este fin, e de facelo saír por outro. Para que a introdución deste aire non ocasione ningún erro nos resultados, faise pasar o tubo que o leva a través de xeo picado, de xeito que chegue ao calorímetro á temperatura de cero graos. O tubo de saída do aire tamén debe pasar por xeo picado, pero este xeo debe estar situado no interior da cavidade *ffff* do calorímetro, e a auga que escorra debe formar parte da que se recolle, porque o calórico que contiña o aire antes de saír é parte do produto do experimento.

A investigación da cantidade de calórico específico contido nos diferentes gases é un pouco máis difícil, debido a súa pequena densidade; porque, de limitármonos a pechalos en vasillas como os demais fluídos, a cantidade de xeo fundida sería tan pouco considerable que obteríamos do experimento un resultado, cando menos, moi incerto. Para este tipo de experimentos, temos empregado dúas clases de serpentíns ou tubos metálicos enrolados en espiral. O primeiro, contido nunha vasilla chea de auga en ebulición, servía para quentar o aire antes de este

chegar ao calorímetro; o segundo, estaba pechado na cavidade interior *ffff* deste instrumento. Un termómetro adaptado a un dos extremos deste último serpentín, indicaba a calor do aire ou do gas que entraba no aparello; un termómetro adaptado ao outro extremo do mesmo serpentín indicaba a calor do gas ou do aire na súa saída. Deste xeito fomos quen de determinar o xeo que fundía unha masa calquera de diferentes gases ou aires ao arrefriarse un certo número de graos, e determinar a calor específica. O mesmo procedemento, con algunhas precaucións particulares, pode ser empregado para coñecer a cantidade de calórico que se desprende na condensación dos vapores de diferentes líquidos.

Os diversos experimentos que se poden facer co calorímetro non conducen a resultados absolutos, só dan cantidades relativas; era, pois, cuestión de elixir unha unidade que puidera formar o primeiro grao dunha escala que nos facultase para expresar todos os demais resultados. Atopamos tal unidade na cantidade de calórico necesaria para fundir unha libra de xeo. Agora ben, como para fundir esa cantidade de xeo fai falta unha libra de auga á temperatura de 60 graos do termómetro de mercurio dividido en 80 partes, desde o xeo ata a auga fervendo, a cantidade de calórico que expresa a nosa unidade é, pois, a que se necesita para elevar a temperatura da auga de cero a 60 graos.

Unha vez determinada esa unidade, só nos resta expresar en valores análogos as cantidades de calórico que se desprenden dos diferentes corpos ao arrefriaren un certo número de graos; velaquí o cálculo simple que permite facer isto aplicado a un dos nosos primeiros experimentos.

Tomamos uns anacos de chapa de ferro, cortados en tiras e enrolados, que pesaban, en conxunto, 7 libras, 11 onzas, 2 dracmas e 36 grans; é dicir, en fraccións decimais de libra, 7,7070319 libras. Quentamos esta masa nun baño de auga fervendo, na que alcanzou unha temperatura de aproximadamente 78 graos. Retirámosa da auga rapidamente e introducímola na

cavidade interior do calorímetro. Despois de once horas, unha vez a auga producida pola fusión do xeo interior ter escorrido dabondo, a cantidade atopada para a mesma foi 1 libra, 1 onza, 5 dracmas e 4 grans = 1,109795 libras. Agora podemos dicir: se o calórico desprendido da chapa por un arrefriamento de 78 graos fundiu 1,109795 libras de xeo, canto fundirá un arrefriamento de 60 graos?, o que dá:

$$78 : 1,109795 \text{ libras} :: 60 : x = 0,85389 \text{ libras}$$

Finalmente, dividindo esta cantidade polo número de libras de chapa empregadas, é dicir, por 7,7070319 libras, teremos para a cantidade de xeo que fundirá 1 libra de chapa ao arrefriarse de 60 a cero graos: 0,110770 libras. O mesmo cálculo aplícase a todos os corpos sólidos.

A respecto dos fluídos, tales coma o ácido sulfúrico, o ácido nítrico, etc., encérranse nun matraz representado na lámina VI, figura 9, que se pecha cun tapón de rolla atravesado por un termómetro co bulbo somerxido no licor. Colócase este recipiente nun baño de auga fervendo e cando, segundo o termómetro, se estima que o licor chegou a un grao de calor axeitado, retírase o matraz e colócase no calorímetro. Faise o cálculo como antes, pero tendo coidado de restarlle á auga obtida, a que o recipiente de vidro tería producido de seu e que, polo tanto, habería que determinar nun experimento previo. Non dou aquí a táboa dos resultados que obtivemos porque non está completa de todo, xa que diferentes circunstancias impediron a continuación deste traballo. Sen embargo, non o perdemos de vista, e non hai inverno no que non lle dediquemos algunha atención.

CAPÍTULO IV

DAS OPERACIÓNS PURAMENTE MECÁNICAS QUE TEÑEN POR OBXECTO DIVIDIR OS CORPOS

§ I

DA TRITURACIÓN, DA PORFIRIZACIÓN E DA PULVERIZACIÓN

A trituración, a porfirización e a pulverización son, falando con propiedade, operacións mecánicas preliminares, que teñen por obxecto dividir, separar as moléculas⁵ dos corpos, e reducilas a partículas moi finas. Pero, por moi lonxe que se poidan levar estas operacións, nunca poden reducir os corpos ás súas moléculas primitivas e elementais; falando estritamente, nin sequera rompen a súa agregación, de maneira que cada molécula, despois da trituración e porfirización, aínda forma un todo semellante á masa orixinal que se quería dividir, a diferenza do que ocorre nas operacións verdadeiramente químicas tales como, por exemplo, a disolución, que destrúe a agregación dos corpos e separa entre si as moléculas constitutivas e integrantes que os compoñen.

Sempre que se trate de dividir corpos fráxiles e quebradizos, empréganse, para esta operación, os morteiros e as mans de morteiro (ver lám. I, figs. 1, 2, 3, 4 e 5). Os morteiros son de fundición de cobre ou ferro, como os que se representan na figura 1, ou de mármore e granito, como o que aparece na figura 2, ou de madeira de palisandro, como o representado na figura

⁵ O termo molécula é empregado por Lavoisier ao longo deste capítulo de xeito impreciso para a concepción actual. Nestes primeiros parágrafos refírese aos aspectos químicos constitutivos moi na liña do sentido actual do termo. Non obstante, na maior parte do texto, cando di molécula, estase referindo máis ben a 'partícula'. Decidimos respectar a terminoloxía do autor porque o contexto aclara cal é o significado en cada momento [N. dos TT.].

3, ou de vidro, como o da figura 4, ou de ágata como o da figura 5; finalmente, tamén se fan de porcelana, como o que se representa na figura 6. As mans de morteiro que se empregan para triturar os corpos, son tamén de diferentes materiais: de ferro e de cobre forxado, como na primeira figura, de madeira, como nas figuras 2 e 3, ou finalmente de vidro, porcelana ou ágata, segundo a natureza dos obxectos que se quere triturar. Nun laboratorio é necesario ter varios destes instrumentos de diferentes tamaños. Os morteiros de porcelana e, sobre todo, os de vidro, non se poden utilizar na trituración propiamente dita, xa que, de bater no seu interior sen precaucións e repetidamente, axiña se esnaquizarían. Xirando a man do morteiro, e refregando as moléculas con habilidade e destreza entre a man e as paredes do morteiro, é como se consegue realizar a operación.

A forma dos morteiros non é en absoluto indiferente; o fondo debe ser redondeado, e a inclinación das paredes laterais debe ser tal que os materiais en po escorran de seu cando se levante a man do morteiro. Un morteiro demasiado plano sería, xa que logo, defectuoso: a substancia non caería e non se mesturaría ben. As paredes demasiado inclinadas presentarían outro inconveniente: acumularían demasiada cantidade de materia a pulverizar debaixo da man do morteiro; non sería, por tanto, fricciónada e comprimida entre dous corpos duros, e o gran grosor interposto entre a man e o morteiro prexudicaría a pulverización.

Pola mesma razón, non hai que poñer no morteiro moita cantidade de materia e, sobre todo, hai que quitar, sempre que sexa posible, as moléculas que xa están pulverizadas; isto faise por medio do cribado, unha operación da que falaremos axiña. Sen esta precaución, empregaríase unha forza inútil, e perderíase o tempo dividindo máis o que xa está dabondo dividido, mentres que non se chegaría a pulverizar aquilo que aínda non o está. En efecto, a porción de materia dividida dificulta a trituración da que non o está, ao interpoñerse entre a man e o morteiro e atenuar o golpe.

A porfirización recibiu a súa denominación da materia sobre a que opera. Normalmente dispónse dunha táboa plana de pórfiro ou doutra pedra do mesmo grao de pureza *ABCD* (lám. I, fig. 7) sobre a que se estende o material a dividir; de seguido esmágame e tritúrase pasando sobre o pórfiro unha moleta *M*, feita de pedra do mesmo grao de dureza. A parte da moleta que pasa sobre o pórfiro non debe ser completamente plana: a súa superficie debe ser unha porción de esfera de radio moi grande porque, senón, cando se pasa a moleta polo pórfiro, a substancia colocárase arredor do círculo que describise, sen quedar nada entre as dúas superficies, e non habería porfirización. Pola mesma razón, estamos obrigados a facer retallar as moletas de cando en vez, xa que tenden a volverse planas conforme se utilizan. Sendo o efecto da moleta separar continuamente a substancia e levala cara aos extremos da táboa de pórfiro, hai que recollela frecuentemente e acumulala no centro, utilizando un coitelo de ferro, de corno ou de marfil, cunha folla moi fina.

Cando se quere traballar con grandes cantidades, para facer a moenda é preferible usar grandes moas de pedras duras que dan voltas unhas sobre outras, ou ben unha moa vertical que xira sobre unha horizontal. En todos estes casos, frecuentemente é necesario humedecer lixeiramente a substancia para impedir que escape en forma de po.

Estas tres maneiras de pulverizar os corpos non son axeitadas para todas as substancias; hainas que non se poden dividir, nin coa man do morteiro, nin co pórfiro, nin coa moa; isto acontece cos materiais moi fibrosos como a madeira; cos que teñen unha diriamos tenacidade e elasticidade como os cornos dos animais, a goma elástica, etc.; ou, finalmente, cos metais dúctiles e maleables, que se esmagán baixo a man do morteiro no canto de reducírense a po.

Para as madeiras empréganse limas grandes chamadas limas grosas ou escofinas (lám. I, fig. 8). Para o corno, empréganse limas un pouco máis finas e, finalmente, para os metais, limas aínda máis finas, como as representadas nas figuras 9 e 10.

Hai algunhas substancias metálicas que non son, nin quebradizas dabondo como para ser pulverizadas, nin o bastante duras como para seren limadas comodamente. O zinc é un destes casos: a súa semi-maleabilidade impide que se poida pulverizar no morteiro; e se se lima, embota a lima enchendo os seus intersticios, e axiña deixa de limar. Hai unha maneira sinxela de reducir o zinc a po, que consiste en machucalo quente nun morteiro de ferro fundido igualmente quente; deste xeito tritúrase con facilidade. Tamén se pode tornar quebradizo, fundíndoo cun pouco de mercurio. Os artificieiros que empregan zinc para facer fogos azuis, recorren a un destes dous métodos. Cando non se quere obter unha división moi fina dos metais, pódense transformar en granalla baldeirando o seu fundido en auga.

Existe, finalmente, unha última maneira de dividir, que se emprega para as substancias polposas e fibrosas, tales como as froitas, as patacas, as raíces, etc. Pásanse por un relador (lám. I, fig. 11), facendo unha certa presión, e conséguese así reducilas a polpa. Todo o mundo coñece o que é un relador, polo que sería superfluo dar unha descrición máis extensa.

A elección dos materiais cos que se fai a trituración non é indiferente: hai que descartar o cobre para todo o que teña relación cos alimentos, a farmacia, etc. Os morteiros de mármore e os de materiais metálicos non se poden empregar para triturar materias ácidas; por isto, os morteiros de madeira moi dura, como a de palisandro, e os de vidro, porcelana ou granito, son moi útiles no laboratorio.

§ II DO CRIBADO E DO LAVADO

Sexa cal sexa o medio mecánico que se empregue para dividir os corpos, non se pode conseguir o mesmo grao de finura en todas as súas partes. O po que se obtén despois da trituración máis longa e exacta é sempre un conxunto e unha mestura de

moléculas de diferentes grosores. Conséguense eliminar as máis grosas e obter un po moito máis homoxéneo, empregando un cendal (figs. 12, 13, 14 e 15, lám. I), cun tamaño de malla proporcional ao grosor das moléculas que se queren obter: todo o que supere en grosor ás dimensións da malla queda no cendal e vólvese repasar no morteiro.

Dous destes cendais aparecen nas figuras 12 e 13. Un (fig. 12) é de crina ou de seda; o outro (fig. 13) é de pel con buratos redondos feitos cun sacabocados; este último emprégase na arte de fabricar pólvora de canón e pólvora de caza. Cando é necesario cribar substancias moi lixeiras, moi valiosas e que se dispersan facilmente, ou aquelas que cando se espallan polo aire poden ser nocivas para os que as respiran, utilízanse cendais compostos de tres pezas (figs. 14 e 15), a saber: un cendal propiamente dito *ABCD* (fig. 15), unha tapadeira *EF* e un fondo *GH*. Na figura 14 aparecen estas tres pezas ensambladas.

Hai outra maneira, máis exacta ca o cribado, de obter pos dun grosor uniforme: o lavado. Soamente se pode usar con substancias non susceptibles de seren atacadas ou alteradas pola auga. As substancias moídas que se queren obter como po homoxéneo, dilúense e axítanse en auga ou en outro licor calquera; deixase repousar un momento o licor e, aínda turbio, decántase; as partes máis grosas quedan no fondo da vasi-lla. Decántase unha segunda vez, e conséguense un segundo depósito menos grosso ca o primeiro. Cando se decanta unha terceira vez, obtense un terceiro depósito, a finura do cal é, a respecto do segundo, coma a do segundo a respecto do primeiro. Continúase esta operación ata a auga quedar clara e o po grosso e desigual que tiñamos orixinalmente resulta separado nunha serie de depósitos que teñen, cada un deles, un grao de finura máis ou menos homoxénea.

Este mesmo método do lavado, non só se emprega para separar entre si as moléculas das substancias homoxéneas que se diferencian soamente no maior ou menor grao de división,

senón que subministra tamén un recurso, non menos útil, para separar as substancias dun mesmo grao de finura, pero dun peso específico diferente: faise uso deste recurso principalmente no traballo das minas.

Para facer o lavado nos laboratorios empréganse vasillas de diferentes formas, cuncas de gres, tarros de vidro, etc. Ás veces, para decantar o licor sen perturbar o depósito formado, emprégase o sifón. Este instrumento consiste nun tubo de vidro *ABC* (lám. II, fig. 11), dobrado en *B*, e no que a rama *BC* debe ser unhas polgadas máis longa ca a rama *AB*. Para non verse obrigado a suxeitalo ca man, o que podería resultar fatigoso nalgúns experimentos, pásase por un burato feito no centro dunha pequena prancha *DE*. O extremo *A* do sifón debe estar somerxido no licor do tarro *FG* á profundidade ata a que se queira baldeirar o recipiente.

Segundo os principios hidrostáticos nos que se basea o efecto sifón, o licor non pode entrar nel mentres non se teña desprazado o aire que hai no seu interior, cousa que se consegue por medio dun pequeno tubo de vidro *HI*, soldado hermeticamente á rama *BC*. Polo tanto, cando se quere conseguir por medio do sifón que o licor do frasco *FG* pase ao vaso *LM*, empézase por taponar co dedo o extremo *C* da rama *BC* do sifón; despois succionase coa boca ata retirar o aire do tubo e substituílo por o licor: entón retírase o dedo e o licor flúe e pasa do recipiente *FG* ao *LM*.

§ III

DA FILTRACIÓN

Vimos de ver que o cribado é unha operación por medio da cal se separan, unhas das outras, moléculas de diferentes grosores; que as moléculas máis finas pasan a través dos cendais, mentres que as máis grosas quedan enriba.

O filtro non é máis ca un cendal moi fino e moi tupido, a través do cal as partículas sólidas, por moi divididas que estean, non poden pasar, pero que, non obstante, resulta permeable para os fluídos; polo tanto, o filtro é, en rigor, unha especie de cendal empregado para separar moléculas sólidas moi finas dun fluído de moléculas aínda máis finas.

Para isto utilízanse, principalmente en farmacia, telas grosas e moi tupidas, sendo as de baeta as máis axeitadas para cumprir este obxectivo. Normalmente dásele a forma de cono (lám. II, fig. 2) e este tipo de filtro recibe o nome de *manga* en alusión ao seu aspecto. A forma cónica ten a vantaxe de reunir todo o licor que escorre nun so punto *A*, co que se pode recoller nun recipiente cunha abertura moi pequena, cousa que non sería posible de o licor saír por varios puntos. Nos grandes laboratorios de farmacia hai un bastidor de madeira representado na lámina II, figura 1, no medio do cal se fixa a manga.

A filtración con manga só é aplicable a algunhas operacións de farmacia; pero como na maior parte das operacións químicas un mesmo filtro só pode servir para experimentos da mesma natureza, e como habería que ter un número de mangas considerable e lavalas con gran coidado despois de cada operación, teñen sido substituídas por un tecido moi común e barato, que é moi delgado pero que, como está amazocado, compensa co tupido do seu tecido o que puidera faltarlle de grosor: este material é o papel non encolado. Non hai ningún corpo sólido, por dividido que estea, que poida pasar a través dos poros dos filtros de papel; pola contra, os fluídos atrávesanos con moita facilidade.

O único inconveniente que presenta o papel cando se emprega como filtro é a facilidade coa que se perfora e rompe, sobre todo cando está mollado. Este inconveniente pode ser remediado dotando ao filtro de diversas dobraduras. Se hai que filtrar cantidades considerables de materia, emprégase un bastidor de madeira *ABCD* (lám. II, fig. 3), ao que se adaptan unhas pun-

tas de ferro ou ganchos, e que se coloca sobre dous pequenos cabaletes como se ve na figura 4. Ponse sobre o cadrado unha tea basta, que se estende moderadamente e que se suxeita coas puntas ou ganchos de ferro. A continuación póñense sobre a tea unha ou dúas follas de papel e bótase por enriba a mestura de materia líquida e sólida que se quere separar. O fluído cae no tarro ou en calquera outro recipiente *E*, colocado debaixo do filtro. As teas empregadas no proceso lávanse ou ben renóvanse se hai temor de que as moléculas das que poidan quedar impregnadas puideran ser prexudiciais nas operacións seguintes.

En todas as operacións ordinarias e cando só hai unha pequena cantidade de licor para filtrar, empréganse embudes de vidro (lám. II, fig. 5) para conter e soste o papel, o cal se prega co fin de que forme un cono semellante ao do embude. Pero xorde entón outro inconveniente; o papel, cando está mollado, pégase tanto ás paredes de vidro que o licor non pode pasar, e a filtración prodúcese soamente a través da punta do cono volvendo entón a operación moi longa. Ademais, ao seren os materiais heteroxéneos que contén o licor normalmente máis pesados que a auga, xúntanse na punta do cono de papel obstruíndoo, e a filtración, ou se detén, ou tórnase excesivamente lenta. Téñense ideado diferentes procedementos para remediar estes inconvenientes, que son máis graves do que en principio se podería pensar, porque se repiten todos os días no decurso das operacións químicas. Un primeiro método foi multiplicar as dobreces do papel, como se ve na figura 6, co obxecto de que o licor, seguindo os sucos que forman as dobreces, poida chegar á punta do cono. Algúns engadiron a este primeiro método o uso de anacos de palla, que se colocan no embude antes de poñer o papel. Finalmente, o último método empregado que creo reúne máis vantaxes, consiste en coller pequenas tiras de vidro, das que se atopan en todas as cristalerías, e que se coñecen co nome de *recortes de vidro*. Dóbranse á chama por un extremo, de maneira que formen un gancho que se axusta na parte superior

do embude; dispóñense deste xeito de seis a oito destas tiras antes de colocar o papel. Estas bandas de vidro mantéñeno á distancia suficiente das paredes do embude como para que a filtración aconteza. O licor escorre ao longo das tiras de vidro e conflúe na punta do cono.

Na figura 8 están representadas algunhas destas bandas; tamén se pode ver, na figura 7, un embude de vidro provisto das tiras de vidro e dun papel de filtro.

Cando hai que facer un grande número de filtracións ao mesmo tempo, resulta moi cómodo dispoñer dunha prancha *AB* (lám. II, fig. 9), sostida por uns soportes de madeira *AC*, *BD*, e perforada con varios buratos para colocar os embudes.

Hai substancias moi espesas e viscosas que non poden pasar a través do papel, e que só poden ser filtradas despois de sometelas a algunhas preparacións. A máis común consiste en bater unha clara de ovo, dispersala nestes licores e quentalos ata ebulición. A clara coagúlase e transfórmase en espuma que sobe á superficie levando con ela a maior parte das materias viscosas que se opoñían á filtración. Hai que proceder así cando se quere obter soro de leite clarificado, porque senón sería moi difícil facelo pasar polo filtro. No caso dos licores espirituosos, acádase o mesmo obxectivo cun pouco de cola de peixe diluída en auga: esta cola coagúlase por acción do alcol sen necesidade de quentala.

Resulta evidente que unha das condicións indispensables da filtración é que o filtro non poida ser atacado e corroído polo licor que debe pasar; así, non se poden filtrar os ácidos concentrados a través do papel. É verdade que raramente hai que recorrer a este medio, porque a maior parte dos ácidos se obteñen por destilación, e os produtos da destilación son case sempre claros. Non obstante, se nalgúns casos raros nos vemos na necesidade de filtrar ácidos concentrados, emprégase entón vidro moído ou, aínda mellor, cachos de cuarzo ou cristal de rocha tronzados groseiramente e reducidos en parte a po.

Póñense algúns dos cachos máis grosos no fondo do embude para taponalo en parte, colócanse enriba anacos máis pequenos que quedan apoiados nos anteriores e, finalmente, as porcións máis divididas deben ocupar a capa superior; seguidamente énchese o embude co ácido.

Para o seu uso público, a auga dos ríos fíltrase para que quede limpa e libre das substancias heteroxéneas que a emporcan: con ese fin úsase area de río. A area reúne varias vantaxes que a fan axeitada para ese uso: en primeiro lugar, os seus fragmentos son redondeados, ou, polo menos, teñen os ángulos gastados, e os espazos que deixan entre si as moléculas desta forma favorecen o paso da auga. En segundo lugar, estas moléculas son de diferentes grosos, e as máis finas colócanse, de xeito natural, entre as máis grosas, impedindo deste xeito que existan ocos demasiado grandes que deixarían pasar os materiais heteroxéneos. En terceiro e último lugar, a area, ao ser arrastrada e lavada pola auga dos ríos durante moito tempo, podemos estar seguros de que está desprovista de calquera substancia soluble en auga, e que, en consecuencia, non lle pode transferir absolutamente nada á auga que se filtra ao seu través. En todos os casos, como neste que nos ocupa, onde o mesmo filtro debe ser usado durante moito tempo, se non se limpase remataría por atascarse e o licor deixaría de pasar. Esta operación é moi sinxela no que respecta aos filtros de area: hai que lavalos varias veces con auga, ata que saia clara.

§ IV DA DECANTACIÓN

A decantación é unha operación que pode suplir á filtración e que, coma esta, ten por obxecto separar as moléculas sólidas que contén un líquido. Para iso, déixase repousar o licor en recipientes xeralmente cónicos que teñen a forma de copas,

como o que se representa en *ABCDE* (lám. II, fig. 10). Nas fábricas de vidro fan recipientes desta forma e de diferentes tamaños; cando exceden as dúas ou tres pintas de capacidade, suprímese o pé *CDE*, e substitúese por un pé de madeira no que se suxeitan con masilla. Despois dun repouso mais ou menos longo, a materia estraña deposítase no fondo destes recipientes, e obtense un licor claro verténdoo suavemente por inclinación. Esta operación implica que o corpo suspendido no líquido é especificamente máis pesado ca el, e susceptible de acumularse no fondo. Pero, algunhas veces, o peso específico do depósito é tan próximo ao do licor, que están case en equilibrio, e o menor movemento é suficiente para volvelos mesturar. Nese caso, en lugar de transvasar o licor e de separalo por decantación, emprégase o sifón representado na figura 11, do cal xa din unha descrición.

En todos os experimentos nos que se quere determinar o peso da materia precipitada con gran precisión, a decantación é preferible á filtración, sempre que se teña coidado de lavar o precipitado con moita auga e varias veces. É verdade que se pode determinar o peso do precipitado que se separa por filtración, pesando o filtro antes e despois da operación, xa que o aumento de peso experimentado polo filtro dá o peso do precipitado que quedou retido nel. Pero, cando as cantidades son pequenas, o maior ou menor secado do filtro, as distintas proporcións de humidade que poida reter, son unha fonte de erros que resulta importante evitar.

CAPÍTULO V

DOS MEDIOS QUE EMPREGA A QUÍMICA PARA SEPARAR AS MOLÉCULAS DOS CORPOS SEN DESCOMPOÑELAS E, RECIPROCAMENTE, PARA UNILAS

Xa fixen notar que existen dúas maneiras de dividir os corpos: a primeira, que se denomina división mecánica, consiste en separar unha masa sólida nun gran número de masas máis pequenas. Para conseguir estes obxectivos emprégase a forza dos homes, a dos animais, o peso da auga aplicado ás máquinas hidráulicas, a forza expansiva da auga en forma de vapor como nas máquinas de lume, o impulso do vento, etc. Pero todas estas forzas empregadas para dividir os corpos son moito máis limitadas do que se pensa normalmente. Cunha maza dun certo peso, que cae dende unha certa altura, non se pode reducir a po un material determinado máis aló dun certo grao de fineza, e a mesma molécula que parece tan fina aos nosos sentidos é aínda unha montaña, por así dicir, cando se compara coas moléculas constitutivas e elementais dos corpos que se están a dividir. Nisto diferéncianse os axentes mecánicos dos axentes químicos: estes últimos dividen un corpo nas súas moléculas primitivas. Se, por exemplo, se trata dun sal neutro, levan a división das súas partes tan lonxe como é posible sen a molécula deixar de ser unha molécula de sal. Darei neste capítulo exemplos deste tipo de división, engadindo algúns detalles sobre as operacións relacionadas con ela.

§ I

DA SOLUCIÓN DOS SALES

Durante moito tempo confundíronse solución e disolución en química, e designábase co mesmo nome a división das partes dun sal nun fluído, tal que a auga, e a división dun metal nun

ácido. Algunhas reflexións sobre os efectos destas dúas operacións porán de manifesto que non é posible confundilas.

Na solución dos sales, as moléculas salinas simplemente afástanse unhas doutras, pero nin o sal, nin a auga experimentan descomposición algunha e pódense recuperar ambas as dúas na mesma cantidade ca antes da operación. Pódese dicir a mesma cousa da solución das resinas en alcol e en disolventes espirituosos. Pola contra, na disolución dos metais, hai sempre unha descomposición do ácido ou da auga: o metal oxíxénase e pasa ao estado de óxido; despréndese unha substancia gasosa, de maneira que, falando con propiedade, ningunha das substancias despois da disolución se atopa no mesmo estado que tiña inicialmente. Neste apartado só se vai falar da solución.

Para ben entender o que ocorre na solución dos sales hai que saber que, na maior parte destas operacións, combínanse dous efectos: solución pola auga e solución polo calórico e, como esta distinción proporciona unha explicación da maior parte dos fenómenos relativos á solución, vou insistir nela para que se entenda ben.

O nitrato de potasa, vulgarmente coñecido por *salitre*, contén moi pouca auga de cristalización como demostran unha chea de experimentos; mesmo pode que non conteña ningunha. Non obstante licúa a unha temperatura que apenas supera a da auga a ebulición. Polo tanto, non licúa pola auga de cristalización, senón porque, por natureza, é moi fusible e pasa do estado sólido ao estado líquido un pouco por enriba da temperatura de ebulición da auga. Todos os sales son tamén susceptibles de ser licuados polo calórico, pero a unha temperatura máis ou menos alta. Algúns, como os acetitos de potasa e de sosa, funden e licúan a unha calor moi moderada; outros, polo contrario, como o sulfato de cal, o sulfato de potasa, etc., esixen unha das calores máis fortes que podemos producir. Esta licuefacción dos sales polo calórico presenta exactamente os mesmos fenómenos ca a licuefacción do xeo. Primeiramente, acontece tamén a un grao

de calor determinado para cada sal, e ese grao permanece constante durante todo o tempo que dura a licuefacción. En segundo lugar, hai consumo de calórico no momento en que o sal funde, e desprendemento cando se solidifica, todos fenómenos xerais que teñen lugar cando calquera corpo pasa dun estado concreto ao estado fluído e reciprocamente.

Estes fenómenos da solución polo calórico complícanse sempre máis ou menos cos da solución pola auga. Un convéncese disto cando considera que non se pode botar auga sobre un sal para o disolver, sen empregar un disolvente mixto, a auga e o calórico; por tanto, pódense distinguir varios casos diferentes segundo a natureza e a maneira de ser de cada sal. Se, por exemplo, un sal é moi pouco soluble en auga e moito no calórico, está claro que este sal será moi pouco soluble en auga fría, pero, pola contra, moi soluble en auga quente; este é o caso do nitrato de potasa e, sobre todo, do muriato osixenado de potasa. Se outro sal, pola contra, é á vez pouco soluble en auga e pouco soluble no calórico, será pouco soluble tanto en auga fría como en auga quente, sendo a diferenza non moi considerable; tal é o que acontece co sulfato de cal.

Vese, por tanto, que hai unha relación necesaria entre estas tres cousas: solubilidade dun sal en auga fría, solubilidade do mesmo sal en auga fervendo e grao ao que este sal licúa por efecto do calórico só, sen a axuda da auga; se observa tamén que a solubilidade dun sal en quente e en frío, é tanto maior canto máis soluble sexa no calórico ou, o que vén ser o mesmo, canto máis susceptible sexa de se licuar a un grao menor da escala do termómetro.

Esta é, en xeral, a teoría da solución dos sales. Pero, ata o momento, só teño a este respecto ideas xerais, porque faltan os feitos particulares e non existen suficientes experimentos exactos. O camiño a seguir para completar esta parte da química é simple: consiste en investigar, para cada sal, o que se dissolve nunha cantidade determinada de auga a diferentes

graos do termómetro. Ora ben, como se sabe hoxe en día con moita precisión, despois dos experimentos publicados polo Sr. Laplace e máis eu, o calórico que contén unha libra de auga a cada grao do termómetro, será sempre tarefa fácil determinar, por medio de experimentos simples, a proporción de calórico e de auga que esixe cada sal para manterse en disolución, o que se absorbe no momento en que o sal licúa, e o que se desprende ao cristalizar.

Conforme o que vimos de comentar, non debe sorprendernos observar que, mesmo os sales solubles en frío, se disolven moito máis rapidamente en auga quente que en auga fría. Sempre se emprega calórico na disolución dos sales e, se ten que ser subministrado pouco a pouco polos corpos circundantes, o seu desprazamento ocorre moi lentamente. Esta operación, en troques, resulta facilitada e acelerada de golpe, cando o calórico necesario para levar a cabo a solución se atopa xa completamente combinado coa auga.

Os sales, en xeral, ao se disolveren en auga, aumentan o peso específico, pero esta regra non está exenta de excepcións.

Un día chegará en que se coñecerá a cantidade de radical, de osíxeno e de base, que constitúen cada sal neutro; coñecerase a cantidade de auga e de calórico necesarios para disolvela, o aumento de peso específico que provoca na auga, a forma das moléculas elementais dos seus cristais; explicaranse as circunstancias e os accidentes da súa cristalización, e só entón estará completa esta parte da química. O Sr. Séguin ten deseñado o plan dun gran traballo neste sentido que é ben capaz de levar a cabo.

A solución dos sales en auga non esixe ningún aparello particular. Para as operacións a pequena escala empréganse con vantaxe frascos medicinais de diferentes tamaños (lám. II, figs. 16 e 17), terrinas de gres (a mesma lám. A, figs. 1 e 2), matraces de colo longo (fig. 14) e barreños ou cazolas de cobre e prata (figs. 13 e 15) .

§ II

DA LIXIVIACIÓN

A lixiviación é unha operación das artes e da química que ten por obxecto separar as substancias solubles en auga daquelas que non o son. Para esta operación adoitase usar, tanto nas artes como na vida cotiá, unha tinalla *ABCD* (lám. II, fig. 12), perforada en *D*, preto do fondo, cun burato redondo, no que se introduce unha cánula de madeira *ED* ou unha billa de metal. En primeiro lugar, ponse no fondo da tinalla unha pequena capa de palla, e logo, por enriba, a materia que se quere lixiviar; recóbrese con unha tea e vértese por enriba auga fría ou quente, segundo que a substancia sexa máis ou menos soluble. A auga embébesse na materia e, para que a penetre mellor, mantense durante algún tempo pechada a billa *DE*. Cando se considera que tivo tempo suficiente para disolver todas as partes salinas, déixase escorrer pola billa *DE*; agora ben, como sempre queda adherida á materia insoluble unha parte de auga que non escorre, e como esta auga está necesariamente tan cargada de sal como a que escorreu, perderíase unha cantidade considerable de partes salinas se non se pasara repetidas veces auga nova despois da primeira. Esta auga serve para diluír a que quedou adherida; a substancia salina repártese e fracciónase e, despois do terceiro ou cuarto lavado, a auga pasa case pura; un asegúrase disto por medio dun pesalicores do que xa falamos na p. 350.

O pequeno leito de palla que se pon no fondo do recipiente serve para subministrar os intersticios polos que pasa a auga; pódese equiparar coas pallas ou as pequenas tiras de vidro que se usan para filtrar co embude e que impiden que o papel se pegue inmediatamente contra o vidro. Non é menor a utilidade do lenzo que se pon por enriba do material que se quere lixiviar, xa que ten por obxecto impedir que a auga faga un furado no material, no sitio onde se bota, e que abra saídas particulares que impedirían que toda a masa fora lixiviada.

Nos experimentos químicos imítase, máis ou menos, esta operación das artes; pero, xa que se busca unha maior exactitude e que cando se quere, por exemplo, facer unha análise é necesario estar certo de non deixar ningunha parte salina ou soluble no residuo, estamos obrigados a tomar precaucións particulares. A primeira é empregar máis auga que nas lixiviacións normais e esluír os materiais antes de sacar o licor xa clarificado; se non se fai así, non sería igualmente lixiviada toda a masa, e mesmo podería acontecer que algunhas partes non o foran en absoluto. Hai que ter o coidado de pasar varias veces grandes cantidades de auga, e non se debe, en xeral, dar a operación por rematada, ata a auga pasar absolutamente desprovista de sal e o areómetro indicar que non aumenta de peso específico ao atravesar o material contido na tinalla.

Nos experimentos a pequena escala abonda comunmente con poñer a materia que se quere lixiviar en tarros ou matraces de vidro; vértese enriba auga fervendo e fíltrase con papel nun embude de vidro (véxase a lám. II, fig. 7). Despois vólvese a lavar con auga fervendo. Cando se opera sobre cantidades un pouco máis grandes, eslúense os materiais nun caldeiro de auga fervendo, e fíltrase co soporte de madeira representado na lámina II, figuras 3 e 4, equipado cunha tela ou un papel de filtro. Por último, nas operacións a grande escala, emprégase a cubeta ou a tinalla que describín ao comezo deste apartado e que está representada na figura 12.

§ III

DA EVAPORACIÓN

A evaporación ten por obxecto separar dous materiais entre si, dos que, polo menos, un é líquido, e que teñen un grao de volatilidade moi diferente.

Isto é o que acontece cando se quere obter en estado concreto un sal que está disolvido en auga: quéntase a auga e combí-

nase co calórico que a volatiliza; ao mesmo tempo, as moléculas do sal aproxímanse e, obedecendo ás leis da atracción, únense para reapareceren baixo a forma sólida.

Pensouse que a acción do aire influía moito sobre a cantidade de fluído que se evapora e, nese sentido, tense caído en erros que é bo recoñecer. Hai, sen dúbida, unha evaporación lenta, que acontece continuamente por si mesma ao aire libre e na superficie dos fluídos expostos á simple acción da atmosfera. Aínda que esta primeira especie de evaporación puidera ser considerada, ata certo punto, como unha disolución polo aire, non é menos certo que o calórico tamén participa, xa que sempre vai acompañada dun arrefriamento: polo tanto, debe considerarse como unha disolución mixta, feita en parte polo aire e, en parte, polo calórico. Pero hai outra clase de evaporación, que é a que acontece nun fluído que se mantén constantemente a ebulición; neste caso, a evaporación feita pola acción do aire é moi modesta en comparación coa ocasionada pola acción do calórico; falando con propiedade, non é unha evaporación a que ten lugar, senón unha vaporización; pero esta última operación non se acelera en razón das superficies que se evaporan, senón en razón das cantidades de calórico que se combinan co líquido. Nestas operacións, unha corrente moi grande de aire frío prexudica, algunhas veces, a rapidez da evaporación, debido a que toma calórico da auga e retarda, en consecuencia, a súa conversión en vapor. Por tanto, non hai inconveniente ningún en cubrir, ata certo punto, o recipiente onde se está a evaporar un líquido que ferve constantemente, con tal de que o corpo que o cubra sexa de tal natureza que roube pouco calórico ou, por dicilo cunha expresión do doutor Francklin⁶, que sexa mal condutor do calor; os vapores escapan pola abertura que se deixou ao efecto, e hai tanta, e a veces máis, evaporación que cando se deixa un acceso libre do aire exterior.

⁶ Sic por Franklin. Refírese, probablemente, a Benjamin Franklin (1706-1790) [N. dos TT.].

Como na evaporación o líquido que toma o calórico se perde completamente, xa que é sacrificado para conservar a substancia fixa coa que estaba combinado, só se evaporan materiais pouco valiosos como, por exemplo, a auga. Cando teñen máis valor, recórrese á destilación, unha operación diferente na que se conservan, á vez, o corpo fixo e o corpo volátil.

Os recipientes que se utilizan para as evaporacións son os barreños de cobre ou prata, algunhas veces de chumbo, como o que se representa na lamina II, figura 13; tamén as cazolas de cobre e prata (fig. 15); as cápsulas de vidro (lám. III, figs. 3 e 4); as cuncas de porcelana; as terrinas de gres *A* (lám. II, figs. 1 e 2).

Non obstante, as mellores cápsulas para evaporar son os fondos das retortas e dos matraces de vidro. A súa delgadeza, que é uniforme, fainos máis axeitados ca calquera outro recipiente, para soportaren, sen romper, unha calor brusca e os cambios súbitos de calor e frío. Pódense facer no mesmo laboratorio, e resultan moito menos caros ca as cápsulas que se compran nos fabricantes de louza. Este arte de cortar o vidro non se atopa descrito en ningunha parte, polo que, de seguido, darei unha idea sobre el.

Emprégase un anel de ferro *AC* (lám. III, fig. 5), que se solda a unha variña de ferro *AB* provista dun mango de madeira *D*. O anel ponse candente nun forno e despois colócase debaixo do matraz *G* (fig. 6) que se quere cortar. Cando se considera que o vidro ten sido quentado dabondo polo anel candente, bótanse algunhas gotas de auga por enriba, e o matraz rómpese normalmente xusto pola liña circular que estivo en contacto co anel de ferro.

Outros recipientes que resultan excelentes para a evaporación son os pequenos frascos de vidro que reciben no comercio o nome de frascos para medicinas. Estas botellas, de vidro delgado e común, soportan o lume con admirable facilidade e son moi económicas. Non debe temerse que a súa forma prexudique a evaporación do licor. Xa fixen ver que, cando se evapora un

líquido a ebulición, a forma do recipiente contribuía ou prexudicaba pouco a velocidade da operación, sobre todo cando as paredes superiores do recipiente eran malas condutoras do calor, como ocorre no caso do vidro. Colócase un ou varios destes frasquiños sobre unha segunda grella de ferro *FG* (lám. III, fig. 2), situada na parte superior dun pequeno forno e quentada cun lume doce. Deste xeito, pódense realizar un gran número de experimentos á vez.

Outro aparello de evaporación bastante cómodo e expeditivo consiste nunha retorta de vidro que se pon nun baño de area, como se pode ver na lámina III, figura 1, e que se recobre cun domo de terra cocida. Pero a operación é moito máis lenta cando se emprega o baño de area e, ademais, non está exenta de perigo porque a area quéntase de maneira desigual, e como o vidro non se presta a dilatacións localizadas, o recipiente pode tronzar. Mesmo ás veces acontece que a area quente fai o papel dos aneis de ferro representados na lámina III, figuras 5 e 6, sobre todo cando o recipiente contén un fluído que destila: unha gota deste, que salpique e caia sobre as paredes do recipiente no punto de contacto co anel de area, abonda para que rompa en dúas partes seguindo esta liña circular.

No caso de que a evaporación esixa un lume de grande intensidade, empréganse crisois de terra, pero, en xeral, enténdese normalmente por *evaporación*, unha operación que se fai á temperatura de ebulición da auga, ou un pouco superior.

§ IV DA CRISTALIZACIÓN

A cristalización é unha operación na que as partes integrantes dun corpo, separadas unhas das outras pola interposición dun fluído, son obrigadas a reunirse para formaren masas sólidas polas forzas de atracción que exercen entre si.

Cando as moléculas dun corpo están simplemente separadas polo calórico e, debido a esta separación, o corpo pasa ao estado líquido, para pasalo de novo ao estado sólido, é dicir, para efectuar a súa cristalización, só é necesario eliminar unha parte do calórico aloxado entre as súas moléculas ou, dito doutra maneira, só hai que arrefrialo. Se o arrefriado é lento e, ao mesmo tempo, repousado, as moléculas adoptan unha disposición regular e entón ocorre a cristalización propiamente dita. Se, pola contra, o arrefriado é rápido ou, caso de ser lento, se o líquido se axita no momento en que vai pasar ao estado concreto, entón a cristalización é confusa.

Os mesmos fenómenos acontecen nas solucións acuosas, ou, mellor dito, as solucións en auga son sempre mixtas, como xa puxen de manifesto no primeiro parágrafo deste capítulo: acontecen, en parte, pola acción da auga e, en parte, polo calórico. Mentres haxa suficiente auga e calórico para separaren as moléculas do sal, ata o punto de se situaren fóra da súa esfera de atracción, o sal permanece en estado fluído. Se a auga e o calórico chegan a faltar, e a atracción mutua das moléculas salinas resulta vencedora, o sal volve ao estado concreto, e a forma dos cristais é tanto máis regular canto máis lenta e tranquila foi a evaporación.

Todos os fenómenos que teñen lugar na solución dos sales, atópanse tamén na súa cristalización, pero en sentido inverso. Hai desprendemento de calórico no momento no que o sal se reúne e aparece baixo a forma concreta e sólida, de onde se tira unha nova proba de que os sales se manteñen en disolución pola auga e polo calórico. Por esta razón, para cristalizar os sales que se licúan facilmente polo calórico, non abonda con quitarlles a auga que os facía permanecer en disolución; é necesario ademais quitarlles o calórico, e o sal non cristaliza mentres non se cumbran estas dúas condicións. O salitre, o muriato osixenado de potasa, a alumina, o sulfato de sosa, etc., subministran exemplos diso. Non acontece o mesmo cos sales que esixen pouco calórico para mantérense en disolución e que, por iso mesmo,

son case igual de solubles en auga quente e en auga fría; basta con quitarlles a auga que os mantiña en disolución para facelos cristalizar e que reaparezan en forma concreta incluso en auga fervendo, como se observa no caso do sulfato de cal, dos muriatos de sosa e potasa, e en moitos outros sales.

É sobre estas propiedades dos sales e sobre a diferenza de solubilidade en quente e en frío, onde se fundamenta o refinado do salitre. Este sal, tal e como o subministran os salitreiros, está composto por sales delicuescentes non susceptibles de cristalización, como o nitrato e o muriato de cal; por sales que son case igualmente solubles en quente e en frío, como os muriatos de potasa e sosa; e, finalmente, por salitre, que é moito máis soluble en quente ca en frío.

Comézase por verter sobre a mestura de todos estes sales unha cantidade de auga suficiente para disolver as menos solubles, que son os muriatos de sosa e potasa. Esta cantidade de auga, mentres está quente, mantén facilmente en disolución todo o salitre; pero non acontece o mesmo cando arrefría: a maior parte do salitre cristaliza e só queda na disolución arredor da sexta parte, que se atopa mesturada co nitrato calcario e cos muriatos.

O salitre que se obtén deste xeito está algo impregnado de sales estraños, porque cristalizou nunha auga que estaba cargada deles, pero pódense eliminar completamente por medio dunha nova disolución en quente con moi pouca auga seguida dunha nova cristalización.

Polo que respecta ás augas que sobrenadan na cristalización do salitre, e que conteñen unha mestura de salitre e diferentes sales, evapóranse para tirar o salitre pardo, que se purifica de seguido por medio de dúas novas disolucións e cristalizacións.

Os sales de base terrosa que non se poden cristalizar, rexéitanse se non conteñen nitratos; se, pola contra, os conteñen, disólvense en auga, precipítase a terra por medio da potasa, déixase repousar, decántase, evapórase e ponse a cristalizar.

O que se observa no refinado do salitre pode servir como regra sempre que se queiran separar, por medio da cristalización, varios sales mesturados. Hai, entón, que estudar a natureza de cada un, a proporción en que se disolven nunha cantidade determinada de auga, e a diferenza de solubilidade en quente e frío. Se a estas propiedades principais se lle engade a que teñen algúns sales de disolvérense en alcol ou nunha mestura de alcol e auga, caeremos na conta de que hai recursos múltiples para levar a cabo a separación dos sales pola vía da cristalización. Pero hai que concordar, ao mesmo tempo, en que é difícil facer esta separación de forma completa e absoluta.

Os recipientes que se empregan para a cristalización dos sales son as pequenas terrinas de gres *A* (lám. II, figs. 1 e 2) e as grandes cápsulas aplanadas.

Cando se somete unha solución salina a unha evaporación lenta ao aire libre e á calor atmosférica, débense empregar recipientes un pouco altos, semellantes aos que se representan na lámina III, figura 3, para que exista un grosor algo considerable de licor; deste xeito obtéñense cristais moito máis grosos e tan regulares como se podería esperar.

Non soamente todos os sales cristalizan baixo diferentes formas, senón que a cristalización de cada sal varía segundo as circunstancias da cristalización. Pero disto non debe concluírse que a forma das moléculas salinas de cada especie sexa indeterminada; pola contra, nada hai máis constante ca a forma das moléculas primitivas dos corpos e, sobre todo, dos sales. Pero os cristais que se forman perante os nosos ollos son agregacións de moléculas, e estas moléculas, aínda que todas perfectamente iguais en forma e grosor, pódense ordenar de diferentes maneiras para daren lugar a diferentes formas que, algunhas veces, semella non gardaren relación ningunha, nin entre si, nin coa forma do cristal orixinal. Este tema ten sido sabiamente tratado polo Sr. abade Haiüy en varias memorias presentadas á Academia e nunha obra sobre a estrutura dos cristais. Non hai

máis que estender o que el fixo, de maneira máis particular para algunhas pedras cristalizadas, á clase dos sales.

§ V

DA DESTILACIÓN SIMPLE

A destilación ten dous obxectivos ben determinados, polo que distinguirei, en consecuencia, dous tipos de destilación: a destilación simple e a destilación composta. Neste apartado tan só me ocuparei da primeira.

Cando se someten a destilación dous corpos, un máis volátil, é dicir, con máis afinidade polo calórico ca o outro, o obxectivo é separalos: o máis volátil toma a forma de gas e logo é condensado por arrefriamento en aparellos axeitados para cumprir esta misión. Polo tanto, a destilación, igual ca a evaporación, non é máis ca unha operación, en certo modo mecánica, que separa dúas substancias sen as descompoñer nin alterar a súa natureza. Na evaporación buscábase conservar o produto fixo, sen importar a conservación do produto volátil; pola contra, na destilación trátase normalmente de recoller o produto volátil, non sendo que un se propoña conservar os dous. Polo tanto, a destilación simple, ben analizada, debe ser considerada como unha evaporación en recipientes pechados.

O máis simple de todos os aparellos de destilación é unha botella *A* (lám. III, fig. 8), á cal, no mesmo vidro, fixemos curvar o colo *BC* en *BD*. Esta botella ou redoma, chamada entón retorta, colócase nun forno de reverbero, como se ve na lámina XIII, figura 2, ou nun baño de area baixo unha cuberta de terra cocida, como se pode observar na lámina III, figura 1. Para recoller e condensar os produtos, adáptase con masilla á retorta un recipiente *E* (lám. III, fig. 9); algunhas veces, sobre todo nas operacións de farmacia, emprégase unha cucúrbita de vidro ou de gres *A* (lám. III, fig. 12), coroada polo seu capitel *B*, ou ben

un alambique de vidro que ten un capitel dunha soa peza (fig. 13). A este último fáiselle unha tubuladura, é dicir, unha abertura T , que se pecha cun tapón de cristal esmerilado. Pódese observar que o capitel B do alambique ten un desaugadoiro rr , que serve para recoller o líquido que condensa, e conducilo ata o pico rS polo que desauga.

Pero como en case todas as destilacións hai unha expansión dos vapores que podería facer estalar os recipientes, resulta obrigado facer no balón ou recipiente E (fig. 9) un pequeno burato T para dar saída aos vapores. Por tanto, con esta maneira de destilar, pérdense todos os produtos que están constantemente en estado aeriforme, e mesmo aqueles que, ao non perderen este estado doadamente, non teñen tempo abondo para condensaren no interior do balón. Logo, este aparello só pode ser empregado nas operacións correntes dos laboratorios e da farmacia, pero resulta insuficiente para as operacións de investigación. No apartado da destilación composta, detallarei os medios que se teñen ideado para recoller, sen perda, a totalidade dos produtos.

Ao seren os recipientes de vidro moi fráxiles e non resistiren sempre os cambios bruscos de calor e frío, pensouse en facer aparellos de destilación de metal. Estes instrumentos son necesarios para destilar a auga, os licores espirituosos ou para obter os aceites esenciais dos vexetais e, nun laboratorio ben montado, resultan imprescindibles un ou dous alambiques deste tipo e de diferentes tamaños.

Este aparello de destilación consiste nunha cucúrbita de cobre vermello estañado A (lám. III, figs. 15 e 16) na que se axusta, cando se considera apropiado, un baño maría de estaño D (fig. 17) sobre o que se coloca o capitel F . Este capitel pódese axustar igualmente sobre a cucúrbita de cobre, sen baño maría e con baño maría, segundo a natureza das operacións. Todo o interior do capitel debe ser de estaño.

É necesario, sobre todo para a destilación de licores espirituosos, que o capitel F do alambique estea provisto dun

refrixerante *SS* (fig. 16), que se mantén sempre con auga fresca; cando se observa que esta está demasiado quente, déixase saír por medio da chave *R* e renóvase. É doado adiviñar cal é o papel desta auga: a finalidade da destilación é converter en gas a materia que se quere destilar e que se atopa na cucúrbita, e esta conversión faise coa axuda do calórico subministrado polo lume no forno; pero non habería destilación se ese gas non se condensara no capitel, se non perdera a forma de gas e non volvera a ser líquido. Polo tanto, é necesario que a substancia que se destila deposite no capitel todo o calórico co que se combinou na cucúrbita e, en consecuencia, que as paredes do capitel estean sempre a unha temperatura máis baixa que a que mantén a substancia a destilar no estado de gas. A auga de refrixeración está destinada a cumprir ese papel. Sabemos que a auga convértese en gas a 80 graos do termómetro francés, o espírito do viño ou alcol a 67, o éter a 32; polo tanto, un entende que estas substancias non destilarían ou, máis ben, escaparían como vapores aeriformes, se a calor do refrixerante non se mantivera por debaixo destes graos respectivos.

Na destilación dos licores espirituosos e, en xeral, dos licores moi expansivos, o refrixerante non é quen de condensar todos os vapores que se elevan dende a cucúrbita; entón, no canto de recibir o licor do pico *TU* do alambique directamente nun recipiente, interponse entre os dous un serpentín. Dáselle este nome ao instrumento representado na figura 18. Consiste nun tubo dobrado en espiral que dá un gran número de voltas dentro dun caldeiro de cobre estañado *BCDE*, que contén auga que se renova cando se quenta. Este instrumento emprégase nas instalacións que fabrican augardente, onde non se usa nin o capitel nin o refrixerante, e toda a condensación ten lugar no serpentín. O que se representa na figura 18 ten un tubo dobre, un dos cales está especialmente destinado á destilación das materias olorosas.

Ás veces, mesmo na destilación simple, resulta obrigado engadir unha extensión entre a retorta e o recipiente, como se ve na figura 11. Esta disposición pode ter dous obxectivos: separar entre si os produtos con diferentes graos de volatilidade, ou afastar o recipiente do forno para que lle chegue menos calor á materia que contén. Pero estes aparellos, e outros moitos aínda máis complicados que os antigos idearon, están moi lonxe de responder aos puntos de vista da química moderna, como se poderá xulgar a partir dos detalles nos que vou entrar no apartado da destilación composta.

§ VI DA SUBLIMACIÓN

Dáselle o nome de *sublimación* á destilación dos materiais que condensan en estado concreto: así dicimos a sublimación do xofre, a sublimación da sal amónica ou muriato amoniacal, etc. Estas operacións non existen aparellos especiais; non obstante, na sublimación do xofre adóitase usar o que se chaman *aludeis*, que son pezas de terra ou louza, que se axustan unhas ás outras, e que se colocan sobre a cucúrbita que contén o xofre⁷.

Un dos mellores aparellos de sublimación para a destilación dos materiais que non son moi volátiles é un frasquiño de medicinas, dous terzos do cal se afunde nun baño de area; pero, neste caso, pérdese unha parte do produto. Cando se queira conservalo todo, hai que botar man dos aparellos pneumatoquímicos que vou describir no capítulo seguinte.

⁷ Do árabe *al-'utâl*, 'o aparello para sublimar', o *aludel* era, en orixe, cada un dos canos de barro cocido, ao xeito de olas sen fondo, que se empregaban encaixados un noutro nos antigos fornos de Almadén para condensar os vapores mercuriais producidos pola calcinación do mineral de azogue. De aí pasou á terminoloxía química en xeral como 'ola ou vaso usado para sublimar' (que o DRAE rexistra en desuso) [N. dos TT.].

CAPÍTULO VI
DAS DESTILACIÓNS PNEUMATO-QUÍMICAS, DAS
DISOLUCIÓNS METÁLICAS E DALGUNHAS OUTRAS
OPERACIÓNS QUE ESIXEN APARELLOS MOI COMPLICADOS

§ I
DAS DESTILACIÓNS COMPOSTAS E DAS DESTILACIÓNS
PNEUMATO-QUÍMICAS

No apartado 5 do capítulo precedente, presentei a destilación como unha operación simple, o obxectivo da cal é separar dúas substancias de volatilidade diferente. Pero frecuentemente a destilación vai máis aló: realiza unha verdadeira descomposición dos corpos que se someten a ela; queda fóra, polo tanto, da clase das operacións simples e entra dentro das que se poden considerar como as máis complicadas da química. Sen dúbida, a esencia de toda destilación é que a sustancia que se destila sexa reducida ao estado de gas na cucúrbita por combinación co calórico; pero, na destilación simple, ese mesmo calórico deposítase no refrixerante ou no serpentín, e a sustancia retoma o seu estado líquido. Non acontece o mesmo na destilación composta; nesta operación prodúcese a descomposición absoluta da sustancia sometida a destilación: unha parte, tal como o carbón, queda fixa na retorta; o resto redúcese a gases de distintos tipos. Algúns son susceptibles de condensar por arrefriamento e de reaparecer en forma concreta ou líquida, outros permanecen constantemente en estado aeriforme; estes absórbense pola auga, aqueles polos álcalis e, finalmente, algúns non son absorbidos por ningunha sustancia. Un aparello de destilación ordinario, tal como os que describín no capítulo precedente, non abondaría para reter e separar produtos tan variados; resulta, polo tanto, obrigado dispoñer de medios moito máis complexos.

Podería facer aquí un repaso histórico das tentativas levadas a cabo para reter os produtos aeriformes que se desprenden nas destilacións; sería entón momento para citar a Hales, Rouelle, Woulfe e outros moitos químicos célebres; pero como me impuxen por lei ser o máis conciso posible, pensei que sería mellor describir directamente o aparello máis perfecto, que fatigar ao lector cos detalles das tentativas infrutuosas, feitas nun momento no que aínda se tiñan ideas moi imperfectas sobre a natureza dos gases en xeral. O aparello que vou describir está destinado a facer a máis complicada de todas as destilacións: poderémolo simplificar despois, segundo a natureza das operacións.

A (lám. IV, fig. 1) representa unha retorta de vidro tubulada en *H*, o colo *B* da cal se axusta con un balón *GC* de dúas bocas. Á tubuladura superior *D* dese balón axústase un tubo de vidro *DEfg* que se somerxe, polo seu extremo *g*, no licor contido no frasco *L*. A continuación deste frasco tubulado en *xxx*, hai outros tres frascos *L'*, *L''* e *L'''*, que teñen tamén tres tubuladuras ou bocas *x'x'x'*, *x''x''x''* e *x'''x'''x'''*. Os frascos están unidos por tubos de vidro *xyz'*, *x'y'z''* e *x''y''z'''*⁸; finalmente, á última tubuladura do frasco *L'''* está adaptado un tubo *x'''RM* que vai parar debaixo dunha campá de vidro situada sobre a taboíña do aparello pneumato-químico. Adoito ponse no primeiro frasco un peso ben coñecido de auga destilada, e nos outros tres potasa cáustica diluída con auga: a tara destes frascos e o peso do licor alcalino que conteñen deben determinarse con moito coidado. Con todo así disposto, sélanse todas as unións, a saber, a *B* entre a retorta e o balón e a *D* da tubuladura superior deste, con masilla graxa recuberta dunha tea embebida en cal e clara de ovo; todas as demais sélanse cunha masilla de trementina cocida e cera, fundidas conxuntamente.

⁸ Semella tratarse dun erro. Debe dicir *xyz'*, *x'y'x''* e *x''y''x'''* [N. dos TT.].

Despois de tomadas estas disposicións obsérvase que, cando se prende lume debaixo da retorta *A* e a substancia que contén se comeza a descompoñer, os produtos menos volátiles deben condensarse e sublimarse no mesmo colo da retorta, sendo alí principalmente onde se deben agrupar as substancias concretas; que as materias máis volátiles, tales como os aceites lixeiros, o amoníaco e outras moitas substancias, deben condensarse no balón *GC*; que, polo contrario, os gases que non poden ser condensados por arrefriamento, deben burbullar a través dos licores contidos nos frascos *LL'L'L'*; que todo o que se pode absorber pola auga debe quedar no frasco *L*; que todo o que é susceptible de ser absorbido polo álcali debe quedar nos frascos *LL'L'L'*; que, finalmente, os gases non absorbidos nin pola auga nin polo álcali deben escapar polo tubo *RM*, á saída do cal poden ser recollidos nas campás de vidro. Por último, o que antes se nomeaba *caput mortuum*, o carbón e a terra, ao seren totalmente fixos han quedar na retorta.

Nesta maneira de operar sempre se ten unha proba material da exactitude do resultado, xa que os pesos totais dos materiais teñen que ser os mesmos antes e despois da operación. Así, se un traballou, por exemplo, con 8 onzas de goma arábica ou de amidón, o peso do residuo carbonoso que queda na retorta *A* despois da operación, máis o dos produtos reunidos no colo da mesma e no balón *GC*, máis o gas recollido na campá *M*, máis, finalmente, o aumento de peso experimentado polas botellas *LL'L'L'*, todos estes pesos reunidos, digo, deben dar un total de 8 onzas. Se hai máis ou menos, é que hai un erro, e hai que comezar de novo o experimento ata obter un resultado satisfactorio que apenas difira en máis de 6 a 8 grans por libra da materia empregada no experimento.

Neste tipo de experimentos levo atopando dende hai moito tempo dificultades case insuperables, que me terían obrigado a renunciar a eles, de non telas superado mediante un método moi simple, a idea do cal debo ao Sr. Hassenfratz. A menor disminu-

ción no grao do lume no forno e moitas outras circunstancias inseparables deste tipo de experimentos, frecuentemente ocasionan a reabsorcións de gas: a auga da cubeta entra rapidamente no frasco L polo tubo xRM ; a mesma cousa acontece dun frasco ao outro e, con frecuencia, o líquido chega ata o balón C . Estes accidentes prevéñense empregando frascos con tres bocas e adaptando nunha delas un tubo capilar, $St, s't', s''t'', s'''t'''$, co extremo somerxido no licor dos frascos. Se hai absorción, ben sexa na retorta ou en calquera dos frascos, entra por estes tubos o aire exterior que substitúe ao baleiro formado, o que soamente implica que vamos a ter unha pequena mestura de aire común nos produtos, pero polo menos o experimento non se malogra completamente. Estes tubos poden admitir o aire exterior, pero non o poden deixar escapar, porque sempre están taponados na súa parte inferior $tt't't''t'''$ polo fluído dos frascos.

Resulta evidente que, no decurso do experimento, o licor dos frascos debe subir por cada un destes tubos ata unha altura relacionada coa presión do aire ou gas contido no frasco; esta presión, polo tanto, está determinada pola altura e polo peso da columna do líquido contido en todos os frascos subseguintes. Polo tanto, supoñendo que haxa tres polgadas de líquido en cada frasco, que a altura da auga na cubeta sexa tamén de 3 polgadas por enriba do orificio do tubo RM e, finalmente, que o peso específico dos líquidos contidos nos frascos non difira sensiblemente do da auga, o aire do frasco L estará comprimido por un peso igual ao dunha columna de auga de 12 polgadas. Polo tanto, a auga elevarase 12 polgadas no tubo St , de onde resulta que este tubo debe ter unha lonxitude de máis de 12 polgadas por enriba do nivel do líquido ab . Pola mesma razón, o tubo $s't'$ debe ter máis de 9 polgadas, o tubo $s''t''$ máis de seis e o tubo $s'''t'''$ máis de tres. Cómpre que estes tubos sexan máis ben grandes ca curtos debido ás oscilacións que, con frecuencia, teñen lugar. Nalgúns casos, resulta obrigado introducir un tubo semellante entre a retorta e o balón; pero como este tubo non está somerxido

na auga, como non está taponado por un líquido, polo menos ata que este non pase no decurso da destilación, é necesario taparlle a abertura superior cun pouco de masilla, e non abríla non sendo que sexa necesario ou cando haxa suficiente líquido no matraz *C* como para pechar a extremidade do tubo.

O aparello que acabo de describir non pode ser empregado para facer experimentos exactos, cando as materias que se queren tratar teñan unha acción demasiado rápida unha sobre a outra, ou cando unha das dúas debe ser introducida en pequenas e sucesivas porcións, como acontece nas mesturas que producen unha efervescencia violenta. Nese caso emprégase unha retorta tubulada *A* (lám. VII, fig. 1). Introdúcese nela unha das substancias, de preferencia a que é concreta; despois adáptase e fíxase con masilla á tubuladura, un tubo curvado *BCDA*, rematado na súa parte superior *B* nun embude e, no seu extremo *A*, nun tubo capilar. O licor vértese a través do embude *B* deste tubo. É necesario que a altura *BC* sexa o suficientemente grande como para que o licor que hai que introducir poida equilibrarse coa resistencia ocasionada polo que está contido nos frascos *LL'L'L'* (lám. IV, fig. 1).

Aqueles que non estean afeitos a se servir do aparello de destilación que veño de describir, sentiranse importunados pola gran cantidade de aberturas que é necesario selar, e polo tempo que esixen os preliminares de semellantes experimentos. En efecto, de contabilizar as pesadas que hai que facer antes do experimento e repetir despois, os preparativos son moito máis longos ca o experimento en si. Pero tamén é certo que todas estas molestias resultan compensadas cando o experimento ten éxito, e se adquire, dunha soa vez, un coñecemento sobre a natureza das substancias animais ou vexetais que se someten a destilación maior do que se obtén con varias semanas de traballo máis asiduo.

Caso de non ter frascos de tres bocas, úsanse frascos de dous colos; incluso é posible introducir os tres tubos na mesma aber-

tura e empregar frascos ordinarios de colos dobrados, sempre que a abertura sexa o suficientemente grande. Hai que ter o coidado de axustar nos frascos tapóns pulidos cunha lima moi fina e fervidos nunha mestura de aceite, cera e trementina. Os tapóns perfórnanse cunha lima chamada *cola de rata* (ver lám. I, fig. 16), facendo tantos buratos como sexan necesarios para pasaren os tubos; un deses tapóns está representado na lámina IV, figura 8.

§ II DAS DISOLUCIÓNS METÁLICAS

Xa fixen notar cando falei da solución dos sales en auga, canta diferenza hai entre esta operación e a disolución metálica. Vimos que a solución dos sales non esixía ningún aparello particular e que calquera recipiente resultaba axeitado. Non acontece o mesmo na disolución dos metais, na que, para non ter perdas e poder obter resultados verdadeiramente concluíntes, é necesario empregar aparellos moi complexos, a invención dos cales pertence por completo aos químicos da nosa época.

Os metais, en xeral, disólvense con efervescencia nos ácidos; ora ben, o efecto ao que se lle ten dado o nome de efervescencia non é outra cousa ca un movemento excitado no licor disolvente polo desprendemento dun gran número de burbullas de aire ou de fluído aeriforme, que parten da superficie do metal e estalan ao saír do licor disolvente.

Os Srs. Cavendish e Priestley foron os primeiros que idearon aparellos sinxelos para recoller estes fluídos elásticos. O do Sr. Priestley consiste nun frasco *A* (lám. VII, fig. 2), pechado en *B* cun tapón de rolla furado no centro, e que deixa pasar un tubo de vidro dobrado en *BC* que se introduce debaixo de campás cheas de auga e colocadas invertidas nun baño cheo do mesmo líquido. Comézase por introducir o metal no frasco

A, vértese o ácido por enriba e logo péchase co tapón provisto do seu tubo *BC*.

Pero este aparello non carece de inconvenientes, polo menos no caso de experimentos moi exactos. En primeiro lugar, cando o ácido está moi concentrado e o metal finamente dividido, adoito a efervescencia empeza antes de poder taparse o frasco, co que hai perda de gas, e non se poden determinar as cantidades con exactitude. En segundo lugar, en todas as operacións nas que é obrigado quentar, unha parte do ácido destila e mestúrase coa auga da cubeta, de xeito que sempre hai un erro no cálculo da cantidade de ácido descomposto. En terceiro e último lugar, a auga da cubeta absorbe todos os gases susceptibles de combinárense coa auga, e resulta imposible recollelos sen perdas.

Para remediar estes inconvenientes pensei, inicialmente, en adaptar a un frasco con dúas bocas *A* (lám. VII, fig. 3), un embude de vidro *BC* selado con masilla de xeito que non deixe ningunha saída ao aire. Neste embude entra unha variña de vidro *DE*, esmerilada en *D* xunto co embude, de maneira que peche como o tapón dun frasco.

Cando se quere facer un experimento, comézase por introducir a materia a disolver no frasco *A*; sélase con masilla o embude, tápase coa variña *DE* e despois vértese o ácido deixando que se introduza no frasco en porcións tan pequenas como se desexe, sen máis que levantar a variña con coidado; esta operación repítese sucesivamente ata acadarse o punto de saturación.

Pero despois usei outro método que cumpre o mesmo obxectivo e que, en certos casos, é preferible, e do que xa dei algunha idea no apartado anterior. Consiste en adaptar a unha das bocas do frasco *A* (lám. VII, fig. 4) un tubo dobrado *DEFG*, rematado en *D* por unha abertura capilar, e en *G* por un embude soldado ao tubo; este tubo sélase con masilla, coidadosa e solidamente, na boca *C*. Cando se verte unha pequena gota de licor no tubo polo embude *G*, cae na parte *F*; pero se engadimos máis, chega un momento en que supera a curvatura *E*, e se introduce no

frasco *A*; isto seguirá ocorrendo mentres se siga subministrando novo licor dende o embude *G*. Resulta evidente que o licor non pode, en ningún caso, botarse por fora do tubo *EFG*, e que non pode nunca saír aire ou gas do frasco, porque o peso do licor o impide e fai o efecto dun verdadeiro tapón.

Para remediar o segundo inconveniente, o da destilación do ácido, que se produce sobre todo nas disolucións que van acompañadas de calor, adáptaselle á retorta *A* (lám. VII, fig. 1) un pequeno matraz tubulado *M* que recolle o licor que condensa.

Por último, para separar os gases que poden ser absorbidos pola auga, tales como o ácido carbónico, engádese un frasco *L* de dúas bocas, no que se pon álcali puro diluído en auga: o álcali absorbe todo o gas carbónico, e polo tubo *NO* normalmente non pasan baixo a campá mais ca dúas especies gasosas como moito: xa vimos no primeiro capítulo desta terceira parte como se consegue separalas. Se un frasco de álcali non fora suficiente, engádense hasta tres ou catro.

§ III

DOS APARELLOS RELATIVOS ÁS FERMENTACIÓNS VIÑOSA E PÚTRIDA

A fermentación viñosa e a fermentación pútrida necesitan aparellos especiais, destinados só a este tipo de experimentos. Vou describir o que decidín adoptar finalmente despois de facer sucesivamente un gran número de correccións.

Cóllese un matraz grande *A* (lám. X), dunha capacidade aproximada de 12 pintas; adáptaselle unha abrazadeira de cobre *ab* firmemente unida con masilla, na que se aparafusa un tubo dobrado *cd* provisto dunha chave *e*. A este tubo adáptaselle unha especie de recipiente de vidro con tres bocas *B*, debaixo do cal se coloca un frasco *C* que comunica con el. Á saída do recipiente *B* hai un tubo de vidro *ghi*, suxeito en *g* e en *i* con

abrazadeiras de cobre, destinado a conter un sal concreto moi delicuescente, tal coma o nitrato ou o muriato de cal, acetito de potasa, etc.

Finalmente, este tubo vai seguido de dous frascos *D* e *E*, cheos ata a altura xy de álcali disolvido en auga e ben desprovisto de ácido carbónico.

Todas as partes deste aparello únense unhas coas outras por medio de parafusos e roscas; os puntos de contacto cóbrense con coiro engraxado que impide completamente o paso do aire; finalmente, cada peza vai provista de dúas chaves, de maneira que se pode pechar polos dous extremos e pesar cada unha separadamente en calquera etapa do experimento que se considere oportuna.

Colócase no balón *A* a materia fermentable, por exemplo azucre, e lévedo de cervexa diluído cunha cantidade suficiente de auga, o peso do cal determínase con precisión. Algunhas veces, cando a fermentación é moi rápida, fórmase unha cantidade considerable de espuma, que non só enche o colo do balón, senón que pasa ao recipiente *B* e cae no frasco *C*. Precisamente para recoller esta espuma e impedir que pase ao tubo delicuescente, déuselle ao recipiente *B* e ao frasco *C* unha capacidade considerable.

Na fermentación do azucre, é dicir, na fermentación viñosa, só se desprende ácido carbónico que leva un pouco de auga en disolución, da que en boa parte se libera ao pasar polo tubo *ghi* que contén un sal delicuescente parcialmente pulverizado, e a cantidade depositada pode coñecerse polo aumento de peso que experimenta o sal. Este ácido carbónico burbulla despois a través do licor alcalino do frasco *D*, ata o que é conducido polo tubo *klm*. A pequena porción non absorbida polo álcali contido neste primeiro frasco, queda atrapada no segundo *E*, polo que, xeralmente, non pasa absolutamente nada baixo a campá *F*, agás o aire contido nos recipientes ao comezo do experimento.

O mesmo aparello pode servir para as fermentacións pútridas pero, neste caso, pasa unha cantidade considerable de gas hidróxeno polo tubo *qrstu*, que se recolle na campá *F* e, como o desprendemento é rápido, sobre todo no verán, hai que cambiala frecuentemente. En consecuencia, estas fermentacións esixen unha vixilancia continua, mentres que a fermentación viñosa non esixe ningunha.

Resulta evidente que, por medio deste aparello, se pode coñecer cunha gran precisión o peso dos materiais sometidos a fermentación, e o de todos os produtos líquidos ou aeriformes que se desprenden. Na primeira parte desta obra, capítulo XIII, páxina 194, pódense ver os detalles que alí din sobre o resultado da fermentación viñosa.

§ IV

APARELLO PARTICULAR PARA A DESCOMPOSICIÓN DA AUGA

Os experimentos relativos á descomposición da auga xa foron descritos na primeira parte desta obra, capítulo VIII, páxina 162; evitarei, por tanto, as repeticións inútiles e limitareime a observacións moi sumarias. As materias coa propiedade de descompoñer a auga son principalmente o ferro e o carbón, pero, para iso, é necesario que sexan quentados a unha calor vermella; sen tal condición, a auga simplemente pasa a vapor e condensa despois, por arrefriamento, sen experimentar a menor alteración. Pola contra, cando están incandescentes, o ferro e o carbón quítanlle o osíxeno ao hidróxeno; no primeiro caso fórmase un óxido negro de ferro, e o hidróxeno despréndese libre e puro en forma de gas; no segundo, fórmase gas ácido carbónico que se desprende mesturado co gas hidróxeno, estando este último normalmente carbonizado.

Para descompoñer a auga polo ferro, resulta útil empregar un canón de fusil ao que se lle retirou a culata. Este tipo de canóns atópanse facilmente nos vendedores de ferralla. Hai que escoller os máis longos e os máis fortes; cando sexan demasiado curtos e exista o perigo de as masillas queceren de máis, hai que soldarlles, cunha soldadura forte, un pouco de tubo de cobre. Estes tubos de ferro colócanse nun forno alongado *CDEF* (lám. VII, fig. 11), dándolle unha inclinación de algúns grados de *E* a *F*; esta inclinación debe ser un pouco máis grande que a representada na figura 11. Adáptaselle á parte superior *E* deste tubo unha retorta de vidro que contén auga e que está colocada sobre un forno *VVXX*. Únese con masilla polo seu extremo inferior *F* cun serpentín *SS'*, que se adapta cun frasco tubular *H* onde se recolle a auga que escapou á descomposición. Por último, o gas que se desprende lévase ata a cubeta, onde se recolle baixo as campás, por medio do tubo *KK*, adaptado á tubuladura *K* do frasco *H*. No canto da retorta *A*, pódese usar un embude, pechado cunha chave pola parte inferior, polo que se deixa caer a auga gota a gota. Tan pronto como esta auga chega á parte quente do tubo, vaporízase, e o experimento transcorre como se os vapores foran subministrados por medio da retorta *A*.

No experimento que fixemos o Sr. Meusnier e máis eu en presenza dos comisarios da Academia, non escatimamos esforzos para obter a maior precisión posible nos resultados; o noso escrúpulo levounos ata a facer o baleiro nos recipientes antes de comezar o experimento, co fin de que o gas hidróxeno que obtivésemos se atopara exento de mestura de gas azote. Daremos conta á Academia, con gran detalle, dos resultados que obtivemos.

Nun gran número de experimentos hai que substituír o canón do fusil por tubos de vidro, de porcelana ou de cobre. Pero os primeiros teñen o inconveniente de que son doados de fundir: a pouco que o experimento se descontrole, o tubo esmágase e defórmase. Os tubos de porcelana están, na súa maioría, furados

por unha infinidade de pequenos buratos imperceptibles polos que escapa o gas, sobre todo se está comprimido por unha columna de auga. Isto é o que me levou a conseguir un tubo de cobre vermello, que o Sr. de la Briche tivo a ben colar e logo tradear diante dos meus ollos en Estrasburgo. Este tubo resulta moi cómodo para facer a descomposición do alcol que, como é sabido, se descompón en carbono, gas ácido carbónico e gas hidróxeno, cando se expón a unha calor vermella. Este mesmo tubo pode servir igualmente para a descomposición da auga polo carbono e outros moitos experimentos.

§ V

DA PREPARACIÓN E UTILIZACIÓN DAS MASILLAS

Se na época na que se perdían unha gran parte dos produtos da destilación, cando non se tiña en conta todo o que se separaba en forma de gas, nunha palabra, cando non se facía ningún experimento exacto e rigoroso, xa se sentía a necesidade de selar ben as xuntas dos aparellos de destilación, canto máis importante non será agora esta operación manual e mecánica cando xa non se permite ningunha perda nas destilacións e nas disolucións, cando se esixe que un gran número de recipientes ensamblados se comporten como se foran unha soa peza e como se estiveran hermeticamente pechados e, en fin, cando un experimento non é satisfactorio se a suma dos pesos dos produtos obtidos non é igual ao dos materiais sometidos a experimentación?

A primeira condición que se esixe a toda masilla destinada a pechar as unións dos recipientes é ser tan impermeable coma o vidro mesmo, de xeito que ningunha materia, por sutil que sexa, a excepción do calórico, poida penetrala. Unha libra de cera fundida cunha onza e media ou dúas onzas de trementina, cumpren moi ben este primeiro obxectivo; resulta unha masilla fácil de manexar, que se une fortemente ao vidro e que non se

deixa penetrar doadamente; pódesele dar máis consistencia e facela máis ou menos dura, máis ou menos seca, máis ou menos flexible, engadíndolle distintas resinas. Esta clase de masillas ten a vantaxe de amoleceren pola calor, o que as fai prácticas para pechar axiña as unións dos recipientes; pero, por perfectas que sexan para conter gases e vapores, están lonxe de poderen ser de uso xeral. En case todas as operacións químicas, as masillas están expostas a unha calor considerable e frecuentemente superior á temperatura da auga fervendo; e a este grao de calor as resinas amolecen, vólvense case líquidas, e os vapores expansivos contidos nos recipientes axiña burbullan ao seu través e saen.

Polo tanto, é obrigado recorrer a materiais máis adecuados para resistir a calor e, despois de moitas tentativas, os químicos elixiron a masilla seguinte, e non porque careza de inconvenientes como aclararei de contado, senón porque aínda tendo estes en conta é a que reúne as maiores vantaxes. Vou dar algúns detalles sobre a súa preparación e, sobre todo, sobre o seu emprego, porque unha longa experiencia nesta materia púxome en condicións de evitarlle a outros un gran número de dificultades.

O tipo de masilla do que falo é coñecido polos químicos baixo o nome de masilla graxa. Para preparala, cóllese arxila sen cocer, pura e moi seca; redúcese a po fino e pásase por un baruto de seda. Despois ponse nun morteiro de fundición e bátese durante varias horas con golpes repetitivos mediante unha pesada man de ferro, mentres se rega pouco a pouco con aceite de liñaza cocido, é dicir, con aceite de liñaza que se osixenou e se volveu desecante coa adición dun pouco de litarxirio. Esta masilla é aínda mellor e máis tenaz, e agárrase mellor ao vidro, cando, no canto de aceite ordinario, se emprega verniz ao aceite de succino. Este verniz non é outra cousa ca unha disolución de succino ou ámbar amarelo, en aceite de liñaza; pero esta disolución non ten lugar a menos que o succino teña sido fundido

previamente só, perdendo nesta operación previa un pouco de ácido succínico e un pouco de aceite. A masilla feita co verniz ao aceite é, como xa dixen, preferible á feita só con aceite de liñaza, pero é moito máis cara, e o incremento de calidade que se consegue non está en proporción ao aumento de prezo, polo que raramente se emprega.

A masilla graxa resiste moi ben un grao de calor incluso bastante elevado; agarra ben sobre os metais, sobre o gres, sobre a porcelana e sobre o vidro, sempre que, previamente, se secan ben. Se, por desgraza, no transcurso dunha operación, o licor que se está destilando se abre paso e penetra un pouco de humidade, ben entre o vidro e a masilla, ben entre as diferentes capas desta última, resulta dunha dificultade extrema volver tapar as aberturas que se formaron; e este é un dos principais inconvenientes, quizais o único, que presenta o uso da masilla graxa.

O calor amolece esta masilla, incluso ata o punto de facela fluír, polo que é necesario retela, e a mellor forma de facelo é recubrila con tiras de vexiga, molladas, que se envolveren ao redor. A continuación faise unha ligadura, cun fío grosso, por enriba da masilla, e despois danse un montón de voltas co mesmo fío por enriba da vexiga que a recobre: unha masilla protexida desta maneira esta ao abeiro de calquera accidente.

Moi frecuentemente a forma das unións dos recipientes non permite facer unha ligadura, tal como acontece co colo dos frascos de tres bocas; fai falta entón moita habilidade para apertar o fío o suficiente sen sacudir moito o aparello e, nos experimentos con moitos selados, adoito destrúense moitos para arranxar un só. Nestes casos, substitúese a vexiga e as ligaduras por bandas de tea embebidas en clara de ovo na que se dissolveu cal. Aplícanse sobre a masilla graxa as bandas de tea aínda húmidas, as cales, ao pouco, secan e adquiren notable dureza. Pódense aplicar estas mesmas bandas sobre masillas de cera e

de resina. A cola, fortemente diluída en auga, pode substituír a clara de ovo.

A primeira precaución que se debe tomar antes de aplicar calquera masilla sobre as unións dos recipientes, é asentalos e suxeitalos ben, de maneira que non se poidan prestar a ningún movemento. Se se quere unir con masilla o colo dunha retorta co dun recipiente, é necesario que encaixen bastante xustos; se hai un pouco de xogo, hai que suxeitar as dúas vasillas introducindo entre os seus colos anaquiños de mistos ou de rolla. Se a desproporción entre os dous colos é moi grande, elíxese un tapón que entre xusto no colo do matraz ou recipiente, e fáiselle no medio un burato redondo que teña o diámetro necesario para recibir o colo da retorta.

A mesma precaución é necesaria a respecto dos tubos dobrados que hai que fixar con masilla nos colos dos frascos, como se ve na lámina IV, figura 1. Comézase por escoller un tapón que entre xusto no colo; despois fáiselle un burato cunha lima chamada *cola de rata* (véxase unha destas limas representada na lám. I, fig. 16). Cando un mesmo colo está destinado a recibir dous tubos, cousa que ocorre con frecuencia, sobre todo cando hai escaseza de frascos con dúas ou tres bocas, fánselle ao tapón dous ou tres buratos para que poida recibir dous ou tres tubos. Un destes tapóns pódese ver representado na lámina IV, figura 8.

Só cando o aparello estea así solidamente suxeito e ningunha das súas partes se poida mover, pódese comezar a aplicar a masilla. Para iso, primeiro amolécese, amasándoa; algunhas veces, sobre todo en inverno, resulta obrigado quentalala lixeiramente; despois faise rodar entre os dedos para reducila a pequenos cilindros que se aplican sobre os frascos que se van selar, tendo coidado de apoialos e esmagalos ben sobre o vidro, para que se adhiran. A un primeiro pequeno cilindro se lle engade outro que se esmaga igualmente, pero de maneira que o seu bordo monte sobre o precedente, e así sucesivamente. Por simple que

pareza esta operación, non todo o mundo é capaz de facela ben, e non é raro ver persoas que teñen que repetir un gran número de veces estes selados sen éxito, mentres que outras teñen éxito ao primeiro intento. Feito o selado, recóbrese, como dixen, coa vexiga ben atada e apertada, ou con tiras de tea embebidas en clara de ovo e cal. Repetirei unha vez máis que hai que ter moito coidado ao facer un selado, sobre todo ao atalo, de non abanear os outros porque, senón, un destruíría o xa feito e non chegaría nunca a pechar os recipientes.

Non se debe nunca comezar un experimento sen ter comprobado previamente as masillas. Abonda, para iso, con quentar moi lixeiramente a retorta *A* (lám. IV, fig. 1), ou soprar aire por algún dos tubos *S s' s' s'*; o cambio de presión que acontece debe cambiar o nivel do licor en todos os tubos; pero, se o aparello perde aire por algunha parte, o licor volve axiña ao seu nivel; pola contra, permanece constantemente por enriba ou por debaixo dese nivel se o aparello está ben pechado.

Non se debe esquecer que todos os éxitos da química moderna dependen do xeito de aplicar a masilla, da paciencia, da exactitude que se pon na tarefa: non hai outra operación que demande máis coidado e atención.

Fariamos un gran servizo aos químicos e, sobre todo, aos químicos pneumáticos, se conseguíramos liberalos dos selados ou, polo menos, se diminuíramos considerablemente o seu número. Pensei inicialmente en encargar aparellos nos que todas as partes pecharan por fricción, como os frascos con tapón de vidro; pero a execución desta idea presentou moitas dificultades. Pareceume mellor substituír as masillas por columnas de mercurio dalgunhas liñas de altura. Con tal idea, acabo de facer construír un aparello que vou describir, o uso do cal paréceme que pode ser útil e cómodo nun gran número de circunstancias.

Consiste nun recipiente *A* (lám. XII, fig. 12) de dobre colo; un, interior, *bc*, comunica coa parte interna do frasco; outro,

exterior, *de*, que deixa un espazo entre el e o precedente, e que forma todo arredor un profundo suco *db, ce*, destinado a recibir o mercurio. É nese suco onde entra e se axusta a cuberta de vidro *B*, que ten por debaixo incisións para o paso dos tubos de vidro destinados ao desprendemento de gas. Estes tubos, en lugar de meterse directamente no frasco *A* como ocorre nos aparellos ordinarios, dóbranse antes, como se ve na figura 13, para meterse no suco e pasar por debaixo das amosegas que ten a cuberta *B*; despois remontan de novo para entrar no frasco, pasando por enriba dos bordes do colo interior.

É doado ver que, cando os tubos están no seu sitio, a cuberta *B* firmemente suxeita, e o suco *db, ce* cheo de mercurio, o frasco atópase pechado e só comunica co exterior polos tubos.

Un aparello deste tipo será moi cómodo nun gran número de experimentos, pero só se poderá utilizar na destilación de materias que non teñan ningunha acción sobre o mercurio.

O Sr. Seguín, cuxa eficaz e intelixente axuda tenme sido tantas veces útil, xa encargou á vidraría retortas unidas hermeticamente aos recipientes, de maneira que será posible chegar a prescindir das masillas. Na lámina XII, figura 14, represéntase un aparello montado consonte os principios que fican expostos.

CAPÍTULO VII

DAS OPERACIÓNS RELATIVAS Á COMBUSTIÓN PROPIAMENTE DITA E Á DETONACIÓN

Segundo o exposto na primeira parte desta obra, a combustión non é máis que a descomposición do gas osíxeno realizada por un corpo combustible. O osíxeno, que forma a base deste gas, é absorbido, mentres que o calórico e a luz despréndense. Por tanto, toda combustión comporta a idea de osixenación, mentres que, pola contra, a osixenación non implica esencialmente a idea de combustión, porque a combustión propiamente dita non pode acontecer sen desprendemento de luz e de calórico. Para a combustión ter lugar, é necesario que a base do gas osíxeno teña máis afinidade co corpo combustible ca co calórico; ora ben, esta atracción electiva, por me servir dunha expresión de Bergman, só acontece a un certo grao de temperatura, que é diferente para cada substancia combustible, de onde a necesidade de dar un primeiro impulso á combustión aproximando un corpo quente. Esta necesidade de quentar o corpo que se quere queimar baséase en consideracións que aínda non chamaron a atención de ningún físico, e nas que quixera determe uns instantes coa licenza do lector; verase que non se afastan do meu tema.

O estado actual no que vemos a natureza é un estado de equilibrio ao que só se puido chegar despois de teren acontecido todas as combustións espontáneas posibles, ao grao de calor ao que vivimos, e todas as osixenacións posibles. Polo tanto, non pode haber novas combustións ou osixenacións mentres non se saia deste estado de equilibrio e se leven as substancias combustibles a unha temperatura máis elevada. Aclaremos cun exemplo o que este enunciado puidera ter de abstracto. Supoñamos que a temperatura habitual da terra mudara un pouco e se volvese igual á da auga a ebulición: resulta evidente que o fósforo, que entra en ignición moi por debaixo

desta temperatura, non existiría na natureza en estado puro e simple, senón que se presentaría sempre en estado ácido, é dicir, osixenado, e o seu radical pertencería ás substancias descoñecidas. Pasaría o mesmo sucesivamente con todos os corpos combustibles se a temperatura da terra se fixera máis e máis elevada, e chegaría finalmente un momento no que todas as combustións posibles xa se terían producido e non existirían corpos combustibles, xa que todos estarían osixenados e serían, en consecuencia, incombustibles.

Repitamos pois, de novo, que para nós os únicos corpos combustibles son os incombustibles ao grao de temperatura ao que vivimos ou, o que vén ser o mesmo, que está na esencia de todos os corpos combustibles non poderen gozar da combustibilidade non sendo que sexan quentados e se leven ata o grao de calor no que a súa combustión acontece. Unha vez alcanzado ese grao de calor, a combustión comeza e o calórico, desprendido por efecto da descomposición do gas osíxeno, mantén o grao de temperatura necesario para continuar. Cando ocorre o contrario, é dicir, cando o calórico subministrado pola descomposición do gas osíxeno non chega a manter o grao de temperatura necesario para que a combustión continúe, esta cesa. Isto é o que queremos dicir cando afirmamos que un corpo arde mal, que é dificilmente combustible.

Aínda que a combustión teña algo en común coa destilación, sobre todo coa destilación composta, difire, non obstante, nun punto esencial. Na destilación hai separación dunha parte dos principios do corpo que se somete ao proceso, e combinación destes mesmos principios, noutra orde, determinado polas afinidades que existen á temperatura á que acontece a destilación. Pero na combustión hai algo máis: prodúcese a adición dun novo principio, o osíxeno, e a desaparición doutro principio, o calórico.

Esta necesidade de empregar o osíxeno en estado gas, e de determinar rigorosamente as cantidades, é o que fai tan embar-

zosos os experimentos relativos á combustión. Outra dificultade inseparable destas operacións é que os produtos que proporcionan despréndense, case sempre, en estado gas. Polo tanto, se xa era difícil reter e xuntar os produtos da destilación, éo aínda máis recoller os da combustión; por iso, ningún dos químicos antigos o intentou, e este tipo de experimentos pertence completamente á química moderna.

Despois de recordar, de xeito xeral, o obxectivo dos diferentes experimentos relacionados coa combustión, paso a describir os distintos aparellos que fun imaxinando con tal fin. Nos apartados que formarán este capítulo, non farei ningunha división relativa á natureza dos combustibles, senón que os clasificarei atendendo á natureza dos aparellos que máis conveñen á súa combustión.

§ I

DA COMBUSTIÓN DO FÓSFORO E DO CARBÓN

Na páxina 144 deste volume, xa describín os aparellos que empreguei para a combustión do carbono e do fósforo. Non obstante, como entón máis ben quería dar unha idea do resultado destas combustións, que mostrar en detalle os procedementos necesarios para obtelos, posiblemente non me estendín o suficiente sobre as manipulacións relativas a este tipo de experimentos.

Para realizar a combustión do fósforo ou do carbón, hai que empezar por encher de gas osíxeno, no aparello pneumatoquímico de auga (lám. V, fig. 1), unha campá de, polo menos, 6 pintas de capacidade. Cando estea chea ata o borde e o gas comece a saír por debaixo, lévase esta campá *A* ata o aparello de mercurio (lám. IV, fig. 3), coa axuda dun recipiente de vidro ou de louza moi plano, que se pasa por debaixo. Rematada esta operación, sécase ben a superficie do mercurio con papel de

envolver, tanto no interior coma no exterior da campá. Esta operación demanda algunhas precaucións: se non se tivo o coidado de somerxer completamente o papel de envolver no mercurio durante algún tempo antes de metelo debaixo da campá, terase introducido aire común nela porque o aire se adhire con tenacidade ao papel.

Por outra banda, hai que dispoñer dunha pequena cápsula *D*, de ferro ou de porcelana, ampla e plana, sobre a que se coloca o corpo que se quere queimar, despois de determinar con grande exactitude o seu peso nunha balanza de precisión; recóbrese de seguido esta cápsula con outra máis grande, *P*, que fai, a respecto da primeira, o papel de campá de buzo, e faise pasar o conxunto a través do mercurio; despois retírase a través del a cápsula *P* que só servía, en certa forma, de tapadeira. Pódese evitar o atranco e a dificultade de facer pasar os materiais a través do mercurio, levantando un dos lados da campá un curto intre, e introducindo pola abertura formada a cápsula co corpo combustible. Operando deste xeito, mestúrase un pouco de aire común co gas osíxeno, pero esta mestura, que é pequena, non afecta nin ao éxito nin á exactitude do experimento.

Cando a cápsula *D* se introduce baixo a campá (lám. IV, fig. 3), succiónase unha parte do gas osíxeno que contén para levar o mercurio ata *EF*. Sen esa precaución, cando se lle prenda lume ao corpo combustible, a calor dilataría o aire, expulsando unha parte por debaixo da campá, e non se podería facer ningún cálculo exacto sobre as cantidades. Para succionar o aire emprégase un sifón *GHI*, que se pasa por debaixo da campá, e ao que se lle introduce un papeliño enrolado no seu extremo *I* para que non se encha de mercurio.

Elevar succionando así unha columna de mercurio ata unha altura de varias polgadas por encima do seu nivel require certa maña; se un se contenta con aspirar o aire cos pulmóns, só se consegue unha elevación modesta de, por exemplo, unha polgada ou polgada e media, mesmo con grandes esforzos, mentres

que, por acción dos músculos da boca, pódese elevar o mercurio de seis a sete polgadas sen fatigarse ou, polo menos, sen sentir incomodidade. Un medio aínda máis cómodo é empregar unha pequena bomba que se adapta ao sifón *GHI*: entón pódese elevar a altura do mercurio tanto como se considere oportuno, sempre que non exceda as 28 polgadas.

Se o corpo combustible é moi inflamable, como ocorre co fósforo, préndeselle lume cun ferro dobrado *MN* (lám. IV, fig. 16), incandescente, que se pasa rapidamente por debaixo da campá; cando se pon en contacto co fósforo, este acéndese. Para os corpos menos combustibles, como o ferro, algúns outros metais, o carbón, etc., emprégase un pequeno fragmento de isca sobre o que se coloca un anaquiño de fósforo; préndeselle lume a este último, igualmente cun ferro curvado incandescente, e a inflamación comunícaselle primeiro á isca e logo ao corpo combustible.

No primeiro instante da combustión, o aire dilátase e o mercurio descende, pero, cando non se forma ningún fluído elástico como no caso da combustión do ferro e do fósforo, a absorción faise moi pronto ostensible e o mercurio sobe na campá a unha grande altura. En consecuencia, hai que procurar non queimar unha cantidade moi grande de corpo combustible nunha cantidade dada de aire, porque, de facelo, cara ao final da combustión, a cápsula aproximaríase demasiado á cúpula da campá, e a elevada calor podería ocasionar a súa fractura.

No capítulo II, apartados §V e §VI, xa comentei as operacións relativas á medida do volume dun gas e as correccións que hai que facer a este volume, segundo a altura do barómetro e o grao do termómetro; non engadirei nada máis a este respecto, porque o exemplo que citei na páxina 145, está sacado precisamente da combustión do fósforo.

O procedemento que veño de describir pode ser empregado con éxito na combustión de todas as substancias concretas, e mesmo para os aceites fixos. Estes últimos quéimanse en lámpadas que se acenden con bastante facilidade baixo a campá

por medio do fósforo, a isca e un ferro quente; pero este procedemento non está falto de riscos coas substancias que se vaporizan a un grao de calor moderado, tales como o éter, o espírito do viño e os aceites esenciais. Estas substancias volátiles dísolvense en grandes cantidades no gas osíxeno e, cando se lles prende lume, prodúcese unha detonación súbita que proxecta a campá a unha grande altura esnaquizándoa. Teño experimentado dúas destas detonacións, nas que os membros da Academia e máis eu cremos saír como vítimas. Esta maneira de operar ten, ademais, un grande inconveniente: alcanza para determinar con algunha exactitude a cantidade de gas osíxeno absorbido e a de ácido carbónico formado, pero estes produtos non son os únicos da combustión: en todos os casos nos que se opera con materias vexetais e animais, tamén se forma auga, porque todos conteñen hidróxeno en exceso, e o aparello que veño de describir non é quen de recollela nin de determinar a súa cantidade. Por último, mesmo para o ácido fosfórico, o experimento é incompleto, xa que, traballando así, non é posible demostrar que o peso do ácido é igual á suma dos pesos do fósforo e do gas osíxeno absorbido. Vinme, por tanto, na obriga de modificar, segundo os casos, os aparellos relativos á combustión e usar outros, de diferentes tipos, que vou describir sucesivamente, comezando polo destinado á combustión do fósforo.

Cóllese un gran balón de vidro branco ou de cristal *A* (lám. IV, fig. 4) no que a abertura *EF* debe ter de 2 1/2 a 3 polgadas de diámetro. Esta abertura recóbrese cunha placa de cobre amarelo ou latón, esmerilada e perforada por dous buratos para que pasen os tubos *xxx* e *yyy*.

Antes de pechar o balón coa súa placa, introdúcese no seu interior un soporte *BC* coroadado por unha cápsula de porcelana sobre a que se coloca o fósforo. Despois únese a placa de cobre ao balón en *EF* con masilla graxa que se recobre con tiras de lenzo embebidas en clara de ovo e tratadas con po de cal. Déixase secar durante varios días e despois pézase o conxunto

cunha boa balanza. Rematados estes preparativos, adáptase unha bomba pneumática ao tubo *xxx*, e faise o baleiro no balón; despois introdúcese o gas osíxeno polo tubo *yyy*, por medio do gasómetro representado na lámina VIII, figura 1, que describín no capítulo II, apartado §II. De seguido, préndese o fósforo cunha lente converxente⁹ e déixase queimar ata que a nube que se forma de ácido fosfórico concreto deteña a combustión. Entón quítase a masilla e pésase o balón. Este peso, unha vez deducida a tara, corresponde ao ácido fosfórico que contén. Para maior exactitude cómpre examinar o aire ou o gas contido no balón despois da combustión porque pode ser máis ou menos pesado ca o aire ordinario, e esta diferenza de peso debe ser considerada nos cálculos do experimento.

Os mesmos motivos que me levaron a construír un aparello particular para a combustión do fósforo, determinaron que fixera o mesmo para o carbono. Este aparello consiste nun pequeno forno cónico de cobre forxado, representado en perspectiva na lámina XII, figura 9, e visto interiormente na figura 11. Pódese distinguir o forno propiamente dito, *ABC*, onde se fai a combustión do carbón, a grella *de*, e o cinceiro *F*. No medio do forno hai un tubo, *GH*, polo que se introduce o carbón, e que serve ao mesmo tempo de cheminea para evacuar o aire utilizado na combustión.

O aire destinado a manter a combustión introdúcese por medio do tubo *lmn* que comunica co gasómetro; este aire difúndese pola cavidade do cinceiro *F*, e a presión que lle comunica o gasómetro obrígao a pasar a grella *de* e a soprar os carbóns que están enriba dela.

O gas osíxeno, que constitúe un 28% da composición do aire atmosférico, convértese, como é ben sabido, en gas ácido carbónico na combustión co carbón. Pola contra, o gas azote non muda de estado, polo que queda, despois da combustión, unha mestura de gas azote e de gas carbónico. Para dar saída a esta mestura,

⁹ Véx. nota 16 do cap. V da primeira parte [N. dos TT.].

adáptaselle á cheminea *GH* un tubo *op* que se parafusa en *G*, de maneira que non deixe escapar ningunha porción de aire. A mestura dos dous gases é conducida por medio do tubo ata uns recipientes cheos dunha disolución de potasa totalmente libre de ácido carbónico, a través da cal burbullan. O gas ácido carbónico é absorbido pola potasa, quedando soamente o gas azote que se recolle nun segundo gasómetro para determinar a súa cantidade.

Unha das dificultades que presenta o uso deste aparello é a de acender o carbón e iniciar a combustión: velaquí a maneira de conseguilo. Antes de encher de carbón o forno *ABC*, determínase o peso cunha boa balanza de maneira que esteamos seguros de non cometermos un erro de máis dun ou dous grans. De seguido introdúcese na cheminea *GH* o tubo *RS* (fig. 10), cuxo peso debe ser tamén ben determinado. Este tubo é oco e aberto polos dous extremos: o extremo *S* debe descender ata o fondo do forno, chegar ata a grella *de* e ocupala por enteiro. Só despois de o tubo *RS* estar colocado deste xeito, introdúcese o carbón no forno. Pénsase entón de novo para coñecer a cantidade de carbón introducida. Finalizadas estas operacións preliminares, colócase o forno no seu sitio, aparafúsase o tubo *lmn* (fig. 9) co que comunica co gasómetro, e o tubo *op* co que conduce aos recipientes cheos de potasa. Por último, no momento en que se queira comezar a combustión, ábrese a chave do gasómetro, e bótase un anaco de carbón acendido polo extremo *R* do tubo *RS*; este carbón cae sobre a grella, onde a corrente de aire o mantén acendido. Entón, retírase axiña o tubo *RS*, aparafúsase na cheminea o tubo *op* destinado á evacuación do aire, e continúaase a combustión. Para asegurar que verdadeiramente a combustión comezou e a operación saíu ben, colócase un tubo *qrs* provisto, no seu extremo, dun vidro selado con masilla, a través do cal pode verse se o carbón está acendido. Esquecíame indicar que este forno e as súas dependencias están somerxidos nunha especie de cubeta alongada *TVXY* (fig. 11), chea de auga e mesmo de xeo, co fin de diminuír tanto como se queira a calor da combustión. Por outro lado, esta calor nunca é

moi viva, pois a combustión está limitada polo aire que subministra o gasómetro, e porque só arde o carbón que se atopa en contacto directo coa grella. Consonte se consume unha molécula de carbón, cae outra debido á inclinación das paredes do forno, e entra en contacto coa corrente de aire que atravesa a grella entrando en ignición como a primeira.

En canto ao aire que serviu para a combustión, atravesa a masa de carbón que aínda non ardeu, e a presión exercida polo gasómetro obrígaos a escapar polo tubo *op* e atravesar os recipientes cheos de álcali.

Pódese ver que, nestes experimentos, tíranse todos os datos necesarios para obter unha análise completa do aire atmosférico e do carbón. En efecto, coñécese o peso do carbón e temos, por medio do gasómetro, a medida da cantidade de aire empregada na combustión; pódese determinar a cantidade e a calidade do que queda despois da combustión; tense o peso da cinza que se acumulou no cinceiro; por último, o incremento de peso dos recipientes que conteñen o licor de potasa dá a cantidade de ácido carbónico que se ten formado. Asemade, por medio desta operación, pode coñecerse con moita precisión a proporción de carbono e osíxeno que compoñen este ácido.

Nas *Mémoires de l'Académie* darei conta dos experimentos que teño iniciado con este aparello sobre todos os carbóns vexetais e animais. Non é difícil percibir que, con moi poucos cambios, pode facerse unha máquina axeitada para observar os principais fenómenos da respiración.

§ II

DA COMBUSTIÓN DOS ACEITES

Ao ser o carbón unha substancia simple, polo menos cando está puro, o aparello destinado a queimalo non podía ser moi complicado. Todo se reducía a subministrarlle o gas osíxeno

necesario para a súa combustión, e a separar de seguido, xunto co gas azote, o ácido carbónico que se tiña formado. Os aceites son máis compostos ca o carbón, xa que resultan da combinación de, polo menos, dous principios: o carbono e o hidróxeno; en consecuencia, despois de queimalos en aire común, queda auga, gas ácido carbónico e gas azote. O aparello que se empregue para tales experimentos debe ter por obxecto separar e recoller estas tres clases de produtos.

Para queimar os aceites, sírnome dun gran recipiente *A* representado na lámina XII, figura 4, e da súa tapadeira (fig. 5). Este recipiente ten unha abrazadeira de ferro *BCDE*, que se aplica exactamente en *DE*, e que está solidamente selada con masilla. Esta abrazadeira colle un maior diámetro en *BC*, e deixa entre ela e as paredes do recipiente un espazo ou canle *xxxx*, que se enche con mercurio. Pola súa parte, a tapadeira representada na figura 5, ten en *fg* unha abrazadeira de ferro que axusta na canle *xxxx* do recipiente e que se somerxe no mercurio. Deste xeito, o recipiente *A* péchase nun instante hermeticamente sen masilla, e como a canle pode conter unha altura de mercurio de dúas polgadas, o aire contido no recipiente pódese someter a unha presión de máis de 2 pés de auga sen risco de que venza a resistencia do mercurio.

A tapadeira da figura 5 está perforada por catro buratos destinados a dar paso a un número igual de tubos. A abertura *T* está fornecida dunha caixa de coiro¹⁰, a través da cal debe pasar a variña representada na figura 3. Esta variña está destinada a subir ou a baixar a mecha da lámpada, como explicarei despois; os outros tres buratos *h*, *i*, *k*, serven, o primeiro, para que pase o tubo que debe conducir o aceite, o segundo, para que pase o que debe levar o aire ata a lámpada co fin manter a combus-

¹⁰ O termo, *boît à cuir* no orixinal, debe entenderse neste contexto como un dispositivo de coiro engraxado que, situado ao redor dunha variña ou dun eixo, impide o intercambio de fluídos entre o recipiente que pecha e o exterior (*Encyclopédie des Gens du Monde*, Paris, Librairie de Treuttel et Würtz, Tome Triosième, p. 644, 1834) [N. dos TT.].

tión, e o terceiro, para o paso do tubo que debe dar saída a este mesmo aire cando xa se usou nesta combustión.

A lámpada destinada a queimar o aceite no recipiente está representada, por separado, na figura 2 da mesma lámina; pódese ver alí o depósito de aceite *a* cunha especie de embude a través do que se enche, o sifón *bcdefgh* que subministra o aceite á lámpada e o tubo 7, 8, 9, 10 que leva o aire do gasómetro á mesma lámpada.

O tubo *bc*, perforado na súa parte inferior *b*, aparafúsase nunha rosca que está na tapadeira do depósito *a*; deste xeito, xirando o depósito, pódese facer subir ou baixar e levar o aceite á lámpada ata o nivel que se xulgue axeitado.

Cando se quere encher o sifón e establecer a comunicación entre o aceite do depósito *a* e o da lámpada *II*, péchase primeiro a chave *c*, ábrese a *e*, e bótase o aceite pola abertura *f*, que se atopa na parte alta do sifón. Cando se ve aparecer o aceite na lámpada *II* a un nivel axeitado, é dicir, a tres ou catro liñas do bordo, péchase a chave *k*, e continúaase botando aceite pola abertura *e*¹¹ para encher a rama *bcd*. Cando estea chea, péchase a chave *f*¹² e entón as dúas ramas do sifón están cheas de aceite sen interrupción, quedando establecida a comunicación entre o depósito e a lámpada.

A figura 1 da mesma lámina XII, representa un corte da lámpada agrandado para facer os detalles máis ostensibles e perceptibles. Pódese observar o tubo *ik*, que transporta o aceite; o espazo *aaaa* que ocupa a mecha; o tubo 9 e 10 que leva o aire ata a lámpada; este aire expándese na cavidade *dddddd*, logo redistribúese polas canles *cccc* e *bbbb*, por dentro e por fóra da mecha, á maneira das lámpadas de Argand, Quinquet e Lange.

Para facilitar o coñecemento do conxunto deste aparello, e para que a súa descrición faga máis intelixible a de todos os

¹¹ *Síc.* Cremos que é erro por *f* [N. dos TT.].

¹² *Síc.* Cremos que é erro por *e* [N. dos TT.].

demais do mesmo tipo, represéntase por enteiro en perspectiva na lámina XI. Pode verse nela o gasómetro *P*, que subministra o aire; o tubo regulador *1* e *2*, polo que sae, e que está provisto dunha chave; o tubo *2* e *3* que comunica este primeiro gasómetro cun segundo, que se enche mentres o primeiro se baleira para que a emisión de aire se faga sen interrupción durante todo o tempo que dure a operación; o tubo de vidro *4* e *5*, provisto dun sal delicuescente en anacos moderadamente grosos, co fin de que o aire, ao se distribuír nos intersticios, deposite unha gran parte da auga que contén disolvida. Como se coñece o peso do tubo e o do sal delicuescente que contén, é doado coñecer a cantidade de auga que absorbeu.

Dende o tubo *4* e *5*, que denominarei tubo delicuescente, o aire é conducido ata a lámpada *11* polo tubo *5*, *6*, *7*, *8*, *9*, *10*. Alí divídese e unha parte vai alimentar a chama desde fóra e a outra desde dentro, á maneira das lámpadas de Argand, Quinquet e Lange. Este aire, do que unha parte serviu así para a combustión do aceite, forma con el, ao osixenalo, gas ácido carbónico e auga. Unha parte desta auga condénsase sobre as paredes do recipiente *A*; outra parte disólvese no aire debido á calor da combustión; pero ese aire, que é empurrado pola presión que recibe do gasómetro, vese obrigado a pasar polo tubo *12*, *13*, *14*, e *15*, desde onde vai ata o recipiente *16* e o serpentín *17* e *18*, onde a auga remata por condensar conforme o aire arrefría. Finalmente, se algunha auga quedara aínda disolvida no aire, sería absorbida polo sal delicuescente contido no tubo *19* e *20*.

Todas as precaucións que veño de indicar teñen por obxectivo recoller a auga que se formou e determinar a súa cantidade; queda logo por avaliar o ácido carbónico e o gas azote. Isto conséguese por medio dos recipientes *22* e *25*, que están cheos ata a metade con potasa en licor, desprovista, por medio de cal, de ácido carbónico. O aire que serviu para a combustión é conducido ata alí polos tubos *20*, *21*, *23* e *24*, depositando o

gas carbónico que contén. Para simplificar, nesta figura só se representaron dous recipientes cheos de potasa en licor, pero son necesarios moitos máis e penso que non se poden empregar menos de nove. É bo poñer no último auga de cal, que é o reactivo máis seguro e sensible para recoñecer o ácido carbónico: se non se enturba, podemos estar seguros que non queda gas ácido carbónico no aire, polo menos en cantidade apreciable.

Non hai que crer que o aire da combustión, unha vez que pasa a través dos nove recipientes, só contén gas azote, xa que se atopa aínda mesturado cunha gran cantidade de gas osíxeno que escapou á combustión. É necesario facer pasar esa mestura a través do sal delicuescente contido no tubo de vidro 28 e 29, co fin de quitarlle as porcións de auga que puidese ter disolvido ao atravesar os frascos de potasa e de auga de cal. Finalmente, lévase o residuo de aire ata un gasómetro por medio do tubo 29 e 30, determinando a cantidade, e tómanse mostras ás que se lles fai o ensaio do sulfuro de potasa, co fin de saber a proporción de gas osíxeno e gas azote que conteñen.

Sábese que, nas combustións dos aceites, a mesma mecha se carboniza ao cabo dun certo tempo, e que se obstrúe. Ademais, a mecha ten que ter unha lonxitude determinada que non debe superarse, para que non suba polos seus tubos capilares máis aceite do que a corrente de aire pode consumir, e a lámpada fumegue. Resulta, pois necesario, que se poida alongar ou acurtar a mecha desde fóra sen abrir o aparello: isto é o que se consegue por medio da variña 31, 32, 33 e 34, que pasa a través dunha caixa de coiro e que serve como portamechas. A esta variña déuselle un movemento moi suave por medio dun piñón que engrena nunha cremalleira. Pode verse representada de maneira independente cos seus accesorios na lámina XII, figura 3.

Pareceume tamén que a combustión ía mellor de arrodearse a lapa da lámpada cunha pequena cuberta de vidro aberta polos dous extremos. A lámina XI recolle esta cuberta ocupando a súa posición.

Non entrarei en máis detalles sobre a construción deste aparello, que se pode cambiar e modificar de diferentes maneiras. Contentareime con engadir que, cando se vai operar, comézase por pesar a lámpada co seu depósito e o aceite que contén; colócase no seu sitio e acéndese; despois de dar o aire abrindo a chave do gasómetro, colócase o recipiente *A*, que se suxeita por medio dunha pequena prancha *BC* sobre a que repousa, e de dúas variñas de ferro que a atravesan e que se aparafusan á tapadeira. Operando desta maneira, quémase un pouco de aceite mentres se axusta o recipiente á tapadeira e se perde o produto; tamén hai unha pequena porción de aire que se escapa do gasómetro e que non se pode recoller; pero estas cantidades son pouco importantes nos experimentos a grande escala, e son ademais susceptibles de seren avaliadas.

Darei conta, nas *Mémoires de l'Académie*, das dificultades particulares asociadas con este tipo de experimentos e dos medios para superalas. Estas dificultades son tales que aínda non fun quen de obter resultados rigorosamente exactos no que respecta ás cantidades. Ben certo é que teño a proba de que os aceites fixos se resolven completamente en auga e en ácido carbónico, e que están compostos de hidróxeno e carbono, pero non sei nada seguro sobre as proporcións.

§ III

DA COMBUSTIÓN DO ESPÍRITO DO VIÑO OU ALCOL

A combustión do alcol pode facerse, en rigor, no aparello descrito anteriormente para a combustión do carbono e do fósforo. Colócase baixo unha campá *A* (lám. IV, fig. 3) unha lámpada chea de alcol; ponse na mecha un anaco de fósforo, e acéndese cun ferro dobrado que se pasa por debaixo da campá; esta maneira de actuar ten, sen embargo, moitos inconvenientes. En primeiro lugar, sería imprudente empregar gas osíxeno polo

perigo de que se produza unha detonación; mesmo non está enteiramente exenta de risco a utilización de aire atmosférico, como puiden comprobar nunha proba que fixen en presenza dalgúns membros da Academia, que puido ter un funesto resultado para eles e para min. No canto de preparar o experimento no mesmo momento de realizalo, como acostumaba facer, prepareino a véspera. Porén, o aire atmosférico contido na campá tivera tempo de disolver o alcol; a vaporización do mesmo foi favorecida ademais por ter elevado a altura da columna de mercurio ata *EF* (lám. IV, fig. 3). En consecuencia, no momento no que quixen acender o anaquiño de fósforo e a lámpada co ferro incandescente, produciuse unha violenta detonación, que lanzou a campá contra o chan do laboratorio escachándoa en mil anacos. Esta imposibilidade de operar en gas osíxeno implica que non se poden queimar por este medio máis ca moi pequenas cantidades de alcol, por exemplo, de 10 a 12 grans, e os erros que se poden cometer con tan pequenas cantidades non permiten ter confianza algunha sobre os resultados. Nos experimentos dos que xa din conta á Academia (ver *Mémoires de l'Académie*, ano 1784, p. 593), intentei prolongar a duración da combustión acendendo a lámpada de alcol en aire ordinario, e volvendo a subministrar osíxeno baixo a campá consonte se ía consumindo, pero o gas ácido carbónico que se forma obstaculiza a combustión, sobre todo porque o alcol é pouco combustible e quémase dificilmente nun aire peor ca o aire común; polo tanto, só se poden queimar desta maneira moi pequenas cantidades de alcol.

Quizais esta combustión teña éxito no aparello representado na lámina XI; pero non fun quen de intentalo. O recipiente A, onde se fai a combustión, ten aproximadamente 1.400 polgadas cúbicas de capacidade, e de producirse unha detonación nun recipiente tan grande, tería unhas consecuencias terribles, das que sería difícil resgardarse. Non obstante, non renuncio a intentalo.

Como consecuencia destas dificultades, ata o momento limíteime a facer experimentos sobre o alcol a moi pequena escala, ou ben a combustións feitas en recipientes abertos, como no aparello representado na lámina IX, figura 5, que describirei no apartado § V deste capítulo.

Retomarei noutro momento a continuación deste traballo se consigo, polo menos, superar os atrancos que se me presentaron ata o de agora.

§ IV DA COMBUSTIÓN DO ÉTER

A combustión do éter en recipientes pechados non comporta precisamente as mesmas dificultades ca a do alcol, pero presenta outras, doutro tipo, non menos difíciles de vencer, que me teñen freado nestes momentos.

Para levar a cabo esta combustión, crin poder aproveitar a propiedade do éter de se disolver no aire atmosférico e de facelo inflamable sen detonación. Con esa idea, fixen construír un depósito de éter *abcd* (lám. XII, fig. 8), ata onde o tubo *1, 2, 3, 4* conduce o aire do gasómetro. Este aire repártese, primeiramente, no dobre fondo practicado na parte superior *ac* do depósito. Alí distribúese por sete tubos descendentes *ef, gh, ik, etc.*, e a presión que recibe do gasómetro obríga a burbullar a través do éter contido no recipiente *abcd*.

Conforme o éter vai sendo disolvido e transportado polo aire, pódese repoñer no depósito *abcd* por medio dun depósito complementario *E*, soportado por un tubo de cobre *op* de 15 a 18 polgadas de altura, e que se pecha cunha chave. Vinme na obriga de darlle a este tubo unha altura bastante grande, co fin de que o éter contido no frasco *E* puidera vencer a resistencia derivada da presión exercida polo gasómetro.

O aire, así cargado de vapores de éter, é recollido polo tubo 5 6, 7, 8, 9, e conducido ata o recipiente *A*, de onde escapa a través dunha embocadura moi fina, no extremo da cal se acende. Este mesmo aire, despois de servir para a combustión, pasa polo frasco 16, lámina XI, polo serpentín 17 e 18, e polo tubo delicuescente, onde deposita a auga que transporta; o gas ácido carbónico é absorbido despois polo álcali contido nos frascos 22 e 25.

Cando fixen construír este aparello, supoñía que a combinación de aire atmosférico e éter que acontece no depósito *abcd* (lám. XII, fig. 8) estaba na proporción axeitada para a combustión, pero trabucábame: hai un exceso de éter moi considerable e, en consecuencia, é necesaria unha nova combinación de aire atmosférico para realizar a combustión total. Como resultado, unha lámpada construída desta maneira arde no aire ordinario que lle subministra a cantidade de osíxeno necesario para a combustión, pero non pode arder en recipientes onde o aire non se renova. Polo tanto, a lámpada apágase ao pouco de estar pechada no recipiente *A* (lám. XII, fig. 8). Para remediar este inconveniente, tratei de levar o aire atmosférico ata a lámpada por medio dun tubo lateral 10, 11, 12, 13, 14, 15, distribuíndoo circularmente arredor da mecha, pero, por máis lixeira que fose a corrente de aire, a chama movíase tanto, adheríase tan pouco á mecha, que era suficiente para apagala, de sorte que aínda non conseguín facer a combustión do éter. Non desespero, non obstante, de poder conseguilo mercé a certos cambios que mandei facer neste aparello.

§ V

DA COMBUSTIÓN DO GAS HIDRÓXENO E DA FORMACIÓN DA AUGA

A formación da auga ten a particularidade de que as dúas substancias que a compoñen, o osíxeno e o hidróxeno, están ambas en estado aeriforme antes da combustión e se transforman, como resultado da mesma, nunha substancia líquida que é a auga.

Polo tanto, esta combustión sería moi sinxela e non esixiría aparellos moi complicados de ser posible conseguir gas osíxeno e gas hidróxeno perfectamente puros e combustibles sen residuo algún. Poderíase, daquela, operar en recipientes moi pequenos e, subministrando continuamente os dous gases en proporción axeitada, a combustión continuaría indefinidamente. Pero, ata o de agora, os químicos só empregaron gas osíxeno mesturado con gas azote. Como resultado, só se puido manter durante un tempo limitado, e moi curto, a combustión do gas hidróxeno en recipientes pechados xa que, en efecto, o incremento continuo do gas azote debilita a chama e remata por extingui-la. Este inconveniente é tanto maior canto menos puro sexa o gas osíxeno empregado, polo que resulta necesario, ou ben deter a combustión e optar por traballar só con pequenas cantidades, ou ben volver facer o baleiro para desembarazarse do gas azote. Non obstante, neste último caso vaporízase unha porción da auga formada, orixinándose un erro tanto máis perigoso canto que non hai forma de estimalo.

Estas reflexións lévanme a desexar poder repetir algún día os principais experimentos da química pneumática con gas osíxeno absolutamente desprovisto de calquera mestura de gas azote, e a sal muriática osixenada de potasa permite facelo. O gas osíxeno que proporciona parece conter azote só accidentalmente, de maneira que, tomando certas precaucións, poderase obter perfectamente puro. Á espera de que poida retomar estes experimentos, velaquí o aparello que empregamos, o Sr. Meusnier e máis eu, para a combustión do gas hidróxeno. Non será necesario cambiar nada nel cando se consigan gases puros; se acaso, poderase diminuir a capacidade do recipiente onde se fai a combustión.

Collín un matraz ou balón *A*, de abertura ampla (lám. IV, fig. 5), e adapteille unha platina *BC* que levaba soldado un cilindro oco de cobre, *gFD*, pechado pola parte superior, ao que viñan confluír tres tubos. O primeiro *dDd'*, remataba en *d'* nunha abertura moi pequena, que apenas deixaba pasar unha agulla fina,

e comunicaba co gasómetro representado na lámina VIII, figura 1, que estaba cheo de gas hidróxeno. O tubo oposto, *gg*, comunicaba con outro gasómetro semellante, cheo de gas osíxeno. O terceiro tubo, *Hh*, adaptábase a unha máquina pneumática, por medio da cal se podía facer o baleiro no balón *A*. Finalmente, a platina *BC* estaba perforada por un burato provisto dun tubo de vidro, a través do que pasaba un fío de metal *gL*, no extremo do cal se adaptara unha boliña de cobre *L*, co fin de poder mandar unha chispa eléctrica de *L* a *d'* e así acender o gas hidróxeno transportado polo tubo *dDd'*.

Para que os dous gases chegaran tan secos como fose posible, enchéronse dous tubos, *MM* e *NN*, de aproximadamente unha polgada e media de diámetro e 1 pé de lonxitude, con potasa concreta ben desprovista de ácido carbónico e fragmentada en anacos bastante grandes para o gas poder pasar libremente polos intersticios. Posteriormente puideron comprobar, que o muriato ou o nitrato de cal ben secos e en po grosso, son preferibles á potasa, e que lle quitan máis auga a unha cantidade determinada de aire.

Para operar con este aparello, empézase por facer o baleiro no balón *A* por medio da bomba pneumática adaptada ao tubo *FHh*, e despois introdúcese o gas osíxeno xirando a chave *r* do tubo *gg*. A medida do limbo do gasómetro antes e despois de introducir o gas, indica a cantidade deste que ten entrado no balón. Ábrese seguidamente a chave *s* do tubo *dDd'* co fin de que entre o gas hidróxeno e, inmediatamente, préndese lume facendo pasar unha chispa desde a boliña *L* ata o extremo *d'* do tubo polo que circula o gas hidróxeno, ben sexa empregando unha máquina eléctrica ou utilizando unha botella de Leyde. Para que a combustión non sexa demasiado lenta nin demasiado rápida, é preciso que o gas hidróxeno chegue cunha presión dunha polgada e media a dúas polgadas de auga, e que o gas osíxeno, polo contrario, chegue con non máis de tres liñas de presión.

Unha vez iniciada deste xeito, a combustión continúa, pero vaise debilitando consonte aumenta a cantidade de gas azote

que queda da queima dos dous gases. E chega finalmente un momento no que a proporción de gas azote é tal, que a combustión non pode continuar, e entón a chama extínguense. Hai que procurar evitar esta extinción espontánea, porque se se produce unha maior presión no depósito de gas hidróxeno ca no do gas osíxeno, mesturaríanse os dous no balón, e esta mestura pasaría axiña ao depósito de gas osíxeno. Polo tanto, hai que parar a combustión pechando a chave do tubo *dDd'* tan pronto se note que a chama se debilita ata un certo punto, e poñer moita atención para non deixarnos sorprenden.

A unha primeira combustión feita deste xeito, pódelle seguir unha segunda, unha terceira, etc. Faise de novo o baleiro, como a primeira vez, échese o balón de gas osíxeno, ábrese a chave do tubo polo que se introduce o gas hidróxeno, e préndese lume cunha chispa eléctrica.

Durante todas estas operacións, a auga que se forma condensa sobre as paredes do balón e escorre por todas partes ata xuntarse no fondo, sendo fácil determinar o seu peso cando se coñece o peso do balón. O Sr. Meusnier e máis eu daremos conta, algún día, dos detalles do experimento feito con este aparello nos meses de xaneiro e febreiro de 1785, en presenza de gran parte dos membros da Academia. Tomamos tal cantidade de precaucións, que temos razóns para pensar que foi exacto. Segundo os resultados obtidos, 100 partes de auga en peso están compostas de 85 de osíxeno e 15 de hidróxeno.

Aínda hai outro aparello para a combustión, co que non se poden facer experimentos tan exactos coma cos precedentes, pero que facilita un resultado moi sorprendente e axeitado para ser presentado nos cursos de física e química. Consiste nun serpentín *EF* (lám. IX, fig. 5), pechado nun recipiente metálico *ABCD*. Na parte superior *E* do tubo deste serpentín, adáptase unha cheminea *GH* formada por un dobre tubo; e dicir, a continuación do serpentín e un tubo de folla de lata que o arrodea. Estes dous tubos deixan entre eles un intervalo de máis ou menos unha polgada, que se enche con area.

No extremo inferior do tubo interior K adáptase un tubo de vidro e , por debaixo, unha lámpada de espírito do viño, LM , tipo Quinquet.

Así preparadas as cousas, e coa cantidade de alcol contido na lámpada ben determinada, préndeselle lume. A auga que se forma durante a combustión do alcol sobe polo tubo KE , condensa no serpentín contido no recipiente $ABCD$, e sae como auga líquida polo extremo do tubo F , de onde se recolle no frasco P .

A dobre envoltura GH serve para evitar que o tubo arrefría na súa parte ascendente e que a auga condense alí, descendendo ao longo do tubo sen poder determinarse a súa cantidade; ademais, poderían caer algunhas gotas sobre a mecha que rematarían por apagala. Polo tanto, a finalidade deste aparello non é outra ca manter sempre quente toda a parte GH , á que denomino cheminea e, pola contra, manter sempre fría a parte que forma o serpentín propiamente dito, de maneira que a auga estea sempre en estado de vapor na parte ascendente e que condense tan pronto chegue á parte descendente. Este aparello ten sido ideado polo Sr. Meusnier e eu fixen unha descrición do mesmo nas *Mémoires de l'Académie* do ano 1784, nas páxinas 593 e 594. Traballando con precaución, é dicir, mantendo a auga que arrodea ao serpentín sempre fría, pódense tirar cerca de 17 onzas de auga da combustión de 16 onzas de espírito do viño ou alcol.

§ VI

DA OXIDACIÓN DOS METAIS

O nome de calcinación ou oxidación designa, principalmente, unha operación na que os metais, expostos a un certo grao de calor, se converte en óxidos absorbendo osíxeno do aire. Esta combinación ocorre porque o osíxeno ten máis afinidade polos metais ca polo calórico, cando menos a un certo grao de temperatura. En consecuencia, o calórico queda libre e despréndese;

pero como a operación, cando se fai en aire común, é progresiva e lenta, o desprendemento de calórico é pouco sensible. Non acontece o mesmo cando a calcinación se realiza en gas osíxeno; entón transcorre dun xeito moito máis rápido, e vai frecuentemente acompañada de calor e luz, de sorte que non se pode dubidar seren as substancias metálicas verdadeiros corpos combustibles.

Os metais non teñen todos o mesmo grao de afinidade polo osíxeno. Por exemplo, o ouro e a prata, ou mesmo o platino, non poden quitarlle o calórico calquera que sexa o grao de calor ao que se atopen. En canto aos outros metais, collen unha cantidade maior ou menor de osíxeno e, en xeral, absórbeno ata que este principio estea en equilibrio entre a forza do calórico que o retén, e a do metal que o atrae. Este equilibrio é unha lei xeral da natureza en todas as combinacións.

Nas operacións da docimasia¹³ e en todas as relacionadas coas artes, a oxidación do metal acelérase dándolle libre acceso ao aire exterior. Ás veces mesmo se engade a acción dun fol cuxa corrente se dirixe sobre a superficie do metal. A operación é aínda máis rápida se insuflamos gas osíxeno, cousa que é doado facer coa axuda do gasómetro que describín anteriormente (ver páxina 354). Nese caso, o metal arde con chama, e a oxidación está rematada nalgúns instantes, pero este último procedemento só se pode empregar a moi pequena escala, xa que o gas osíxeno é caro.

Nos ensaios das minas e, en xeral, en todas as operacións ordinarias dos laboratorios, acostúmase calcinar ou oxidar os metais sobre un prato ou pratiño de terra cocida (lám. IV, fig. 6), que se coloca nun bo forno; estes pratos ou pratiños chámanse *copelas para calcinar*¹⁴. De cando en vez remóvese o material que se quere calcinar, co obxecto de renovar as superficies.

¹³ Véx. nota 31, cap. XVI, primeira parte [N. dos TT.].

¹⁴ No orixinal *têts à rotir*. A copela é, *stricto sensu*, un vaso en forma de copa sen pé ou prato fondo no que os ourives ensaian e purifican os minerais de ouro e prata [N. dos TT.].

Sempre que se opere sobre unha substancia metálica non volátil e non se disipe nada durante a operación, hai un aumento de peso do metal. Pero os experimentos feitos así, ao aire libre, nunca nos terían permitido descubrir a causa do aumento de peso dos metais durante a oxidación. Só cando se empezou a traballar en recipientes pechados e en cantidades determinadas de aire, se abriu o camiño para descubrir as causas deste fenómeno. Un primeiro procedemento, que debemos ao Sr. Priestley, consiste en poñer o metal que nos propoñemos calcinar nunha cápsula de porcelana *N* (lám. IV, fig. 11) colocada nun soporte un pouco elevado *IK*; en recubrilo cunha campá de cristal *A* somerxida nun baño cheo de auga *BCDE* e elevar a auga ata *GH* succionando o aire da campá cun sifón que se pasa por debaixo da mesma; en facer incidir sobre o metal, de seguido, o foco dunha lente converxente. A oxidación acontece nalgúns minutos: unha parte do osíxeno contido no aire combinase co metal, prodúcese unha diminución proporcional no volume de aire e só queda gas azote, aínda que mesturado cunha pequena cantidade de gas osíxeno. Os detalles dos experimentos que fixen con este aparello, expúxenos nos meus *Opuscules physiques et chimiques*¹⁵ impresos en 1773, páxinas 283, 284, 285 e 286. O mercurio pode substituír á auga, e así o experimento resulta máis concluínte.

Outro procedemento, os resultados do cal expuxen nas *Mémoires de l'Académie* do ano 1774, páxina 361, e cuxa idea inicial se debe a Boyle, consiste en introducir o metal sobre o que se quere operar nunha retorta *A* (lám. III, fig. 20), da que se estira o colo e pecha hermeticamente en *C* por medio dunha lámpada. A continuación oxídase o metal, mantendo a retorta sobre un lume de carbón e quentando con precaución. O peso do recipiente e das materias que contén non se modifica mentres non rompa o

¹⁵ A.L. Lavoisier, *Opuscules physiques et chimiques*, Durand, Didot, Esprit, Paris, 1774. A discrepancia cronolóxica (Lavoisier di que se imprimiu un ano antes) débese, probablemente, a que o autor presentou o libro na Academia a finais de 1773, quen emitiu un informe favorable o 7 de decembro do mesmo ano. Os exemplares de cortesía para os amigos foron remitidos cunha carta con data 15 de xaneiro de 1774, o que quere dicir que o libro estaba xa impreso a finais de 1773. Non obstante, a data que figura na obra é 1774 [N. dos TT.].

extremo *C* do pico da retorta, pero tan pronto se lle subministra ao aire exterior un burato para entrar, faíno cun asubío.

Esta operación sería perigosa de pecharse a retorta hermeticamente antes de facer saír unha parte do aire que contén, porque a dilatación ocasionada polo calor podería facer estalar o recipiente, con risco para os que o manipularan ou estivesen na súa volta. Para previr este perigo, debe quentarse a retorta antes de a selar ca lámpada, e facer saír unha porción de aire que se recolle baixo unha campá no aparello pneumato-químico, co fin de poder determinar a súa cantidade.

Non puiden multiplicar estes experimentos de oxidación tanto como sería o meu desexo, e non obtiven resultados satisfactorios nada máis que co estaño; co chumbo non tiveron éxito. Sería desexable que alguén quixese retomar este traballo e intentar a oxidación en diferentes gases: penso que sería ben recompensado por afrontar as penalidades que implican estes experimentos.

Sendo todos os óxidos de mercurio susceptibles de se revivificaren sen adición algunha¹⁶, e de restituíren no seu estado de pureza o osíxeno que absorberon, ningún metal resultaba máis axeitado para se converter no suxeito de experimentos moi concluíntes sobre a calcinación e a oxidación dos metais. Para levar a cabo a oxidación do mercurio en recipientes pechados, intentei inicialmente encher unha retorta de gas osíxeno, introducir nela unha pequena porción de mercurio e adaptar ao seu colo unha vexiga medio chea de osíxeno, como se pode ver na lámina IV, figura 12. Despois quentei o mercurio da retorta e, continuando durante moito tempo a operación, conseguín oxidar unha pequena porción e formar o óxido vermello que nadaba na superficie do metal. Pero a cantidade de mercurio que conseguín oxidar desta maneira era tan pequena, que o menor erro cometido na determinación das cantidades de gas osíxeno antes e despois

¹⁶ O autor refírese, ao empregar o termo "revivificación", á posibilidade de transformar o óxido en metal quentando, sen engadir ningún reactivo (ver máis adiante [N. dos TT.]).

da oxidación, tería proxectado unha grande incerteza nos meus resultados. Ademais preocupábame, e non sen razón, que tivera escapado aire a través dos poros da vexiga, sobre todo porque se reseca no transcurso da operación debido á calor do forno no que se opera, non sendo que se recubra con lenzos sempre húmidos.

Trabállase de forma máis segura co aparello representado na lámina IV, figura 2 (véxanse as *Mémoires de l'Académie* do ano 1775, p. 580). Consiste nunha retorta *A*, no pico da cal se solda, coa lámpada de esmaltar, un tubo de vidro dobrado *BCDE*, de 10 a 12 liñas de diámetro, que se pasa por debaixo dunha campá *FG* invertida e colocada nun baño cheo de auga ou de mercurio. Esta retorta púsase sobre as barras dun forno *MMNN*, aínda que tamén se pode empregar un baño de area. Por medio deste aparello, conséguese oxidar, ao cabo dalgúns días, un pouco de mercurio en aire ordinario, e obter algo de óxido vermello que queda nadando na superficie; mesmo podemos xuntalo, revivificalo e comparar as cantidades de gas obtidas, coa absorción que tivo lugar durante a calcinación (véxase, na páxina 130, os detalles que dei sobre este experimento); pero, ao non poder facer esta operación máis ca a pequena escala, sempre subsiste a incerteza sobre as cantidades.

Debo mencionar aquí a combustión do ferro en gas osíxeno por ser unha verdadeira oxidación. O aparello que emprega o Sr. Ingenhousz para esta operación está representado na lámina IV, figura 17. Xa dei a súa descrición na páxina 134, a onde remito ao lector.

Tamén se pode queimar e oxidar o ferro baixo campás de vidro cheas de gas osíxeno, do mesmo xeito que se queima fósforo ou carbón. Para esta operación emprégase, igualmente, o aparello representado na lámina IV, figura 3, que xa describín na páxina 134. Neste experimento, como na combustión, hai que fixar, nun dos extremos do fío de ferro ou das labras de ferro que se queren queimar, un anaco de isca e un chisco de fósforo: o ferro quente que se pasa debaixo da campá prende o fósforo, este prende a isca, e a inflamación transmítese ao ferro. O Sr.

Ingenhousz aprendeunos que se poden queimar ou oxidar, da mesma maneira, todos os metais, coa excepción do ouro, a prata e o mercurio. Só hai que dispoñer destes metais en forma de fíos moi finos ou de follas delgadas cortadas en tiras, envolvelos con fío de ferro, e este metal comunícalle aos outros a propiedade de se inflamar e se oxidar.

Rematamos de ver como apenas se conseguen oxidar moi pequenas cantidades de mercurio en recipientes pechados e en volumes limitados de aire; mesmo ao aire libre, este metal soamente se pode oxidar con moito esforzo. Nos laboratorios, para facer esta operación, emprégase habitualmente un matraz *A* (lám. IV, fig. 10), de fondo moi plano, que ten un colo *BC* moi alongado e que remata nunha moi pequena abertura: este recipiente recibe o nome de *inferno de Boyle*. Introdúcese nel o mercurio suficiente como para cubrir o fondo, e colócase sobre un baño de area que se mantén a un grao de calor moi próximo ao do mercurio en ebulición. Continuando deste xeito durante varios meses con cinco ou seis destes matraces, e renovando de cando en vez o mercurio, conséguense obter algunhas onzas deste óxido.

Este aparello ten o grande inconveniente de que o aire non se renova o suficiente; por outro lado, se ao aire exterior se lle dera unha circulación demasiado libre, arrastraría canda el o mercurio en disolución e, ao cabo dalgúns días, non habería ningún no recipiente. Como de todos os experimentos que se poden facer sobre a oxidación dos metais, os relativos ao mercurio son os máis concluíntes, sería desexable que se puidera idear un aparello simple que permitira demostrar, en cursos públicos, esta oxidación e os resultados que nela se obteñen. Semella podermos chegar a facelo por medios análogos aos que describín para a combustión dos aceites e o carbón, pero non puiden, de momento, volver sobre este tipo de experimentos.

Como xa dixen, o óxido de mercurio revivifícase sen adición: é suficiente con quentalo ata un grao de calor de lixeira incandescencia. O osíxeno, a ese grao, ten máis afinidade co calórico que co mercurio, e forma gas osíxeno; pero este gas

atópase sempre mesturado cun pouco de gas azote, o que pon de manifesto que o mercurio absorbe unha pequena porción del durante a súa oxidación. Tamén contén case sempre un pouco de gas ácido carbónico, o que sen dúbida debe atribuírse ás impurezas presentes, que se carbonizan e que converten despois unha porción do gas osíxeno en ácido carbónico.

De vérense os químicos reducidos a tirar todo o gas osíxeno que empregan no seus experimentos do óxido de mercurio, conseguido por vía da calcinación, o custo excesivo desta preparación faría absolutamente impracticables os experimentos a grande escala. Pero pódese tamén osixenar o mercurio con ácido nítrico, e obtense así un óxido vermello máis puro ca o que se prepara pola vía da calcinación. Atopámolo no comercio xa preparado e a un prezo moderado, debéndose escoller, con preferencia, aquel que se atopa en anacos sólidos e formado por láminas suaves ao tacto que se manteñen unidas. O que está en po atópase algunhas veces mesturado con óxido vermello de chumbo, o que non parece acontecer co que se vende en anacos. Eu mesmo intentei algunha vez preparar este óxido con ácido nítrico: feita a disolución do metal, evaporei ata sequidade e calcinei o sal en retortas ou en cápsulas feitas con fragmentos de matraces cortados polo método que xa comentei, pero nunca fun quen de obtelo tan bo coma o do comercio. Creo que o traen de Holanda.

Para obter o gas osíxeno do óxido de mercurio acostumo servirme dunha retorta de porcelana á que lle adapto un longo tubo de vidro que se mete debaixo das campás do aparello pneumato-químico de auga. No extremo do tubo colócase un recipiente mergullado na auga, no que se vai xuntando o mercurio conforme se revivifica. O gas osíxeno comeza a pasar só cando a retorta se atopa incandescente. É un principio xeral, ben establecido polo Sr. Berthollet, que unha calor escura non é suficiente para formar gas osíxeno; fai falta luz, o que parece demostrar que a luz é un dos seus principios constituíntes. Na revivificación do óxido vermello de mercurio, débense despre-

zar as primeiras porcións que se obteñen do gas, porque están mesturadas co aire común contido nos recipientes. Pero, aínda tomando esta precaución, non se consegue obter gas osíxeno perfectamente puro, xa que normalmente contén unha décima parte de gas azote e, case sempre, unha pequena porción de gas ácido carbónico. Podemos desfacernos deste último cun licor alcalino cáustico, a través do que se fai pasar o gas obtido. A respecto do gas azote, non se coñece ningún medio para separalo, pero pódese coñecer a súa cantidade deixando o gas osíxeno en contacto con sulfuro de sosa ou de potasa durante quince días. O gas osíxeno é absorbido, formando ácido sulfúrico co xofre, quedando só o gas azote.

Hai outros moitos medios de obter gas osíxeno: pódese tirar do óxido negro de manganeso ou do nitrato de potasa, quentando ata a incandescencia nun aparello semellante ao que describín para o óxido vermello de mercurio. Fai falta soamente un grao de calor máis forte e, polo menos, igual ao necesario para abrandar o vidro; en consecuencia, só se poden usar retortas de gres ou de porcelana. Pero o mellor gas osíxeno de todos, é dicir, o máis puro, é o que se desprende do muriato osixenado de potasa por simple quentamento. Esta operación pódese facer nunha retorta de vidro, e o gas que se obtén é absolutamente puro, sempre que se desprezen as primeiras porcións que están mesturadas co aire dos recipientes.

§ VII DA DETONACIÓN

Xa na parte I, capítulo IX, páxina 175 e seguintes, fixen ver que o osíxeno, cando se combina cos diferentes corpos, non sempre perdía todo o calórico que contén en estado gas; que entraba, por exemplo, con case todo o seu calórico na combinación que forma co ácido nítrico e na que forma co ácido muriático osixenado, de maneira que o osíxeno no nitro e, sobre todo, no

muriato osixenado, estaba, ata certo punto, no estado de gas osíxeno condensado e reducido ao volume máis pequeno que pode ocupar.

O calórico, nestas combinacións, exerce unha acción continua sobre o osíxeno para levalo ao estado gas; como consecuencia, o osíxeno está pouco retido, a menor forza é suficiente para deixalo en liberdade, e reaparece, a miúdo, nun instante case indivisible, en estado gas. Este paso brusco do estado concreto ao estado aeriforme chamouse *detonación* porque, en efecto, vai acompañado normalmente de ruído e estrondo. Estas detonacións normalmente acontecen por combinación do carbón, ben co nitro, ou ben co muriato osixenado. Ás veces, para facilitar a inflamación, engádesse xofre, e esta mestura, feita nas proporcións axeitadas e coas manipulacións convenientes, constitúe a pólvora do canón.

Por detonación co carbón, o osíxeno cambia de natureza e convértese en ácido carbónico. Polo tanto, non é gas osíxeno o que se desprende, senón gas ácido carbónico, polo menos cando a mestura se fixo nas proporcións xustas. Na detonación do nitro despréndese, ademais, gas azote, porque o azote é un dos principais constituíntes do ácido nítrico.

Pero a expansión súbita e instantánea destes gases, non é suficiente para explicar todos os fenómenos relativos á detonación. Se isto fose o único que influíse, a pólvora sería tanto máis forte canto maior fose a cantidade de gas desprendida nun tempo dado, cousa que non sempre concorda coa experiencia. Tiven ocasión de probar diferentes tipos de pólvora de disparar que producían un efecto case dobre ca o da pólvora ordinaria, aínda que producisen por detonación unha sexta parte menos de gas. Parece que a cantidade de calórico que se desprende no momento da detonación, contribúe moito a aumentar o efecto e pódense albiscar varias razóns para isto. En primeiro lugar, aínda que o calórico penetra bastante libremente a través dos poros de todos os corpos, só pode, non obstante, facelo de forma

sucesiva e nun tempo dado. Logo, cando a cantidade que se desprende é moi considerable e moito máis grande ca aquela á que, por así dicir, lle poden dar saída os poros do corpo, debe actuar do mesmo xeito ca os fluídos elásticos ordinarios, levando por diante todo o que se opoña ao seu paso. Unha parte deste efecto debe acontecer cando se acende a pólvora nun canón: aínda que o metal do que está feito sexa permeable ao calórico, a cantidade que se desprende dunha vez e tan grande que non atopa unha saída doada e rápida a través dos poros do metal; fai entón un esforzo en todas as direccións que se emprega para expulsar a bala.

En segundo lugar, o calórico produce necesariamente outro efecto que depende igualmente da forza repulsiva que as súas moléculas parecen exercer entre si: dilata o gas que se desprende no momento da inflamación da pólvora, e esa dilatación é tanto máis elevada canto máis alta sexa a temperatura.

En terceiro lugar, na inflamación da pólvora é posible que se produza a descomposición da auga e que lle subministre osíxeno ao carbón para formar ácido carbónico. Se é así como ocorren as cousas, no momento da detonación da pólvora debe desprenderse rapidamente unha gran cantidade de gas hidróxeno que se expande e que contribúe a aumentar a forza da explosión. Pódese apreciar canto debe contribuír esta circunstancia a aumentar o efecto da pólvora sen máis que considerar que o gas hidróxeno pesa só un gran e dous terzos por pinta; en consecuencia, soamente fai falta unha cantidade moi pequena en peso para ocupar un espazo moi grande; xa que logo, debe exercer unha forza expansiva prodixiosa cando pasa do estado líquido ao estado aeriforme.

En cuarto e último lugar, cando a pólvora se inflama, unha porción da auga non descomposta debe pasar a vapor e xa sabemos que, en estado gas, ocupa un volume entre mil setecentas e mil oitocentas veces maior ca en estado líquido.

Fixen xa unha serie bastante grande de experimentos sobre a natureza dos fluídos elásticos que se desprenden na detonación do nitro con carbón e xofre; tamén fixen algúns co muriato osixenado de potasa. Este é un medio para obter coñecementos bastante precisos sobre as partes constituíntes destes sales, e xa din, no tomo XI da colección de *Memorias* presentadas á Academia por sabios estranxeiros, páxina 625, algúns dos principais resultados dos meus experimentos e as consecuencias ás que me conduciron en relación á análise do ácido nítrico. Agora que conseguín aparellos máis cómodos, prepárome a repetir estes experimentos a escala un pouco maior, co que obterei máis precisión nos resultados; mentres tanto, vou dar conta dos procedementos que teño adoptado e empregado ata o presente. Recomendo, con moita insistencia, a todos aqueles que queiran repetir algún destes experimentos, que teñan unha gran prudencia, que desconfíen de toda mestura onde entre o salitre, o carbón e o xofre e, máis aínda, daquelas nas que entre o sal muriático osixenado de potasa combinado e mesturado con estas dúas últimas materias.

Procureime uns canóns de pistola de arredor de 6 polgadas de lonxitude e de cinco a seis liñas de diámetro. Pecheilles a luz¹⁷ coa punta dun cravo introducido á forza e roto no mesmo burato, sobre o que botei un pouco de soldadura branca de latoeiro, co fin de que non quedara ningunha saída de aire por esa abertura. Cárganse estes canóns cunha pasta medianamente humedecida, feita con cantidades ben coñecidas de salitre e carbón reducidos a po fino, ou de calquera outra mestura susceptible de detonar. Cada porción de materia que se introduce no canón débese apisoar cunha baqueta do mesmo calibre, máis ou menos como se cargan as armas de fogo. Non se debe encher

¹⁷ Traducimos *lumière* por 'luz' seguindo a acepción do DAF: *Anciennt. Ouverture percée dans le canon d'un fusil, d'une pièce d'artillerie, et qui servait à la mise à feu*. Valor semellante ao que recolle o dicionario galego: *Diámetro interior dun tubo* (*Diccionario Xerais da Lingua*, s.v. *luz*) [N. dos TT.].

completamente a pistola ata a mesma boca, senón que é bo que queden catro ou cinco liñas baldeiras no extremo. Entón,ponse un anaco de mecha de arredor de dúas polgadas de lonxitude, que se chama *estopín*. A única dificultade deste tipo de experimentos, sobre todo cando se engade xofre á mestura, é atopar o punto de humidade axeitado: se a materia está demasiado húmida, non se pode acender; se está demasiado seca, a detonación é moi viva e pode chegar a ser perigosa.

Cando non se pretende facer un experimento rigorosamente exacto, préndese a mecha e, cando estea a punto de comunicar a inflamación á substancia, métese a pistola baixo unha gran campá de auga no aparello pneumato-químico. Iniciada a detonación, esta continúa baixo a auga, e o gas despréndese con máis ou menos rapidez conforme a materia estea máis ou menos seca. Mentres dure a detonación, hai que manter inclinado o extremo da pistola, co fin de que a auga non entre no interior. Algunha vez teño recollido, deste xeito, o gas producido pola detonación dunha onza e media ou dúas onzas de nitro.

Traballando desta forma, non é posible coñecer a cantidade de gas ácido carbónico que se desprende, porque unha parte é absorbida pola auga a medida que o gas pasa ao seu través; ora ben, unha vez absorbido o ácido carbónico, queda o gas azote e, se temos a precaución de axitalo durante algúns minutos con potasa cáustica en licor, obtense puro, sendo doado determinar o seu volume e peso. Por este método, mesmo é posible chegar a un coñecemento bastante preciso da cantidade de ácido carbónico, repetindo o experimento un gran número de veces, e facendo variar a dose de carbón ata chegar xusto á proporción que fai detonar a totalidade do nitro. Entón, a partir do peso do carbón empregado, determínase o do osíxeno que foi necesario para saturalo e se pode concluír a cantidade de osíxeno contido nunha cantidade dada de nitro.

Hai, adicionalmente, outro medio que teño practicado, e que conduce a resultados máis seguros; consiste en recoller en

campás cheas de mercurio o gas que se desprende. O baño de mercurio que teño agora é grande dabondo para acoller campás de doce a quince pintas de capacidade. Como se pode comprender, semellantes campás non son moi manexables cando están cheas de mercurio, e fai falta empregar, para enchelas, medios particulares que vou indicar. Colócase a campá sobre o baño de mercurio; pásase por debaixo un sifón de vidro, en cuxo extremo exterior se adaptou unha pequena bomba pneumática: faise actuar o pistón e elévase o mercurio ata o alto da campá. Cando estea chea deste xeito, faise pasar o gas da detonación da mesma maneira que nunha campá chea de auga. Pero, repito, este tipo de experimentos require as maiores precaucións. Teño visto algunha vez, cando o desprendemento de gas é demasiado rápido, campás cheas de mercurio, que pesaban 150 libras, levantarse por efecto da explosión, saír disparado o mercurio a unha gran distancia e desfacerse a campá nun grande número de anacos.

Cando o experimento ten éxito e o gas se acumula debaixo da campá, determínase o volume como xa indiquei nas páxinas 362 a 365. Despois introdúcese un pouco de auga, logo potasa disolvida en auga e desprovista de ácido carbónico, e conséguese facer unha análise rigorosa como xa demostrei na páxina 365 e nas seguintes.

Xa me tarda rematar os experimentos que comecei sobre as detonacións, porque teñen unha relación inmediata cos temas que me teñen encomendado¹⁸, e porque van botar algunha luz, ou iso espero, sobre as operacións relativas á fabricación da pólvora.

¹⁸ Lavoisier foi «régisseur des poudres et salpêtres» (administrador de pólvoras e salitres) (ver *Prólogo*) [N. dos TT.].

CAPÍTULO VIII

DOS INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA OPERAR SOBRE OS CORPOS A TEMPERATURAS MOI ELEVADAS

§ I DA FUSIÓN

Como vimos anteriormente, chámase *solución* á operación na que as moléculas dun sal se separan unhas das outras por medio da auga. Nin o disolvente, nin o corpo que está en disolución, se descompoñen nesta operación; polo tanto, no instante en que cesa a causa que mantiña as moléculas afastadas, estas reúnen e a substancia salina reaparece tal como era antes da solución.

Conséguese tamén verdadeiras solucións mediante o lume, é dicir, introducindo e acumulando unha gran cantidade de calórico entre as moléculas dun corpo. Esta solución dos corpos polo lume chámase *fusión*.

As fusións, en xeral, fanse en recipientes que se chaman *crisóis*, que deben cumprir, como primeira condición, seren menos fusibles que a substancia que van conter. Por iso, os químicos de todas as épocas deron unha grande importancia a conseguir crisóis de materiais moi refractarios, é dicir, coa propiedade de resistiren un grao de calor moi alto. Os mellores son os que están feitos de arxila moi pura ou de terra de porcelana. Débese evitar o uso, para este fin, de arxilas mesturadas con sílice ou con terra calcaria, porque son demasiado fusibles, caso no que se atopan todas as que se extraen nos arredores de París, polo que os crisóis que se fabrican nesta cidade funden a unha calor bastante mediana e só serven para un pequeno número de operacións químicas. Os que veñen de Hesse son bastante bos, pero son preferibles os de terra de Limoges, que parecen ser absolutamente infusibles. En Francia existen un gran número de

arxilas axeitadas para facer crisois, como, por exemplo, as que se utilizan para os que fabrica a cristalería de Saint-Gobain.

Aos crisois dáselles diferentes formas segundo as operacións nas que se van empregar. Nas figuras 7, 8, 9 e 10 da lámina VII represéntanse as máis utilizadas. Os representados na figura 9, que son case pechados por arriba, chámanse *tutas*.

Aínda que a fusión pode adoito ter lugar sen que o corpo sometido a ela cambie de natureza nin se descompoña, esta operación é, non obstante, un dos medios de descomposición e recomposición empregados pola química. É por medio da fusión como se extraen todos os metais das súas minas, como se vivifican, como se moldean e como se alían uns cos outros; tamén por fusión é como se combinan o álcali e a area para formaren o vidro, como se fabrican as pedras de cores, os esmaltes, etc.

Os antigos químicos empregaban a acción do lume violento con moita máis frecuencia do que o facemos hoxe en día. Dende que se introduciu un maior rigor na práctica dos experimentos, prefírese a vía húmida á vía seca, e só se recorre á fusión cando se esgotaron todos os demais métodos de análise.

Para aplicar aos corpos a acción do lume, utilízanse os fornos. Describirei, de seguido, os que se empregan nas distintas operacións da química.

§ II

DOS FORNOS

Os fornos son os instrumentos máis usados en química: da súa boa ou mala construción depende a sorte dun gran número de operacións, de maneira que é extremadamente importante montar ben un laboratorio deste tipo. Un forno é unha especie de torre cilíndrica oca *ABCD*, ás veces un pouco ensanchado por arriba (lám. XIII, fig. 1). Debe ter, polo menos, dúas aberturas laterais: unha superior *F*, que é a porta do fogar, e unha inferior *G*, que é a porta do cinceiro.

No intervalo entre estas dúas portas, o forno está partido en dous por unha reixa colocada horizontalmente, que forma unha especie de diafragma, e que está destinada a soste o carbón. A posición desta reixa vén indicada pola liña *HI*. O espazo por enriba da reixa, é dicir, por enriba da liña *HI*, chámase *fogar* porque, en efecto, é nesta parte onde se mantén o lume; o espazo que está por debaixo leva o nome de *cinceiro* porque nesta parte se xuntan as cinzas a medida que se van formando.

O forno representado na lámina XIII, figura 1 é o menos complicado de todos os que se empregan en química e, non obstante, pode ser utilizado nun gran número de operacións. Pódense colocar nel crisois e fundir chumbo, estaño, bismuto e, en xeral, todas as materias que non esixen, para seren fundidas, un grao de lume moi considerable. Pódense facer nel calcinacións metálicas, pousar enriba recipientes, vasos de evaporación, cápsulas de ferro para formar baños de area, como se representa na lámina III, figuras 1 e 2. Para podelo aplicar a todas estas operacións, se lle fan na parte superior unhas incisións *mmmm*, porque, de non facelo, o recipiente que se coloca sobre o forno interceptaría todo o paso do aire, apagando o carbón. Se este forno só produce un grao de calor moderado, é porque a cantidade de carbón que pode consumir está limitada pola cantidade de aire que pode pasar pola abertura *G* do cinceiro. Aumentaríase bastante o seu efecto de ensancharmos esta abertura, pero a gran corrente de aire, que sería boa para algúns experimentos, tería inconvenientes para outros moitos, polo que é necesario dotar un laboratorio de fornos de diferentes formas e construídos baixo diferentes puntos de vista. Sobre todo, fan falta varios semellantes ao que veño de describir e de diferentes tamaños.

Outro tipo de forno, quizais aínda máis necesario, é o forno de reverbero representado na lámina XIII, figura 2. Ao igual ca o forno simple, está composto dun cinceiro *HIKL*, na súa parte inferior, dun fogar *KLMN*, dun laboratorio *MNOP*, dunha cúpula

RSRS e, finalmente, dun tubo *TTVV*, que a cúpula leva enriba, ao que se lle poden engadir outros, segundo o tipo de experimento.

A parte *MNOP*, chamada laboratorio, é onde se coloca a retorta *A*, indicada por unha liña de puntos e que está sostida por dúas barras de ferro que atravesan o forno. O seu colo sae por unha incisión lateral feita, parcialmente, na peza que forma o laboratorio, e parcialmente na cúpula. A esta retorta se lle adapta un recipiente *B*.

Na maior parte dos fornos de reverbero xa preparados nos oleiros de París, as aberturas, tanto inferiores coma superiores, son demasiado pequenas e non permiten o paso dun volume de aire considerable; como a cantidade de carbón consumido, ou o que vén ser o mesmo, como a cantidade de calórico desprendido é máis ou menos proporcional á cantidade de aire que pasa polo forno, resulta que estes fornos non producen todo o efecto que sería desexable nun gran número de operacións. De entrada, para admitir pola parte baixa un volume de aire suficiente, fai falta, no canto dunha abertura *G* no cinceiro, ter dúas *GG*: cando se xulga oportuno, péchase unha e, entón, só se obtén un grado de lume moderado; pola contra, ábrense as dúas cando se quere xerar o lume máis grande que pode producir o forno.

A abertura superior da cúpula *SS*, así como a dos tubos *VVXX*¹⁹, deben ser tamén moito máis grandes do que se adoita facer.

É importante non empregar retortas demasiado grandes en relación ao tamaño do forno. Ten que haber sempre espazo abondo para o paso do aire entre as paredes do forno e as das vasillas que contén. Na figura 2, a retorta *A* é demasiado pequena para este forno, e atopo máis doado advertilo que facer reformar a figura.

A cúpula ten por obxecto obrigar á lapa e á calor a arrodear a retorta por todas partes e a reverberala; de aí vén o nome de

¹⁹ Debe querer dicir *TTVV*, a menos que se refira á figura 3 [N. dos TT].

forno de reverbero. Sen esta reverberación da calor, a retorta só se quentaría polo fondo, os vapores desprendidos condensarían na súa parte superior e gotearían continuamente sen pasar ao recipiente; pero, grazas á cúpula, a retorta quéntase por todas partes e, polo tanto, os vapores só poden condensar no colo e no recipiente, véndose obrigados a saír da retorta.

Ás veces, para impedir que o fondo da retorta queza e arrefría demasiado bruscamente e evitar que esas alternancias de calor e frío produzan unha fractura, colócase sobre as barras unha capsuliña de barro cocido na que se pon un pouco de area e, sobre esta area, póusase o fondo da retorta.

En moitas operacións as retortas úntanse con diferentes masillas. Algunhas teñen por obxecto defendelas das alternancias entre calor e frío; ás veces serven para conter o vidro ou, máis ben, para formar unha dobre retorta que substitúa á de vidro nas operacións onde o lume é o suficientemente forte como para chegar a amolecela.

A primeira destas masillas faise con terra de forno á que se lle engade un pouco de borra ou pelo de vaca; con isto faise unha pasta que se estende sobre as retortas de vidro ou de gres. Se no canto de terra de forno, que xa é unha mestura, só se tivese arxila ou greda pura, habería que engadir area. Ao respecto da borra, serve para unir mellor a terra: quéimase co primeiro lume, pero os intersticios que deixa impiden que a auga contida na terra, ao evaporarse, rompa a continuidade da masilla facendo que caia en forma de po.

A segunda masilla está composta de arxila e fragmentos de cerámica de gres machucados. Faise unha pasta bastante consistente, que se estende sobre as retortas. Esta masilla seca e endurece co lume, e forma unha verdadeira retorta suplementaria que contén as materias cando a retorta de vidro amolece. Pero esta masilla non é de ningunha utilidade nos experimentos destinados a recoller gases, porque é sempre porosa e os fluídos aeriformes pasan ao seu través.

Nun gran número de operacións e, en xeral, todas as veces nas que non sexa necesario aplicarlle aos corpos cos que se traballa un grao de calor moi violenta, o forno de reverbero pode servir de forno de fusión. Nese caso suprímese o laboratorio *MNOP*, e ponse no seu lugar a cúpula *RSRS* como se pode ver na lámina XIII, figura 3.

Un forno de fusión moi cómodo é o representado na figura 4. Está composto dun fogar *ABCD*, un cinceiro sen porta e unha cúpula *ABGH*. Está perforado en *E* para recibir o extremo dun fol, que se suxeita firmemente con masilla. Debe ser proporcionalmente menos alto ca o que se representa na figura. Este forno non subministra un grao de lume moi violento, pero é suficiente para todas as operacións correntes. Ademais, ten a vantaxe de que pode ser transportado comodamente e pode ser colocado no sitio do laboratorio que se considere máis axeitado. Pero estes fornos particulares non dispensan da necesidade de ter no laboratorio unha forxa cun bo fol e, o que resulta aínda máis importante, un bo forno de fusión. Vou describir o que utilizo e detallar os principios nos que me baseei para construílo.

O aire circula nun forno porque se quenta ao pasar a través do carbón: entón dilátase, vólvese máis lixeiro ca o aire circundante, e vese obrigado a subir pola presión das columnas laterais, sendo substituído por aire novo que chega de todas partes, pero sobre todo dende abaixo. Esta circulación de aire acontece mesmo cando se queima carbón nun simple fogón, pero é obvio que a masa de aire que pasa por un forno así aberto por todas partes non pode ser, se as demais condicións son iguais, tan grande como a que se ve obrigada a pasar por un forno formado por unha torre oca, como son en xeral os fornos químicos, e que, en consecuencia, a combustión non pode ser tan rápida.

Supoñamos, por exemplo, un forno *ABCDEF* (lám. XIII, fig. 5), aberto por arriba e cheo de carbón en ascuas: a forza coa que o aire se verá obrigado a pasar a través do carbón virá medida

pola diferenza dos pesos específicos de dúas columnas AC , unha de aire frío collido no exterior do forno, a outra de aire quente que procede do interior. Non é que non exista aire quente por enriba da abertura AB do forno, e que o seu exceso de lixeireza non debiera ser tamén considerado, dalgunha maneira, no cálculo; mais, como este aire quente atópase arrefriado e transportado continuamente polo aire exterior, o seu efecto é pouco considerable.

Pero se a este mesmo forno se lle engade un tubo grande do mesmo diámetro, $GHAB$, que impida que o aire que ten sido quentado polo carbón en ascuas sexa arrefriado, dispersado e transportado polo aire circundante, a diferenza de peso específico en virtude da cal ten lugar a circulación do aire, non será xa a das dúas columnas AC , unha exterior e outra interior, senón que será a de dúas columnas iguais a GC . Ora ben, se a columna $GC = 3AC$, a igual calor, a circulación de aire farase en razón dunha forza tripla. Certo é que estou supoñendo que o aire contido na cavidade $ABCD$ está tan quente coma o aire contido na cavidade $GHAB$, cousa que non é rigorosamente certa, xa que a calor debe decrecer de AB ata GH ; pero, como resulta evidente que o aire da cavidade $GHAB$ está moito máis quente ca o aire exterior, o resultado sempre é que a adición da torre oca $GHAB$ incrementa a velocidade da corrente de aire, que pasa máis aire a través do carbón e que, en consecuencia, haberá unha maior combustión.

Pódese concluír destes principios que fai falta aumentar indefinidamente a lonxitude do tubo $GHAB$? Sen dúbida non, porque a calor do aire diminúe de AB a GH aínda que solo sexa polo arrefriamento que lle produce a contacto coas paredes do tubo, co resultado de que o peso específico do aire que o atravesaba diminúe gradualmente, e polo tanto, se o tubo se prolongase moito, chegaría un momento no que o peso específico do aire sería igual dentro e fóra do tubo; resulta evidente que, entón, este aire frío, sen tendencia a ascender, sería unha masa a

desprazar que presentaría unha resistencia á ascensión do aire inferior. É máis, como este aire está necesariamente mesturado con ácido carbónico, e como este gas é máis pesado ca o aire atmosférico, se o tubo fose longo dabondo como para que o aire, antes de saír polo seu extremo, se achegase á temperatura exterior, nun momento dado o aire tendería a volver a descender; de onde debemos concluír que a lonxitude dos tubos que se engaden sobre os fornos está limitada pola natureza das cousas.

Estas reflexións condúcennos as seguintes consecuencias:

1ª) Que o primeiro pé de tubo que se engade sobre a cúpula dun forno fai máis efecto ca, por exemplo, o sexto; que este fai máis efecto ca o décimo, pero ningún experimento nos aprendeu polo momento onde debemos parar.

2ª) Que este límite está tanto máis afastado canto peor condutor da calor sexa o tubo, porque o aire arrefría menos, de sorte que a terra cocida é preferible á chapa para facer tubos de forno, e que se estes se fixeran de dobre capa, enchendo o intervalo con carbón machucado que é una das sustancias que transmite peor o calor, retardaríase o arrefriado do aire e aumentaríase, en consecuencia, a velocidade da corrente e a posibilidade de empregar un tubo máis longo.

3ª) Que, ao ser o fogar do forno o sitio máis quente e, en consecuencia, onde o aire que o atravesa está máis dilatado, debe ser tamén a parte máis voluminosa, e temos que facer por ampliála considerablemente. Resulta indispensable dar moita capacidade a esta parte do forno porque non soamente serve para o paso do aire destinado a favorecer, ou mellor dito, a facer que a combustión teña lugar, senón que tamén debe conter o carbón e o crisol, de maneira que só se pode contar para o paso do aire cos intersticios que deixan os carbóns entre si.

A partir destes principios construín o meu forno de fusión e non creo que exista ningún outro que produza un efecto máis violento. Non obstante, polo momento non me atrevo a gabarme de ter acadado a máis grande intensidade de calor que se

poida producir nos fornos químicos. Aínda non se determinou con experimentos exactos, o incremento de volume que sofre o aire ao atravesar o forno de fusión, de sorte que non se coñece a relación que se debe manter entre as aberturas inferiores e superiores dun forno, e aínda se coñece menos o tamaño absoluto que deben ter estas aberturas. Faltan, pois, os datos, polo que só podemos buscar a meta final por tenteo.

Este forno está representado na lámina XIII, figura 6. Segundo os principios que veño de expoñer, deille a forma dun esferoide elíptico *ABCD*, cuxos dous extremos están cortados por un plano que pasa por cada un dos focos perpendicularmente ao eixe principal. Mercé ao ensanchamento que resulta desta figura, o forno pode conter unha masa de carbón considerable, quedando aínda no interior espazo suficiente para o paso da corrente de aire.

Para que nada se opoña ao libre acceso do aire exterior, deixeiño completamente aberto por debaixo, seguindo o exemplo do Sr. Macquer que xa tomou esta mesma precaución para o seu forno de fusión, e coloqueino sobre un trípode. Utilicei unha reixa de tipo claraboia de ferro plano e, para que os barrotes presentaran menos atranco ao paso do aire, coloqueinos, non sobre o seu lado ancho, senón sobre o máis estreito como se ve na figura 7. Finalmente, engadín na parte superior *AB*, un tubo de terra cocida de 18 pés de lonxitude, cuxo diámetro interior é case a metade que o do forno. Aínda que con este forno xa son quen de obter un lume superior ao conseguido ata o momento por calquera químico, penso que é posible aumentalo polos medios sinxelos que xa comentei, principalmente facendo o tubo *FGAB* tan pouco condutor da calor como sexa posible.

Tan só me queda por dicir algunha cousa sobre o forno de copela ou forno de ensaio. Cando un quere saber se o chumbo contén ouro ou prata, quéntase con lume intenso nunhas pequenas cápsulas feitas con ósos calcinados que, na terminoloxía destes ensaios, se denominan *copelas*. O chumbo oxídase, vólve-

se susceptible de vitrificarse, absórbese e incorpórase á copela. Resulta evidente que o chumbo só se pode oxidar en contacto co aire; polo tanto, isto non se pode facer nin nun crisol, onde o libre acceso do aire exterior está impedido, nin tampouco no medio dun forno a través dos carbóns en ascuas, porque o aire no interior dun forno, alterado pola combustión e reducido, na súa maior parte, a gas azote e a gas ácido carbónico, non é o máis axeitado para a calcinación e oxidación dos metais. Polo tanto, foi necesario idear un aparello especial no que o metal estivese exposto a un lume violento e, ao mesmo tempo, protexido do contacto co aire que se fixo incombustible tras o seu paso a través dos carbóns. O forno destinado a cumprir ambos os dous obxectivos chamouse, nas artes, *forno de copela*. Ten normalmente unha forma cadrada, coma o que está representado na lámina XIII, figura 8. Pódese ver tamén o seu corte transversal na figura 10. Como todos os fornos ben construídos, debe ter un cinceiro *AABB*, un fogar *BBCC*, un laboratorio *CCDD* e unha cúpula *DDEE*.

No laboratorio colócase o que se denomina a *mufla*. É unha especie de forno pequeno *GH* (figs. 9 e 10), feito de terra cocida e pechado polo fondo. Ponse sobre as barras que atravesan o forno, axústase coa abertura *G* da porta e sélase nela con arxila diluída con auga. É nesta especie de forno onde se colocan as copelas. Ponse carbón por enriba e por debaixo da mufla polas portas da cúpula e do fogar; o aire que entrou polas aberturas do cinceiro escapa, despois de ser utilizado na combustión, pola abertura superior *EE*. Respecto da mufla, o aire exterior entra nela pola porta *GG* e mantén a calcinación metálica.

Cando se reflexiona sobre esta construción, facilmente se percibe ata que punto é defectuosa. Ten dous inconvenientes principais: cando a porta *GG* está pechada, a oxidación ten lugar lenta e dificilmente por falta de aire para mantela; cando está aberta, a corrente de aire frío que entra provoca que o metal solidifique interrompendo a operación. Non sería difícil remediar

estes inconvenientes construíndo a mufla e o forno de tal maneira que houbese unha corrente de aire exterior sempre renovada, que pasara rasante pola superficie do metal. Faríase pasar este aire a través dun tubo de cerámica que se mantería incandescente por medio do mesmo lume do forno, co fin de que o interior da mufla non fora nunca arrefriado; deste xeito, faríase nuns minutos o que demanda, con frecuencia, un tempo considerable.

A semellantes conclusións chegou o Sr. Sage empregando principios distintos. El coloca a copela, que contén o chumbo aliado, nun forno ordinario entre os carbóns; recóbrea cunha pequena mufla de porcelana e, cando todo está o suficientemente quente, dirixe sobre o metal a corrente de aire dun fol corrente de man; desta maneira a copelación ten lugar con gran facilidade e, polo visto, con moita exactitude.

§ III

DOS MEDIOS PARA AUMENTAR CONSIDERABLEMENTE A ACCIÓN DO LUME TROCANDO O AIRE ATMOSFÉRICO POR GAS OSÍXENO

Coas grandes lentes converxentes construídas ata o momento, tales como a de Tschirnhausen e a do Sr. Trudaine, tense logrado unha intensidade de calor un pouco maior ca a dos fornos químicos, e mesmo que a dos fornos onde se coce a porcelana dura. Pero estes instrumentos son extraordinariamente caros e non chegan a fundir a platina bruta²⁰, de sorte que a súa vantaxe, en relación co efecto que producen, é case nula e está máis ca compensada pola dificultade de adquirilos e mesmo de usalos.

²⁰ Mineral que contén platino e outros metais, descuberto por D. Antonio de Ulloa na expedición de Jorge Juan y Santecilla de 1735 para medir a lonxitude do meridiano terrestre no ecuador (ver M.R. Bermejo et al., *O nome e o símbolo dos elementos químicos*, Centro Ramón Piñeiro, Xunta de Galicia, 2006) [Nota dos TT.].

Os espellos cóncavos do mesmo diámetro fan un pouco máis efecto ca as lentes converxentes, como teñen probado os experimentos feitos polos Srs. Macquer e Baumé co espello do abade Bourriot. Pero, como a dirección dos raios reflectidos vai de abaixo cara a arriba, hai que operar no aire e sen soporte, o que fai totalmente imposible realizar a maior parte dos experimentos químicos.

Estas consideracións leváronme inicialmente a tratar de encher grandes vexigas con gas osíxeno, adaptarlles un tubo susceptible de ser pechado cunha chave, e animar con este gas o lume dos carbóns acendidos. A intensidade da calor foi tal, mesmo nos primeiros intentos, que cheguei a fundir con bastante facilidade unha pequena cantidade de platina bruta.

A este primeiro éxito debo a idea do gasómetro que ficou descrito na páxina 354 e seguintes. Substituíñ as vexigas por el, e como ao gas osíxeno se lle pode dar o grao de presión que se considere oportuno, pódese conseguir, non soamente un fluxo continuo, senón mesmo unha velocidade moi alta.

O único aparello que se necesita para este tipo de experimentos é unha mesa pequena *ABCD* (lám. XII, fig. 15), cun burato en *F*, a través do que se fai pasar un tubo de cobre ou de prata *FG* rematado en *G* por unha abertura moi pequena, que se pode abrir e pechar por medio da chave *H*. Este tubo continúa por debaixo da táboa en *lmno*, e vaise adaptar ao gasómetro, co interior do cal se comunica. Cando se quere traballar, empéza-se por facer, co desaparafusador *KI*, un oco dalgunhas liñas de profundidade nun carbón negro grosa. Métese nese oco o corpo que se quere fundir, plántaselle lume de seguido ao carbón cun soprete de vidro á chama dunha candeia, e despois expónse á corrente de gas osíxeno que sae de contado polo pico ou extremidade *G* do tubo *FG*.

Esta forma de traballar só pode ser empregada cos corpos que se poidan poñer sen problemas en contacto cos carbóns, como son os metais, as terras simples, etc. No caso dos corpos

cuxos principios teñen afinidade polo carbón e son descompostos por el, como os sulfatos, os fosfatos e, en xeral, case todos os sales neutros, os vidros metálicos, os esmaltes, etc., emprégase a lámpada de esmaltador, a través da que se fai pasar unha corrente de gas osíxeno. Entón, no canto do tubo de conexión curvado *FG*, úsase o dobrado *ST*, que se aparafusa no seu sitio e que dirixe a corrente de gas osíxeno a través da lapa da lámpada. A intensidade de calor que este segundo medio facilita non é tan forte coma a que se obtén co primeiro e só con moito traballo se consegue fundir a platina.

Os soportes que se utilizan nesta segunda maneira de traballar son, ou copelas de ósos calcinados, ou cápsulas pequenas de porcelana ou, mesmo, cápsulas e culleres metálicas. Estas últimas non funden con tal de non seren demasiado pequenas, xa que os metais son bos condutores da calor e, en consecuencia, o calórico repártese rápida e facilmente por toda a masa e todas as partes quecen só moderadamente.

Pódese ver, nos volumes da Academia do ano 1782, p. 476, e 1783, p. 573, a serie de experimentos que fixen con este aparello. Deles resulta que:

1º) O cristal de rocha, é dicir, a terra silíceica pura, é infusible, pero vólvese susceptible de abrandamento e fusión cando está impura.

2º) O cal, a magnesia e a barita non son fusibles, nin sós, nin combinados entre si, pero facilitan, sobre todo o cal, a fusión de todas as demais substancias.

3º) A alumina é completamente fusible cando está soa, e da súa fusión resulta unha substancia vidrosa, opaca, moi dura, que raia o vidro como as pedras preciosas.

4º) Todas as terras e pedras compostas funden con moita facilidade e forman un vidro pardo²¹.

²¹ Aparece na Táboa de Materias como *vidro branco*. Esta incoherencia está no orixinal [N. dos TT.].

5º) Todas as substancias salinas, mesmo o álcali fixo, volatízanse nuns instantes.

6º) O ouro, a prata, etc., e probablemente a platina, volatízanse de vagar a este grao de lume e disípanse sen ningunha circunstancia particular.

7º) Todas as demais substancias metálicas, agás o mercurio, oxídanse, aínda estando colocadas sobre un carbón; quéimanse cunha lapa máis ou menos grande e de diferentes cores, rematando por se disipar completamente.

8º) Todos os óxidos metálicos arden tamén con chama, o que parece marcar un carácter distintivo para estas substancias e me leva a crer, como xa o sospeitara Bergman, que a barita é un óxido metálico, aínda que polo momento non se chegara a obter o metal en estado puro.

9º) Entre as pedras preciosas, algunhas como o rubí, son susceptibles de abrandarse e de soldar sen que a cor, e mesmo o peso, se vexan alterados; outras, como o xacinto, cuxa fixeza e case igual á do rubí, perden doadamente a súa cor; que o topacio de Saxonia, e o topacio e o rubí do Brasil, non soamente se descoloran axiña a este grao de lume, senón que mesmo perden unha quinta parte do seu peso e, unha vez sufrida esta alteración, quedan como unha terra branca aparentemente semellante ao cuarzo branco ou ao biscoito de porcelana; por último, que a esmeralda, a crisolita e o granate funden case ao momento para dar un vidro opaco e coloreado.

10º) O diamante presenta a propiedade particular de arder como os corpos combustibles e disíparse completamente.

Hai outro medio, que aínda non puxen en práctica, para aumentar aínda máis a actividade do lume por medio do gas osíxeno: consiste en insuflar este gas para avivar o lume dunha forxa. O Sr. Achard foi o primeiro en ter esta idea, pero os procedementos que empregou, por medio dos que cría desfloxisticar o aire atmosférico, non o conduciron a nada satisfactorio. O aparello que me propoño construír será moi simple: consistirá

nun forno ou especie de forxa, feito de terra refractaria, de forma máis ou menos semellante á do forno representado na lámina XIII, figura 4; será, non obstante, menos elevado e, en xeral, de dimensións máis pequenas. Terá dúas aberturas, unha en *E*, á que se lle adaptará o extremo dun fol, e unha segunda, semellante á primeira, á que se lle adaptará o tubo que comunica co gasómetro. Primeiro avivarei o lume tanto como sexa posible co aire do fol, e cando chegue a ese punto, encherei o forno con carbóns en ascuas e logo, interceptando de golpe o aire do fol, darei acceso ao gas osíxeno do gasómetro abrindo a chave e facéndoo chegar con catro ou cinco polgadas de presión. Podo reunir deste xeito o osíxeno de varios gasómetros e facer pasar, a través do forno, ata oito ou nove pés cúbicos, co que producirei unha intensidade de calor moi superior á que coñecemos. Terei o coidado de facer a abertura superior do forno moi grande, para que o calórico poida saír libremente, evitando así que unha expansión demasiado rápida deste fluído tan elástico produza unha explosión.

Fin da Terceira Parte

TÁBOAS PARA USO
DOS QUÍMICOS

**I. - TÁBOA PARA CONVERTER AS ONZAS, DRACMAS E GRANS,
EN FRACCIÓNS DECIMAIIS DE LIBRA, PESO DE MARCO**

TÁBOA PARA OS GRANS

GRANS PESO DE MARCO	FRACCIÓNS DECIMAIIS DE LIBRA CORRESPONDENTES	GRANS PESO DE MARCO	FRACCIÓNS DECIMAIIS DE LIBRA CORRESPONDENTES
1	0,000108507	35	0,003797745
2	0,000217014	36	0,003906252
3	0,000325521	37	0,004014759
4	0,000434028	38	0,004123266
5	0,000542535	39	0,004231773
6	0,000651042	40	0,004340280
7	0,000759549	41	0,004448787
8	0,000868056	42	0,004557294
9	0,000976563	43	0,004665801
10	0,001085070	44	0,004774308
11	0,001193577	45	0,004882815
12	0,001302084	46	0,004991322
13	0,001410591	47	0,005099829
14	0,001519098	48	0,005208336
15	0,001627605	49	0,005316843
16	0,001736112	50	0,005425350
17	0,001844619	51	0,005533857
18	0,001953125	52	0,005642364
19	0,002061633	53	0,005750871
20	0,002170140	54	0,005859378
21	0,002278647	55	0,005967885
22	0,002387154	56	0,006076372
23	0,002495661	57	0,006184899
24	0,002604168	58	0,006293406
25	0,002712675	59	0,006401913
26	0,002821182	60	0,006510420
27	0,002929689	61	0,006618927
28	0,003038196	62	0,006727434
29	0,003146703	63	0,006835941
30	0,003255210	64	0,006944448
31	0,003363717	65	0,007052955
32	0,003472224	66	0,007161462
33	0,003580731	67	0,007269969
34	0,003689238	68	0,007378456

TÁBOA PARA OS GRANS (continuación)

GRANS PESO DE MARCO	FRACCIÓNS DECIMAIS DE LIBRA CORRESPONDENTES	GRANS PESO DE MARCO	FRACCIÓNS DECIMAIS DE LIBRA CORRESPONDENTES
69	0,007486983	85	0,009223095
70	0,007595490	86	0,009331602
71	0,007703997	87	0,009440109
72	0,007812504	88	0,009548616
73	0,007921011	89	0,009657123
74	0,008029518	90	0,009765630
75	0,008138025	91	0,009874137
76	0,008246532	92	0,009982644
77	0,008355039	93	0,010091151
78	0,008463546	94	0,010199658
79	0,008572053	95	0,010308165
80	0,008680560	96	0,010416672
81	0,008789067	97	0,010525179
82	0,008897574	98	0,010633686
83	0,009006081	99	0,010742193
84	0,009114588	100	0,010850700

PARA AS DRACMAS

Dracma	Libra
1	0,0078125
2	0,0156250
3	0,0234375
4	0,0312500
5	0,0390625
6	0,0468750
7	0,0546875
8	0,0625000
9	0,0703125
10	0,0781250
11	0,0859375
12	0,0937500
13	0,1015625
14	0,1093750
15	0,1171875
16	0,1250000

PARA AS ONZAS

Onzas	Libra
1	0,0625000
2	0,1250000
3	0,1875000
4	0,2500000
5	0,3125000
6	0,3750000
7	0,4375000
8	0,5000000
9	0,5625000
10	0,6250000
11	0,6875000
12	0,7500000
13	0,8125000
14	0,8750000
15	0,9375000
16	1,0000000

II. - TÁBOA PARA CONVERTER AS FRACCIÓNS DECIMAIS DE LIBRA EN FRACCIÓNS VULGARES

Fraccións decimais de libra	Fraccións vulgares de libra correspondentes			Fraccións decimais de libra	Fraccións vulgares de libra correspondentes
Para as décimas de libra				Para as cen milésimas de libra	
Libra	Onzas	Dracmas	Grans	Libra	Grans
0,1	1	4	57,6	0,00001	0,09
0,2	3	1	43,2	0,00002	0,18
0,3	4	6	28,8	0,00003	0,28
0,4	6	3	14,4	0,00004	0,37
0,5	8	8	-	0,00005	0,46
0,6	9	4	57,6	0,00006	0,55
0,7	11	1	43,2	0,00007	0,64
0,8	12	6	28,8	0,00008	0,74
0,9	14	3	14,4	0,00009	0,83
1,0	16	-	-	0,00010	0,92
Para as centésimas de libra				Para as dez milésimas de libra	
Libra	Onzas	Dracmas	Grans	Libra	Grans
0,01	-	1	20,16	0,0001	0,92
0,02	-	2	40,32	0,0002	1,84
0,03	-	3	60,48	0,0003	2,76
0,04	-	5	8,64	0,0004	3,69
0,05	-	6	28,8	0,0005	4,61
0,06	-	7	48,96	0,0006	5,53
0,07	1	0	69,12	0,0007	6,45
0,08	1	2	17,28	0,0008	7,37
0,09	1	3	37,44	0,0009	8,29
0,10	1	4	57,6	0,0010	9,22
Para as milésimas de libra				Para as millonésimas de libra	
Libra	Onzas	Dracmas	Grans	Libra	Grans
0,001	-	-	9,22	0,000001	0,01
0,002	-	-	18,43	0,000002	0,02
0,003	-	-	27,65	0,000003	0,03
0,004	-	-	36,86	0,000004	0,04
0,005	-	-	46,08	0,000005	0,05
0,006	-	-	55,3	0,000006	0,06
0,007	-	-	64,51	0,000007	0,07
0,008	-	-	1,73	0,000008	0,08
0,009	-	-	10,94	0,000009	0,09
0,010	-	-	20,16	0,000010	0,10

III. - TÁBOA DO NÚMERO DAS POLGADAS CÚBICAS CORRESPONDENTES A UN PESO DETERMINADO DE AUGA

PARA OS GRANS

GRANS DE AUGA, PESO DE MARCO	NÚMERO DE POLGADAS CÚBICAS CORRESPONDENTES	GRANS DE AUGA, PESO DE MARCO	NÚMERO DE POLGADAS CÚBICAS CORRESPONDENTES
1	0,003	37	0,100
2	0,005	38	0,103
3	0,008	39	0,105
4	0,011	40	0,108
5	0,013	41	0,111
6	0,016	42	0,113
7	0,019	43	0,116
8	0,022	44	0,119
9	0,024	45	0,121
10	0,027	46	0,124
11	0,030	47	0,127
12	0,032	48	0,130
13	0,035	49	0,132
14	0,038	50	0,135
15	0,040	51	0,138
16	0,043	52	0,140
17	0,046	53	0,143
18	0,049	54	0,146
19	0,051	55	0,148
20	0,054	56	0,151
21	0,057	57	0,154
22	0,059	58	0,157
23	0,062	59	0,159
24	0,065	60	0,162
25	0,067	61	0,165
26	0,070	62	0,167
27	0,073	63	0,170
28	0,076	64	0,173
29	0,078	65	0,175
30	0,081	66	0,178
31	0,084	67	0,181
32	0,086	68	0,184
33	0,089	69	0,186
34	0,092	70	0,189
35	0,094	71	0,192
36	0,097	72	0,194

PARA AS DRACMAS

DRACMAS DE AUGA, PESO DE MARCO	NÚMERO DE POLGADAS CÚBICAS CORRESPONDENTES
1	0,193
2	0,386
3	0,579
4	0,772
5	0,965
6	1,158
7	1,351
8	1,543

PARA AS ONZAS

ONZAS DE AUGA, PESO DE MARCO	NÚMERO DE POLGADAS CÚBICAS CORRESPONDENTES
1	1,543
2	3,086
3	4,629
4	6,172
5	7,715
6	9,258
7	10,801
8	12,344
9	13,887
10	15,430
11	16,973
12	18,516
13	20,059
14	21,602
15	23,145
16	24,687

PARA AS LIBRAS

LIBRAS DE AUGA, PESO DE MARCO	NÚMERO DE POLGADAS CÚBICAS CORRESPONDENTES
1	24,087
2	49,074
3	74,061
4	98,748
5	123,420
6	148,122
7	172,809
8	197,496
9	222,180
10	246,870
11	271,557
12	296,244
13	320,931
14	345,618
15	370,305
16	394,992
17	419,676
18	444,360
19	469,050

LIBRAS DE AUGA, PESO DE MARCO	NÚMERO DE POLGADAS CÚBICAS CORRESPONDENTES
20	498,740
21	518,427
22	540,114
23	567,801
24	592,448
25	617,175
26	641,862
27	666,549
28	691,236
29	715,923
30	740,610
40	987,480
50	1234,200
60	1481,220
70	1728,000
80	1974,960
90	2221,800
100	2328,700

**IV. - TÁBOA PARA CONVERTER AS LIÑAS E FRACCIÓNS DE
LIÑA EN FRACCIÓNS DECIMAIS DE POLGADA**

DOCEAVOS DE LIÑA	FRACCIÓNS DECIMAIS DE POLGADAS CORRESPONDENTES	LIÑAS	FRACCIÓNS DECIMAIS DE POLGADAS CORRESPONDENTES
PARA AS FRACCIÓNS DE LIÑA		PARA AS LIÑAS	
	polgadas		polgadas
1	0,00694	1	0,08333
2	0,01389	2	0,16667
3	0,02083	3	0,25000
4	0,02778	4	0,33333
5	0,03472	5	0,41667
6	0,04167	6	0,50000
7	0,04861	7	0,58333
8	0,05556	8	0,66667
9	0,06250	9	0,75000
10	0,06944	10	0,83333
11	0,07639	11	0,91667
12	0,08333	12	1,00000

**V. - TÁBOA PARA CONVERTER AS ALTURAS DE AUGA
OBSERVADAS NAS CAMPÁS OU RECIPIENTES, EN ALTURAS
CORRESPONDENTES DE MERCURIO EXPRESADAS EN FRAC-
CIÓNS DECIMAIS DE POLGADA**

Altura da auga expresada en liñas	Altura correspondente de mercurio, expresada en fraccións decimais de polgada	Altura de auga expresada en liñas		Altura correspondente de mercurio, expresada en fraccións decimais de polgada
		polgadas	liñas	
liñas	polgadas	polgadas	liñas	polgadas
1	0,00614	-	20	0,12284
2	0,01228	-	21	0,12898
3	0,01843	-	22	0,13512
4	0,02457	-	23	0,14126
5	0,03071	2	-	0,14741
6	0,03685	3	-	0,22111
7	0,04299	4	-	0,29481
8	0,04914	5	-	0,36852
9	0,05528	6	-	0,44222
10	0,06142	7	-	0,51593
11	0,06756	8	-	0,58963
12	0,07370	9	-	0,66333
13	0,07985	10	-	0,73704
14	0,08599	11	-	0,81074
15	0,09216	12	-	0,88444
16	0,09827	13	-	0,95815
17	0,10441	14	-	1,03185
18	0,11055	15	-	1,10556
19	0,11670	16	-	1,17926

**VI. - TÁBOA DAS CANTIDADES DE POLGADAS CÚBICAS
FRANCESAS CORRESPONDENTES A UNHA ONZA, MEDIDA DO
SR. PRIESTLEY**

Onzas medida do Sr. Priestley	Polgadas cúbicas francesas Correspondentes	Onzas medida do Sr. Priestley	Polgadas cúbicas francesas Correspondentes
	polgadas cúbicas		polgadas cúbicas
1	0,00614	20	31,340
2	0,01228	30	47,010
3	0,01843	40	62,680
4	0,02457	50	78,350
5	0,03071	60	94,020
6	0,03685	70	109,690
7	0,04299	80	125,360
8	0,04914	90	141,030
9	0,05528	100	156,700
10	0,06142	200	313,400
11	0,06756	300	470,100
12	0,07370	400	626,800
13	0,07985	500	783,500
14	0,08599	600	940,200
15	0,09216	700	1096,900
16	0,09827	800	1253,600
17	0,10441	900	1410,300
18	0,11055	1000	1567,000
19	0,11670		

**VII. - TÁBOA DOS PESOS DOS DIFERENTES GASES, A 28
POLGADAS DE PRESIÓN E 10 GRAOS DO TERMÓMETRO**

NOMES DOS AIRES OU GASES	PESOS DA POLGADA CÚBICA	PESOS DO PÉ CÚBICO			OBSERVACIÓNS
	Grans	Onz.	Dracmas	Grans	
Aire atmosférico	0,46005	1	3	3,00	Segundo os meus experim.
Gas azote	0,44444	1	2	48,00	Idem.
Gas osíxeno	0,50694	1	4	12,00	Idem.
Gas hidróxeno	0,03539	-	-	61,15	Idem.
Gas ácido carbónico	0,68985	2	-	40,00	Idem.
Gas nitroso	0,54690	1	5	9,04	Segundo o Sr. Kirwan
Gas amoníaco	0,27488	-	6	43,00	Idem.
Gas ácido sulfuroso	1,03820	3	-	66,00	Idem.

VIII. - TÁBOA DOS PESOS ESPECÍFICOS DAS SUBSTANCIAS MINERAIS,
SACADA DA OBRA DO SR. BRISSON

NOMES DAS SUBSTANCIAS	VARIETADES	PESO ESPECÍFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA			PESO DO PÉ CÚBICO			
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans
SUBSTANCIAS METÁLICAS									
Ouro	Ouro de 24 quilates, fundido e sen forxar	192581	12	3	62	1348	1	-	41
	O mesmo, fundido e forxado	193617	12	4	28	1355	5	-	60
	Ouro de lei de París ou de 22 quilates, fundido e sen forxar	174863	11	2	48	1224	-	5	18
	O mesmo, fundido e forxado	175894	11	3	15	1231	4	1	2
	Ouro de lei da moeda francesa ou de 21 e 22/32 quilates, fundido e sen forxar	174022	11	2	17	1218	2	3	51
	O mesmo, acuíñado	176474	11	3	36	1235	5	-	51
	Ouro de lei de xoiería ou de 20 quilates, fundido e sen forxar	157090	10	1	33	1099	10	-	46
	O mesmo, fundido e forxado	157746	10	2	57	1104	3	4	30
	Prata de 12 denarios, fundida e sen forxar	104743	6	6	22	735	3	2	52
	A mesma, fundida e forxada	105107	6	6	36	735	11	7	43
Prata	Prata de lei de París ou de 11 denarios 10 grans, fundida e sen forxar	101752	6	4	55	712	4	1	57
	A mesma, fundida e forxada	103765	6	5	58	726	5	5	32
	Prata de lei da moeda francesa ou de 10 denarios 21 grans, fundida e sen forxar	100476	6	4	7	703	5	2	36
	A mesma, fundida e forxada	104077	6	5	70	728	8	4	71

	Platino bruto, en granallas	156017	10	-	65	1092	1	7	17
	O mesmo, decapado con ácido muriático	167521	10	6	62	1172	10	2	59
Platino	Platino purificado, fundido	195000	12	5	8	1365	-	-	-
	Platino purificado, forxado	203366	13	1	32	1423	8	7	67
	Platino purificado, en fios	210417	13	5	8	1472	14	5	46
	Platino purificado, en láminas	220690	14	2	31	1544	13	2	17
	Cobre vermello, fundido e sen forxar	77880	5	-	28	545	2	4	35
Cobre	O mesmo, fundido e fiado	88785	5	6	3	621	7	7	26
	Cobre amarelo, fundido e sen forxar	83958	5	3	38	587	11	2	26
	O mesmo, fundido e fiado	85441	5	4	22	598	1	3	10
	Ferro fundido	72070	4	-	27	504	7	6	52
	Ferro forxado, en barra, batido e sen bater	77880	5	-	28	545	2	4	35
Ferro	Aceiro, sen temperar, nin bater	78331	5	-	44	548	5	-	41
	O mesmo, batido e sen temperar	78404	5	-	47	548	13	1	71
	O mesmo, batido e despois temperado	78180	5	-	39	547	4	1	20
	O mesmo, temperado e non batido	78163	5	-	38	547	2	2	3
	Estaño puro de Cornualles, fundido e sen bater	72914	4	5	58	510	6	2	68
Estaño	O mesmo, fundido e batido	72994	4	5	61	510	15	2	45
	Estaño de Méiac, fundido e sen bater	72963	4	5	60	510	11	9	61
	O mesmo, fundido e batido	73065	4	5	64	511	7	2	17
Chumbo	Chumbo fundido	113523	7	2	62	794	10	4	44
Zinc	Zinc fundido	71902	4	5	21	503	5	5	41
Bismuto	Bismuto fundido	98227	6	2	67	687	9	3	28
Cobalto	Cobalto fundido	78119	5	-	36	546	13	2	45

NOMES DAS SUBSTANCIAS	VARIETADES	PESO ESPECIFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA				PESO DO PÉ CÚBICO			
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans	grans
Antimonio	Antimonio fundido	67021	4	2	54	469	2	2	59	
	Antimonio cru	40643	2	5	5	284	8	-	9	
	Vidro de antimonio	49464	3	1	47	346	3	7	64	
Arsénico	Arsénico fundido	57633	3	5	64	403	6	7	12	
	Níquel fundido	78070	5	-	35	546	7	6	52	
Molibdeno		47385	3	-	41	331	11	1	69	
Volframio		60665	3	7	33	424	10	3	60	
Mercurio		135681	8	6	25	949	12	2	13	
PEDRAS PRECIOSAS										
Diamante	Diamante oriental branco	35212	2	2	19	246	7	5	69	
	Diamante oriental de cor de rosa	35310	2	2	22	247	2	5	55	
Rubí	Rubí oriental	42833	2	6	15	299	13	2	26	
	Rubí espinela	37600	2	3	36	263	3	1	43	
	Rubí Balas	36458	2	2	65	255	3	2	26	
	Rubí do Brasil	35311	2	2	22	247	2	6	47	
	Topacio oriental	40106	2	4	57	280	11	6	70	
Topacio	Topacio pistacho oriental	40615	2	5	4	284	4	7	3	
	Topacio do Brasil	35365	2	2	24	247	8	7	3	
	Topacio de Saxonia	35640	2	2	35	249	7	5	32	
	Topacio branco de Saxonia	35535	2	2	31	248	11	7	26	
	Zafiro oriental	39941	2	4	51	279	9	3	10	
Zafiro	Zafiro oriental branco	39911	2	4	50	279	6	-	18	
	Zafiro do Pui	40769	2	5	10	285	2	1	2	
	Zafiro do Brasil	31307	2	-	17	219	2	3	5	

Xirasol		40000	2	4	53	280	-	-	-
Circón	Circón de Ceilán	44161	2	6	65	309	2	-	18
Xacinto	Xacinto común	36873	2	3	9	258	1	5	22
Verneil		42299	2	5	67	296	1	3	65
Granate	Granate de Bohemia	41888	2	5	52	293	3	3	47
	Granate en cristal dodecaédrico	40627	2	5	5	284	6	1	57
	Granate en cristal de 24 caras, vulcanizado	24684	1	4	58	172	12	4	62
	Granate de Estiria	40000	2	4	53	280	-	-	-
Esmeralda	Esmeralda do Perú	27755	1	6	28	194	4	4	35
Crisólita	Crisólita de xoiería	27821	1	6	31	194	11	7	44
	Crisólita do Brasil	26923	1	5	69	188	7	3	1
Augamaríña	Augamaríña oriental ou berilo	35489	2	2	29	248	6	6	10
	Augamaríña occidental	27227	1	6	8	190	9	3	28
PEDRAS SILÍCEAS									
Cristal de rocha	Cristal de rocha límpido de Madagascar	26530	1	5	54	185	11	2	64
	Cristal de rocha do Brasil	26526	1	5	54	185	10	7	21
	Cristal de rocha xelatinosa ou de Europa	26548	1	5	55	185	13	3	1
Cuarzo	Cuarzo cristalizado	26546	1	5	55	185	13	1	16
	Cuarzo en masa	26471	1	5	52	185	4	6	1
	Gres dos pavimentos	24158	1	4	38	169	1	5	41
Gres	Gres dos afiadores	21429	1	3	8	150	-	-	28
	Gres dos coiteiros	21113	1	2	68	147	12	5	18
	Gres brillante de Fontainebleau	25616	1	5	20	179	4	7	67
	Pedra da gadaña de gran medio da Auvergne	25638	1	5	21	179	7	3	47
	Pedra da gadaña de Lorraine	25298	1	5	8	177	1	3	1

NOMES DAS SUBSTANCIAS	VARIETADES	PESO ESPECÍFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA			PESO DO PÉ CÚBICO			
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans
Ágata	Ágata oriental	25901	1	5	31	181	4	7	21
	Ágata ónix	26375	1	5	49	184	10	-	-
Calcedonia	Calcedonia límpida	26640	1	5	59	186	7	5	32
Cornalina		26137	1	5	40	182	15	2	54
Sardónix	Sardónix puro	26025	1	5	36	182	2	6	39
Prasio		25805	1	5	27	180	10	1	20
Pedra de fusil	Pedra de fusil clara	25941	1	5	32	181	9	3	10
	Pedra de fusil escura	25817	1	5	28	180	11	4	2
Seixo	Seixo de ónix	26644	1	5	59	186	8	1	2
	Seixo de Rennes	26538	1	5	55	185	12	2	3
Pedra de moer		24835	1	4	63	173	13	4	12
Xade	Xade branco	29502	1	7	21	206	8	1	57
	Xade verde	29660	1	7	27	207	9	7	26
Xaspe	Xaspe vermello	26612	1	5	58	186	4	4	23
	Xaspe pardo	26911	1	5	59	188	6	-	18
	Xaspe amarelo	27101	1	6	4	189	11	2	36
	Xaspe violeta	27111	1	6	4	189	12	3	33
	Xaspe gris	27640	1	6	24	193	7	5	32
	Xaspe ónix ou encintado	28160	1	6	43	197	1	7	26
	Chorlo negro prismático hexaédrico	33636	2	1	32	235	7	1	62
	Chorlo negro espático	33852	2	1	40	236	15	3	28
Turmalina chorlo	Chorlo negro en masa, chamado <i>basalto negro antigo</i>	29225	1	7	11	204	9	1	43

PEDRAS ARCILLOSAS OU ALUMINOSAS

Serpentinita	Serpentinita opaca verde de Italia, chamada <i>gabro dos florentinos</i>	24295	1	4	47	170	1	-	23
Esteatita	Creta de Briançon grossa	27274	1	6	10	190	14	5	56
	Creta de España	27902	1	6	34	195	5	-	14
	Pedra ollar laminada do Delfinado	27678	1	6	26	193	12	7	40
	Pedra ollar laminada de Suecia	28531	1	6	57	199	11	3	56
	Talco de Moscú	27917	1	6	34	195	6	5	46
Xisto	Mica negra	29004	1	7	3	203	-	3	42
	Xisto común	26718	1	5	61	187	-	3	24
	Pizarra nova	28535	1	6	57	199	11	7	26
	Pedra de amolar navallas branca	28763	1	6	66	201	5	3	47
	Pedra de amolar navallas negra e branca	31311	2	-	17	219	2	6	47

PEDRAS CALCÁRIAS

Espato calcario	Espato calcario romboidal, chamado <i>crystal de Islandia</i>	27151	1	6	6	190	-	7	21
	Espato calcario piramidal, chamado <i>dente de porco</i>	27141	1	6	5	189	15	6	24
Alabastro	Alabastro oriental, branco antigo	27302	1	6	11	191	2	6	42
	Mármore de Campan verde	27417	1	6	16	191	14	5	46
	Mármore de Campan vermello	27242	1	6	9	190	11	-	60
	Mármore branco de Carrara	27168	1	6	6	190	2	6	38
Pedras calcárias para a construción	Mármore branco de Paros	28376	1	6	51	198	10	-	65
	Pedra de San Leu, da canteira de San Leu	16593	1	-	43	116	2	3	24
	Pedra de San Leu, da canteira de Notre Dame	18094	1	1	28	126	10	4	16
	Pedra de Vergelet, do grao máis grosso	16542	1	-	42	115	12	5	46
	Pedra de Arcueil	20605	1	2	49	144	3	6	6
	Pedra de liais, do fondo de Bagneux, da canteira da Sra. Ricateau	20778	1	2	56	145	7	1	6

NOMES DAS SUBSTANCIAS	VARIETADES	PESO ESPECIFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA			PESO DO PÉ CÚBICO			
			onzas	dracmas	grams	libras	onzas	dracmas	grams
Pedras calcarias para construción	Pedra de liais, do fondo de Bagneux, da canteira do Sr. Orry	23902	1	4	28	167	5	-	14
	Pedra das canteiras de Bouré	13864	-	7	14	97	1	6	10
	Pedra de Passy, preto de Tonnerre	23340	1	4	7	163	6	-	46
ESPATOS									
Espato pesado ou sulfato de barita	Espato pesado branco	44300	2	6	70	310	1	4	58
	Espato fluor branco	31555	2	-	26	220	14	1	20
	Espato fluor vermello	31911	2	-	39	223	6	-	18
	Espato fluor verde	31817	2	-	36	222	11	2	17
Espato fluor ou fluato de cal	Espato fluor azul	31688	2	-	31	221	13	-	32
	Espato fluor violeta	31757	2	-	34	222	4	-	20
ZEOLITA									
Zeolita	Zeolita brillante vermella de Oedelfors	24868	1	4	64	174	1	1	52
	Zeolita brillante branca	20379	1	2	54	145	2	6	10
	Zeolita cristalizada	20833	1	2	58	145	12	2	26
PECHSTEIN OU PEDRA DE PEZ									
Pedras de pez	Pedra de pez negra	20499	1	2	45	143	7	7	7
	Pedra de pez amarela	20860	1	2	59	146	-	2	40
	Pedra de pez vermella	26695	1	5	61	186	13	6	52
	Pedra de pez moura	23191	1	4	2	162	5	3	10

PEDRAS MEZCLADAS										
Pórfiro	Pórfiro vermello	27651	1	6	24	193	8	7	21	
	Pórfiro vermello do Delfinado	27933	1	6	35	195	8	3	70	
	Serpentina verde	28960	1	7	1	202	11	4	12	
Serpentina	Serpentina negra, chamada <i>Variolita do Delfinado</i>	29339	1	7	15	205	5	7	54	
	Serpentina verde do Delfinado	29883	1	7	36	209	2	7	12	
Ofita		29722	1	7	30	208	-	6	66	
Granitelle ¹		30626	1	7	63	214	6	-	65	
	Granito vermello de Exipto	26541	1	5	55	185	12	4	53	
Granito	Granito dun vermello fermoso	27609	1	6	25	193	4	1	48	
	Granito do val de Gerardmer, nos Vosgos	27163	1	6	6	190	2	2	3	
PEDRAS VOLCÁNICAS										
	Pedra pómez	9145	1	4	53	64	-	1	66	
	Lava plena de volcán, chamada <i>pedra obsidiana</i>	23480	1	4	13	164	5	6	6	
Pedras volcánicas	Pedra de Volvic	23205	1	4	2	162	6	7	49	
	Basalto da Calzada dos Xigantes	28642	1	6	61	200	7	7	17	
	Basalto prismático da Auvergne	24215	1	4	40	169	8	-	46	
	Basalto chamado <i>pedra de toque</i>	24153	1	4	38	169	1	1	6	
VITRIFICACIONES ARTIFICIAIS										
	Escoura das forxas	28548	1	6	58	199	13	3	1	
	Vidro das botellas	27325	1	6	12	191	4	3	14	
	Vidro verde ou común das vidreiras	26423	1	5	50	184	15	3	1	
	Vidro branco ou cristal de Francia	28922	1	7	-	202	7	2	8	
Vidros	Cristal dos espellos de San Gobain	24882	1	4	65	174	2	6	20	
	Cristal de Inglaterra, chamado <i>flint-glas</i>	35233	2	1	19	233	-	6	38	
	Vidro de bórax	26070	1	5	37	182	7	6	52	

¹ *Sic*, por «granitell», termo obsoleto para designar unha rocha con cuarzo e turmalina ou cuarzo e hornblenda (A *Classification of Igneous Rocks*, R.W. Le Maitre, Ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1989) [Nota dos TT].

NOMES DAS SUBSTANCIAS	VARIETADES	PESO ESPECÍFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA			PESO DO PÉ CÚBICO			
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans
Porcelanas	Porcelana dura do Rei ou de Sèvres	21457	1	3	9	150	3	1	34
	Porcelana de Limoges	23410	1	4	10	163	13	7	26
	Porcelana da China	23847	1	4	26	166	14	6	66
MATERIAIS INFLAMAVES									
Xofre	Xofre nativo	20332	1	2	39	142	5	1	34
	Xofre fundido	19907	1	2	23	139	5	3	56
Betumes	Carbón de terra compacta	13292	-	6	64	93	-	5	46
	Ámbar gris	9263	-	4	58	64	13	3	47
	Ámbar amarelo ou succino transparente	10780	-	5	42	75	7	2	63

TÁBOLA DOS PESOS ESPECÍFICOS DOS FLUÍDOS

NOMES DAS ESPECIES	VARIETADES	PESO ESPECÍFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA			PESO DO PÉ CÚBICO		
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas
AUGAS								
Augas	Auga destilada	10000	-	5	13 ½	70	-	-
	Auga de chuva	10000	-	5	13 ½	70	-	-
	Auga do Sena, filtrada	10001,5	-	5	13,4	70	-	1 25
	Auga de Arcueil	10004,6	-	5	13,5	70	-	4 9
	Auga de Ville-d'Avray	10004,3	-	5	13,5	70	-	3 61
	Auga de mar	10263	-	5	23	71	13	3 47
	Auga do lago Asfaltito ou do mar Morto	12403	-	6	31	86	13	1 6
LICORES ESPIRITUOSOS								
Vinhos	Vinho de Borgoña	9915	-	5	10	69	6	3 60
	Vinho de Bordeos	9937	-	5	11	69	9	1 25
	Vinho de malvasia de Madeira	10382	-	5	28	72	10	6 20
	Cervexa vermella	10338	-	5	26	72	5	6 61
	Cervexa branca	10231	-	5	22	71	9	6 70
	Sidra	10181	-	5	20	71	4	2 13

Éter	Éter sulfúrico	7396	-	3	60	51	12	2	59
	Éter nítrico	9088	-	4	51	63	9	6	61
	Éter muriático	7296	-	3	56	51	1	1	16
	Éter acético	8664	-	4	35	60	10	2	68
LICORES ÁCIDOS									
Ácidos minerais	Ácido sulfúrico	18409	1	1	39	128	13	6	33
	Ácido nítrico	12715	-	6	43	89	-	-	46
	Ácido muriático	11940	-	6	14	83	9	2	17
	Ácido acetoso vermelho	10251	-	5	23	71	12	-	65
Ácidos vexetai	Ácido acetoso branco	10135	-	5	18	70	15	-	69
	Ácido acetoso destilado	10095	-	5	17	70	10	5	9
	Ácido acético	10626	-	5	37	74	6	-	65
Ácidos animais	Ácido fórmico	9942	-	5	11	60	9	4	2
ÁLCALI VOLÁTIL OU AMONIACO									
Amoníaco	Amoníaco en licor	8970	-	4	47	62	12	5	9
LICORES ACEITOSOS									
Aceites volátiles ou essenciais	Aceite esencial de trementina	8697	-	4	37	60	14	-	37
	Trementina líquida	9910	-	5	10	69	5	7	26
	Aceite esencial de cantoso	8938	-	4	46	62	9	-	32
	Aceite esencial de cravo	10363	-	5	27	72	8	5	18
	Aceite esencial de canela	10439	-	5	30	73	1	1	25

NOMES DAS ESPECIES	VARIETADES	PESO ESPECIFICO	PESO DA POLGADA CUBICA			PESO DO PE CUBICO		
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas
	Aceite de oliva	9153	-	4	54	64	1	6
	Aceite de amendoas doces	9170	-	4	54	64	3	23
Aceites fixos ou graxas	Aceite de liño	9403	-	4	63	65	1	6
	Aceite de durmideira	9288	-	4	57	64	10	18
	Aceite de faia	9176	-	4	55	64	3	50
	Aceite de balea	9233	-	4	57	64	10	55
LICORES ANIMAIS								
Licores animais	Leite de muller	10203	-	5	21	71	6	64
	Leite de egua	10346	-	5	26	72	6	1
	Leite de burra	10355	-	5	27	72	7	6
	Leite de cabra	10341	-	5	26	72	6	30
	Leite de ovella	10409	-	5	29	72	13	33
	Leite de vaca	10324	-	5	25	72	4	22
	Soro de vaca clarificado	10193	-	5	20	71	5	67
	Ouriños humanos	10106	-	5	17	70	1	70

TÁBEO DOS PESOS ESPECÍFICOS DALGUNHAS SUBSTANCIAS VEGETAIS E ANIMAIS

ESPECIES	VARIETADES	PESO ESPECÍFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA			PESO DO PÉ CÚBICO			
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans
Resinas	Resina amarela ou branca do piñeiro	10727	-	5	40	75	1	3	28
	Colofonia	10857	-	5	45	75	15	7	63
	Chapapote	10819	-	5	54	75	11	5	59
	Baras	10441	-	5	30	73	1	3	10
	Sandárraca	10920	-	5	48	76	7	-	23
	Resina de lentisco	10742	-	5	41	75	3	-	60
	Estoraque	11098	-	5	54	77	10	7	58
	Resina ou goma copal opaca	11398	-	5	28	72	12	4	44
	Goma copal transparente	10452	-	5	30	73	2	4	71
	Goma copal de Madagascar	10600	-	5	36	74	3	1	43
	Goma copal de China	10628	-	5	37	74	6	2	50
	Resina ou goma elemí	10182	-	5	20	71	4	3	5
	Resina ou goma anime de Oriente	10284	-	5	24	71	15	6	33
	Resina ou goma anime de Occidente	10426	-	5	29	72	15	5	50
	Ládano	11862	-	6	11	83	-	4	25
	Ládano <i>in tortis</i>	24933	-	4	67	174	8	3	70
	Resina ou goma de guaiaco	12289	-	6	27	86	-	2	68
	Resina de Xalapa	12185	-	6	23	85	4	5	55
Sangue de dragón	12045	-	6	18	84	5	-	23	
Resina ou goma laca	11390	-	5	65	79	11	5	32	
Resina de Tacamaca	10463	-	5	31	73	3	6	61	
Benxuí	10924	-	5	48	76	7	3	65	
Resina ou goma alouchi	10604	-	5	36	74	3	5	13	
Resina ou goma carana	11244	-	5	60	78	11	2	45	
Resina ou goma elástica	9335	-	4	61	65	5	4	12	
Alcanfor	9887	-	5	9	69	3	2	54	

ESPECIES	VARIETADES	PESO ESPECÍFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA			PESO DO PÉ CÚBICO			
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans
Gomarresinas	Goma amoniaco	12071	-	6	19	84	7	7	44
	Goma seráfica	12008	-	6	16	84	-	7	12
	Goma de hedra	12948	-	6	51	90	10	1	29
	Goma guta	12216	-	6	24	85	8	1	39
	Euforbio	11244	-	5	60	78	11	2	45
	Oliban ou incenso	11732	-	6	6	82	1	7	63
	Mirra	13600	-	7	4	95	3	1	43
	Bedelio	13717	-	5	65	79	10	1	57
	Escamonea de Alep	12354	-	6	29	86	7	5	13
	Escamonea de Esmirna	12743	-	6	44	89	3	1	52
	Gálbano	12120	-	6	20	84	13	3	37
	Asa fétida	13275	-	6	64	92	14	6	29
	Sarcocola	12684	-	5	42	88	12	4	62
	Opopónaco	16226	-	-	30	113	9	2	36
	Goma común ou do país	14817	-	7	49	103	11	4	2
Goma arábica	14523	-	7	38	101	10	4	44	
Gomas	13161	-	6	59	92	2	-	18	
Goma tragacanto	14346	-	7	32	100	6	6	1	
Goma de Basora	14456	-	7	36	101	3	-	41	
Goma de caoba	14206	-	7	26	99	7	-	41	
Goma monbain	17228	1	-	67	120	9	4	21	
Zume de regalicia	15153	-	7	62	106	1	1	6	
Zume de acacia	14573	-	7	40	102	-	1	29	
Zume de areca	13980	-	7	18	97	13	6	6	
Cato									

ESPECIES	VARIETADES	PESO ESPECÍFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA			PESO DO PÉ CÚBICO			
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans
Zumes espesos (continuación)	Áloe hepático	13586	-	7	3	95	1	5	4
	Áloe socotrina	13795	-	7	11	96	9	-	23
	Apótutiga	15263	-	7	66	106	13	3	47
Féculas	Opio	13365	-	6	67	93	8	7	3
	Índigo	7690	-	3	71	53	13	2	17
	Bixa	5956	-	3	6	41	11	-	41
Ceras e graxas	Cera amarela	9648	-	5	-	67	8	4	44
	Cera branca	9686	-	5	2	67	12	6	47
	Cera de auruchi	8970	-	4	47	62	12	5	9
	Manteiga de cacao	8916	-	4	45	62	6	4	53
	Esperma de balea.	9433	-	4	64	66	-	3	70
	Graxa de boi	9232	-	4	57	64	9	7	63
	Graxa de becerro	9341	-	4	61	65	6	1	39
	Graxa de cordeiro	9235	-	4	57	64	10	2	40
	Sebo	9419	-	4	64	65	14	7	31
	Graxa de porco	9368	-	4	62	65	9	1	52
Madeiras	Touciño	9478	-	4	66	66	5	4	21
	Manteiga	9423	-	4	64	65	15	3	1
	Castiñeiro de 60 anos, o corazón	11700	-	6	5	81	14	3	14
	Cortiza	2400	-	1	18	16	12	6	29
	Lamagueiro, o tronco	6710	-	3	35	46	15	4	12
	Freixo, o tronco	8450	-	4	27	59	2	3	14
	Faia	8520	-	4	30	59	10	-	66
Amieiro	8000	-	4	11	56	-	-	-	

ESPECIES	VARIETADES	PESO ESPECÍFICO	PESO DA POLGADA CÚBICA			PESO DO PÉ CÚBICO			
			onzas	dracmas	grans	libras	onzas	dracmas	grans
Madeiras (continuación)	Pradairo	7550	-	3	66	52	13	4	58
	Nogueira de Francia	6710	-	3	35	46	15	4	12
	Salgueiro	5850	-	3	2	40	15	1	43
	Tíleiro	6040	-	3	9	42	4	3	60
	Abeto macho	5500	-	2	61	38	8	-	-
	Abeto femia	4980	-	2	42	34	13	6	6
	Chopo	3830	-	1	71	26	12	7	49
	Chopo prateado de España	5294	-	2	54	37	-	7	31
	Maceira	7930	-	4	8	55	8	1	20
	Pereira	6610	-	3	31	46	4	2	40
	Marmelo	7050	-	3	47	49	5	4	58
	Nespeireira	9440	-	4	64	66	1	2	17
	Ameixeira	7850	-	4	5	54	15	1	43
	Oliveira	9270	-	4	58	64	14	1	66
	Cerdeira	7150	-	3	51	50	-	6	29
	Abeleira	6000	-	3	8	42	-	-	-
	Buxo de Francia	9120	-	4	52	63	13	3	37
	Buxo de Holanda	13280	-	6	64	92	15	2	63
	Teixo de Holanda	7880	-	4	6	55	2	4	35
	Teixo de España	8070	-	4	13	56	7	6	52
Alcipreste de España	6440	-	3	29	45	1	2	17	
Tuia	5608	-	2	65	39	4	-	55	
Milgrandeira	13540	-	7	1	94	12	3	60	
Moreira de España	8970	-	4	47	62	12	5	9	
Guaiaco	13330	-	6	66	93	4	7	49	
Laranneira	7050	-	3	47	49	5	4	58	

TÁBOA DE MATERIAS
POR ORDE ALFABÉTICA

A

ACEITES. Están formados por carbono e hidróxeno, 182. — Son verdadeiros radicais carbono-hidrosos, 233. — Proporción dos principios que os constitúen, 182. — Son a base ou o radical dos ácidos vexetais e animais? — Razóns que fan inclinarse polo non, 243. — Aparello para a súa combustión, 440 e seg. — Ao arder convértense en ácido carbónico e auga, 188.

ACEITE DE OLIVA. Cantidad de calórico que se desprende, 178.

ACEITES FIXOS. Conteñen un exceso de carbono, 182. — Pérdeno a un grao de calor superior ao da auga a ebulición, *ibid.*

ACEITES VOLÁTILES. Están formados pola proporción xusta de hidróxeno e carbono, 182. — A un grao superior ao da auga a ebulición, combínanse co calórico para formar un gas; durante a destilación pasan neste estado, *ibid.*

ACEITES VOLÁTILES ANIMAIS. O carbono está tan pouco retido que se separa por simple exposición ao aire libre, 192. — Sepárase aínda máis rapidamente, cando se expoñen ao gas osíxeno, e o aceite vólvese negro; ao mesmo tempo fórmase auga, *ibid.* — Por rectificación vólvense brancos, e o carbono sepárase, *ibid.* — Por rectificacións sucesivas descompóñense e convértense completamente en carbón e auga, *ibid.*

ÁCIDO ACÉTICO. Táboa das súas combinacións, 314. — Chamado antes *vinagre radical*. — Último grao de osixenación que pode tomar o radical hidrocarbonoso. — Aínda non se ten demostrado que estea máis osixenado ca o ácido acetoso; podería diferir na distinta proporción dos principios do radical. — Formas de obtelo, 315.

ÁCIDO ACETOSO. Chamado vulgarmente *vinagre*, 206. — O seu radical está composto por unha proporción, aínda indeterminada, de hidróxeno e carbono, *ibid.* — É o resultado da osixenación do viño, *ibid.* — Ao formarse absorbe o osíxeno do aire, *ibid.* — Táboa das súas combinacións, 310.

ÁCIDO ARSÉNICO. Táboa das súas combinacións, 286. — Quítalle o osíxeno ao ácido nítrico, converténdose nun verdadeiro ácido, soluble en auga, 287. — Combínase coa potasa e cun gran número de bases salificables, *ibid.* — Varios métodos de obtención, *ibid.*

ÁCIDO BENZOICO. Táboa das súas combinacións, 318. — Obtense por sublimación e por vía húmida. — Procedemento de obtención. — Recóllese en forma concreta, 319.

ÁCIDO BÓMBICO. Táboa das súas combinacións, 330. — Obtense da crisálida do verme da seda. — Método de obtención. — As súas propiedades e afinidades non están ben determinadas. — O seu radical parece estar composto de carbono, hidróxeno e, quizais, fósforo, 331.

ÁCIDO BORÁCICO. Combinación do radical borácico co osíxeno, 257. — Táboa das súas combinacións, 283. — Obtense do bórax. — Sal sedativo dos antigos, 284. — Métodos para obtelo do bórax, 284. — As súas propiedades, as súas diferentes afinidades, segundo se traballe por vía seca ou por vía húmida. — O seu radical é descoñecido. — Só por analoxía crese que o osíxeno entra na súa composición, 285.

ÁCIDO CANFÓRICO. Táboa das súas combinacións, 320. — Métodos de obtención. — É moi parecido ao ácido oxálico. — Pódese ver como unha mestura de ácido oxálico e ácido málico, 321

ÁCIDO CARBÓNICO. Moi estendido na natureza. — Completamente formado nas gredas, mármore, neutralizado polo cal. — Métodos de obtención. — Únese á auga en volumes aproximadamente iguais. — O seu radical é o carbono. — Pódese formar artificialmente osixenando o carbono, 273. — A súa formación na combustión dos vexetais, 210. — Leva unha porción de calórico que o mantén en estado gasoso, *ibid.* — É un dos produtos da fermentación viñosa, 194. — Convértese nun ácido vexetal ao combinalo co hidróxeno, 207. — A súa descomposición sería moi importante para as

- artes. — Pódese conseguir polas afinidades dobres, 274. — Táboa das súas combinacións, 272.
- ÁCIDO CÍTRICO.** Táboa das súas combinacións, 299. — Obtense do zume do limón; atópase en moitos outros froitos. — Métodos para obtelo puro, 300.
- ÁCIDO FLUÓRICO.** Combinacións do ácido fluórico co osíxeno, 257. — Táboa das súas combinacións, 281. — Atópase totalmente formado no espato flúor ou espato fosfórico. — Métodos para separalo das súas bases. — Atópase naturalmente en forma de gas. — Disolve o vidro. — Poderíase tentar descompoñelo por medio das afinidades dobres, 282.
- ÁCIDO FÓRMICO.** Táboa das súas combinacións, 328. — Descubriuse no último século. — Especie de formiga da que se obtén. — Métodos de obtención, 329.
- ÁCIDO FOSFÓRICO.** Formado pola combustión do fósforo en gas osíxeno, 145. — Atópase en estado concreto despois da combustión, 146, 172 e 271. — Método para obtelo puro, 271. — Cantidade de osíxeno que absorbe o fósforo ao se converter en ácido, *ibid.* — Non se pode considerar un ácido animal, porque pertence aos tres reinos, 189. — Táboa das súas combinacións, 270.
- ÁCIDO FOSFOROSO.** Combinación do fósforo co osíxeno mediante unha combustión lenta, 271. — Convértese en ácido fosfórico mediante unha exposición prolongada ao aire, *ibid.* — Táboa das súas combinacións, 269.
- ÁCIDO GÁLICO.** Táboa das súas combinacións, 322. — Tírase do bugallo. — Método de obtención. — As súas propiedades ácidas son pouco marcadas. — Atópase en moitos vexetais. — O seu radical é descoñecido, 323.
- ÁCIDO LÁCTICO.** Táboa das súas combinacións, 324. — Atópase no soro. — Procedementos de obtención. — Únese a todas as bases salificables. — Ten moita relación co ácido acetoso, 325.

ÁCIDO LÍTICO. Táboa das súas combinacións, 334. — Métodos de obtención. — As súas propiedades son pouco coñecidas. — Podería estar xa combinado cunha base e no estado de fosfato de cal, 335.

ÁCIDO MÁLICO. Táboa das súas combinacións, 297. — Atópase no zume das mazás e doutras froitas. — Método de obtención. — En moitas froitas está mesturado co ácido cítrico e o tartaroso. — É intermedio entre o ácido oxálico e o ácido acetoso. O seu radical contén carbono e hidróxeno. — Prepárase artificialmente, 298.

ÁCIDO MARIÑO. Atópase, de forma natural, en estado gas ao grao de presión da atmosfera, 154. — Véx. *Ácido muriático*.

ÁCIDO MARIÑO OSIXENADO. Obtense por destilación do ácido mariño sobre óxidos metálicos, 278. — Véx. *Ácido muriático osixenado*.

ÁCIDO MOLÍBDICO. Táboa das súas combinacións, 289. — Métodos de obtención. — Recóllese en forma poirenta, de cor branca como a greda. — É sempre concreto e pouco soluble, 290.

ÁCIDO MURIÁTICO. Combinación do radical muriático co osíxeno, 257. O seu nome deriva da palabra latina *muria*, 155. — Atópase en estado gas ao grao de presión e temperatura ordinarios, 154. — Combínase doadamente coa auga, 155. — Está moi estendido no reino animal, unido a diferentes bases. — Non foi descomposto en ningún experimento químico. — O seu radical é descoñecido, 155 e 277. — Opinión sobre a súa natureza, 277. — Retén feblemente ás súas bases. — Método para separalo destas. — Aparellos para a súa destilación, *ibid.* — Cárgase de osíxeno cando se destila sobre óxidos metálicos, tales como o de manganeso, *ibid.* — É susceptible de diferentes tipos de osixenación, 155. — O exceso de osíxeno faino menos miscible coa auga, 156; máis volátil, *ibid.* — Por que non se lle aplicou ao seu nome a terminación *-oso*, *ibid.* — Táboa das súas combinacións, 275.

ÁCIDO MURIÁTICO OSIXENADO. É máis volátil ca o ácido muriático ordinario, 156. — Non pode existir máis ca en forma gasosa. — Só é absorbido pola auga en pequena cantidade. — Combínase cun gran número de bases salificables. — Os sales que forma detonan co carbono. — Estas detonacións son perigosas pola expansión do calórico, 278. — Disolve as substancias metálicas sen efervescencia, 217. — Perde o seu exceso de osíxeno na disolución dos metais e pasa a ácido muriático ordinario, *ibid.* — Táboa das súas combinacións, 276.

ÁCIDO NÍTRICO. O seu radical é o gas azote, 143. — É o ácido nitroso sobrecargado de osíxeno, 158. — Está composto por catro partes de osíxeno e unha de azote, *ibid.* — É branco, incoloro, máis fixo ao lume ca o ácido nitroso, 158. — Extráese normalmente do salitre, 260. — Métodos de obtención, *ibid.* — Retén unha gran parte do calórico do osíxeno que entrou na súa composición, 175. — O calórico despréndese con estrondo durante a súa descomposición, 177. — Pode servir para osixenar moitas substancias por vía húmida, 240. — Con moita frecuencia está unido ao cal e á magnesia, 260. — Métodos para obtelo puro, 261. — Ten unha gran tendencia á combinación e descomponse facilmente el só, *ibid.* — Táboa das súas combinacións, 259.

ÁCIDO NITROMURIÁTICO. Chamado antigamente *auga rexia*. — É un ácido de dúas bases, 280. — Ten propiedades particulares que dependen da acción combinada das súas dúas bases acidificables, 184 e 280. — Os metais oxídanse neste ácido antes de se disolveren nel. — Gas que se desprende durante a disolución, 280. — Táboa das súas combinacións, 279.

ÁCIDO NITROSO. Razóns para manter esta denominación; a de *azótico* iríalle mellor, 157. — Extráese normalmente do salitre, 157 e 260. — Métodos de obtención, 260. — É o resultado da combinación do osíxeno e o azote, 156 e 245. — É o ácido do nitro cargado de azote ou de gas nitroso, 158; — e, en consecuencia, un verdadeiro ácido azotoso, 157. — É o

primeiro no que a existencia de osíxeno ten sido ben probada, 157. — Os principios que o constitúen están feblemente unidos, *ibid.* — É vermello e fumante, 158. — Libera o seu exceso de gas nitroso cunha calor lixeira, *ibid.* — Está formado pola unión de tres partes de osíxeno e unha de azote, 158. — Táboa das súas combinacións, 258.

ÁCIDO OXÁLICO. Táboa das súas combinacións, 307. — Tírase do zume da aceda; nesta planta, atópase unido á potasa e en estado de sal neutro con exceso de ácido. — Método para separalo da súa base. — Cristaliza cando está puro. — Unido a súa base pode entrar enteiro nun gran número de combinacións, dando lugar a sales de dúas bases, 308.

ÁCIDO PIROLIGNOSO. Táboa das súas combinacións, 301. — Extráese da madeira. — Métodos para obtelo puro. — O seu radical está formado por hidróxeno e carbono. — É sempre o mesmo, con independencia da madeira da que se tire, 302.

ÁCIDO PIROMUCOSO. Táboa das súas combinacións, 305. — Extraése de todos os corpos azucrados, por destilación a lume nu. — Accidentes a evitar. — Procedemento para concentralo. — Convértese en ácido oxálico e en ácido málico osixenándoo, 306.

ÁCIDO PIROTARTAROSO. Extráese do tártaro por destilación a lume nu. — Métodos de obtención. — Durante a destilación despréndese unha gran cantidade de ácido carbónico. — Explosión na rectificación, 304. — Táboa das súas combinacións, 303.

ÁCIDO PRÚSICO. Táboa das súas combinacións, 336. — Unido ao ferro, dálle unha cor azul. — O seu radical é descoñecido. — É un ácido de base dobre ou tripla, sendo o azote un dos seus principios constituíntes, 337. — Soamente ten unha parte das propiedades ácidas, *ibid.*

ÁCIDO SACOLÁCTICO. Táboa das súas combinacións, 326. — Extráese do azucre do soro. — A súa acción sobre os metais é pouco coñecida. — Os sales que resultan da súa combinación coas bases salificables son pouco solubles, 327.

ÁCIDO SEBÁCICO. Táboa das súas combinacións, 332. — É a graxa animal osixenada. — Método de obtención, 333.

ÁCIDO SUCCÍNICO. Táboa das súas combinacións, 316. — Extráese do succino. — Métodos de obtención. — Non ten as propiedades ácidas en grao moi elevado, 317.

ÁCIDO SULFÚRICO. Está formado pola combinación de xofre e osíxeno, 149, 153 e 265. — Proporción de osíxeno que entra na súa combinación, 266. — É incombustible, 149. — O seu peso é igual ao do xofre que se queimou para formalo e ao do osíxeno que se absorbeu durante a combustión, *ibid.* — Dificultade para condensalo, *ibid.* — Combínase coa auga en todas as proporcións, *ibid.* — Atópase totalmente formado nas arxilas, nos xesos. — Métodos para levalo ata o estado de xofre por vía da descomposición e da afinidade, 251. — Descompón o nitro, 156. — Os metais descompóñeno e redúceno ao estado de ácido sulfuroso, 266. — Táboa das súas combinacións coas bases salificables, 263.

ÁCIDO SULFUROSO. Primeiro grao de osixenación do xofre, 152 e 268. — Os metais, cando están oxidados, son solubles neste ácido, 268. — Obtense por diferentes procedementos, *ibid.* — Atópase en estado gas á presión atmosférica ordinaria. — Condénsase polo frío, *ibid.* — Táboa das súas combinacións, 267.

ÁCIDO TARTAROSO. Táboa das súas combinacións, 294. — Métodos para obtelo puro. — O seu radical está en exceso. — É por esta razón pola que se lle deu ao seu nome a terminación en *-oso*. — A súa base é o radical carbono-hidroso. — O azote entra na súa composición. — Osixenándoo, convértémolo nos ácidos málico, oxálico e acetoso, 295 e 296. — Obsérvanse dous graos de saturación nas súas combinacións cos álcalis. — O primeiro grao con exceso de ácido; *tartrito acidulo de potasa*. — O segundo grao, sal perfectamente neutro; *tartrito de potasa*, 296.

ÁCIDO VOLFRÁMICO. Táboa das súas combinacións, 291. — Extráese da mina de volframio, na que xa se atopa en forma

ácida. — Métodos de obtención. — As súas afinidades cos ácidos metálicos non están determinadas, 293.

ÁCIDOS. En xeral, resultan dunha primeira orde de combinacións formadas pola unión de dous principios simples, 208; — a saber, dun radical particular e dun principio acidificante común a todos, o osíxeno, 151. — En xeral, son o resultado da combustión ou da osixenación dun corpo, 152. — As súas denominacións xerais tómanse da súa base acidificable, 153. — Dificultade para os denominar cando as bases son descoñecidas, *ibid.* — Cando conteñen pouco osíxeno, os seus nomes rematan en *-oso*, *ibid.* — Cando están máis cargados deste principio, rematan en *-ico*, *ibid.* — Poden ser vistos como verdadeiros principios salificantes, 208. — As súas combinacións coas bases salificables, 227. — O seu número tense incrementado moito dende os últimos descubrimentos químicos, 242. — Cada novo ácido enriquece a química con vinte e catro ou corenta e oito sales, 221.

ÁCIDOS ANIMAIS. Neste intre só se coñecen seis, 189. — Semeylla parecérense moito uns aos outros, *ibid.* — Normalmente entran na súa composición catro bases acidificables, 185.

ÁCIDOS VEXETAIS. Ata o momento coñécense trece, 187. — A súa composición é coñecida, pero non a proporción dos principios que os constitúen, 186 e 207. — Todos teñen por base o hidróxeno, o carbono e, algunhas veces, o fósforo, 185 e 233. — Só se diferencian entre eles pola proporción de hidróxeno e carbono, e polo seu grao de osixenación, 185. — Aínda que compostos de hidróxeno e carbono, non conteñen, non obstante, nin auga nin ácido carbónico, pero si os principios axeitados para formalos, 188. — Poden converterse uns noutros cambiando a proporción dos seus principios constituíntes, 242.

AFINIDADES. Aínda non hai datos abondo para abordar un tratado completo sobre este tema, *Discurso preliminar*, 98. — Son dobres e triplas na descomposición dos vexetais, 191. — Son moi complicadas na putrefacción, 203.

AIRE ATMOSFÉRICO. Composto de dous fluídos elásticos, un respirable e outro que non o é, 132 e 142. — Observacións sobre os experimentos analíticos relacionados co aire atmosférico, 137 e seg. — A súa descomposición polo mercurio, 130 e seg. — Despois da calcinación do mercurio xa non é respirable, 131. — É descomposto polo ferro, 134. — Diminúe en peso nunha cantidade igual á que aumenta o ferro na súa calcinación, 137. — É descomposto polo gas nitroso, 158; — pola combustión do xofre, 149. — Véx. *Atmosfera*.

AIRE FIXO. O primeiro nome do ácido carbónico, 150. — Véx. *Ácido carbónico*.

AIRE VITAL. Véx. *Gas osíxeno*.

ÁLCALI DA SOSA. Extráese da lixiviación das cinzas das plantas que medran na beira do mar, principalmente do calí, 212. — Non se coñecen os seus principios constituíntes, *ibid.* — Non se sabe se esta substancia está totalmente formada nos vexetais antes da súa combustión, *ibid.* — Está case sempre saturada de ácido carbónico, *ibid.* — Os seus cristais florecen ao aire e perden a súa auga de cristalización, *ibid.*

ÁLCALI FIXO OU POTASA. É un produto resultante da combustión dos vexetais, 210. — Métodos de obtención, 211. — Non se coñecen os seus principios constituíntes, 212. — A analoxía podería levar a pensar que o azote é un dos principios constituíntes dos álcalis en xeral, *ibid.* — Volatilízase moi rapidamente ao lume alimentado por gas osíxeno, 477.

ALCANFOR. Especie de aceite concreto que se obtén por sublimación dun loureiro do Xapón, 321.

ALCOL. Razóns que levaron a adoptar este nome xenérico para todos os licores espirituosos, 194. — Está composto de carbono e hidróxeno, 202. — Nesta combinación o hidróxeno e o carbono non se atopan no estado de aceite, *ibid.* — Descomponse ao pasar a través dun tubo de vidro incandescente, *ibid.* — Aparello para a súa combustión, 445.

ALIAXES. Combinación dos metais uns cos outros, 180. — O metal que predomina dálle o nome á aliaxe. — As aliaxes teñen o seu grao de saturación moi definido, 257.

ALUMINA. Atópase principalmente nas arxilas, 214. — A composición desta terra é completamente descoñecida, *ibid.* — Ten menos tendencia á combinación ca as demais terras, *ibid.* — É perfectamente fusible ao lume alimentado por gas osíxeno, 477. — O seu estado despois da combustión, *ibid.*

AMÁLGAMA. Combinación do mercurio cos demais metais, 180.

AMIDÓN. Óxido vexetal de dúas bases, 185.

AMONIACO. Resultado da combinación do azote e o hidróxeno, 157 e 204. — De 1000 partes de amoníaco, 807 son azote e 193 hidróxeno, 213. — Métodos para levalo ata un estado alto de pureza, *ibid.* — Cando está moi puro, só pode existir en forma gasosa, *ibid.* — En estado aeriforme, recibe o nome de gas amoníaco, *ibid.* — Nese estado, a auga absorbeo en gran cantidade, *ibid.*

APARELLOS PNEUMATOQUÍMICOS DE AUGA E DE MERCURIO.
Descrición, 352 e seg.

APARELLOS QUÍMICOS. Razóns que levaron a situar a súa descrición ao final da obra, 341.

ARSÉNICO. É susceptible de osixenarse. Neste estado ten a propiedade de unirse ás bases salificables, 287.

ATMOSFERA TERRESTRE. A súa constitución, 120, 126 e seg. — A súa análise, 129. — Composta de todos os fluídos susceptibles de existir en estado de vapor e de elasticidade constante ao grao de calor e presión que experimentamos, 128. — A súa presión é un obstáculo para a vaporización, 127. — Cales son as súas partes constituíntes, 140. — O seu límite, 127. — Véx. *Aire atmosférico, Gas osíxeno, Gas azote.*

ATRACCIÓN. Tende a unir as moléculas dos corpos, mentres que o calórico tende a separalas, 111.

AUGA. Os seus diferentes estados segundo a cantidade de calórico coa que está combinada, 112 e 140. — Transfórmase nun

fluido elástico a un grao de calor superior ao de ebulición, 119. — Disólvese nos gases, 139. — Considerada polos antigos como un elemento ou substancia simple, 162. — Probas de que é un composto, 170. — Dun radical propio e de osíxeno, 166. — O seu paso a través dun tubo de vidro incandescente, 163. — Aparello para a súa descomposición, 424 e seg. — A súa descomposición polo carbono, 164. — A súa descomposición polo ferro; non hai desprendemento de ácido carbónico, 165 e 166. — Óxido de ferro resultante, 166. — Fenómenos da fermentación espirituosa e da putrefacción debidas á descomposición da auga, 171. — Esta descomposición acontece continuamente na natureza, *ibid.* — Os principios que a constitúen, separados un do outro, só poden existir en forma de gas, *ibid.* — A súa recomposición, 168 e seg., 448 e seg. — 85 partes en peso de osíxeno e 15 de hidróxeno compoñen 100 partes de auga, 170. — Combínase co gas ácido carbónico, 150. — Combínase co ácido sulfúrico en todas as proporcións, *ibid.* — Co ácido muriático, moi doadamente, 154. — Non está completamente formada no azucre, 202.

AUGA REXIA. Nome antigo dado a un ácido composto que dissolve o ouro, 184. — Véx. *Ácido nitromuriático.*

AURORAS BOREAIS. Conxecturas sobre as causas que as producen, 128.

AXENTES QUÍMICOS. O que son, 399.

AZOTE. É a parte non respirable do aire, 157. — É un dos principios máis abundantemente repartidos na natureza, 245. — Co calórico forma o gas azote, que permanece sempre en estado gas á presión atmosférica, *ibid.* — Combinado co osíxeno, forma os ácidos nitroso e nítrico, 157, 245 e 261. — Atópase nas substancias vexetais e animais, 192 e 233; — sobre todo nas materias animais, das que constitúe un dos seus principios, 245. — Combinado co hidróxeno forma o amoníaco, 157 e 245. — Na descomposición dos vexetais e das materias animais, únese ao hidróxeno para formar amoníaco, 192 e

204. — É un dos principios constituíntes do ácido prúsico, 246. — As súas combinacións coas substancias simples son pouco coñecidas; reciben o nome de azoturos, 245.
- AZUCRE.** Óxido vexetal de dúas bases, 185. — A súa análise, 196. — Cando se osixena, fórmase ácido oxálico, ácido málico, ácido acetoso, segundo a proporción de osíxeno, 308. — Formas de romper o equilibrio dos seus principios pola fermentación, 196. — Recapitulación dos resultados obtidos pola fermentación, 200. — Contén as substancias axeitadas para formar auga, pero non a auga completamente formada, 202.
- AZUCRE DE LEITE OSIXENADO.** Forma ácido sacoláctico, 327.

B

- BALANZA HIDROSTÁTICA.** Maneira de usala. — Os seus usos, 349.
- BALANZAS.** Instrumentos para determinar o peso absoluto dos corpos. — Cantas son necesarias no laboratorio. — Da súa perfección. — Das precaucións para as conservar, 347 e seg.
- BARITA.** A composición desta terra aínda se descoñece, 214. — É probable que sexa un óxido metálico, 215; — pero non se pode reducir polos métodos que empregamos, *ibid.* — É pouco abundante; só se atopa no reino mineral, 214. — Efecto que produce sobre ela o lume máis violento, alimentado por gas osíxeno, 477.
- BARÓMETRO.** Correccións barométricas do volume dos gases, en relación ás diferencias de presión atmosférica, 368 e seg. — Modelo de cálculo para estas correccións, 374 e seg.
- BASES SALIFICABLES.** Existen 24, a saber: 3 álcalis, 4 terras e 17 substancias metálicas, 220.
- BÓRAX.** Sal concreto con exceso de base, que é a sosa. — A súa orixe é descoñecida. — A súa purificación é aínda un misterio, 284.

BUGALLO. Subministra o principio astrinxente, ou ácido gálico, por simple infusión en auga, 323.

C

CAL. De todas as bases salificables é a máis abundantemente repartida na natureza, 214. — A súa composición é absolutamente descoñecida, *ibid.* — Está case sempre saturado de ácido carbónico, formando entón a greda, os espatos calcarios e unha parte dos mármoreos, *ibid.* — Os antigos déronlle este nome xenérico a todas as substancias que, expostas moito tempo ao lume, non funden, 159. — Efecto que produce sobre o cal o lume máis violento alimentado por gas osíxeno, 477.

CÁLCULO DE VEXIGA. Subministra o ácido lítico, 335.

CALOR. Dilata os corpos, 111. — As súas causas. — Necesaria na osixenación. — Diferente para a osixenación dos diferentes corpos, 238 e seg. — O que se entende por esta expresión, 190. — Véx. *Calórico.*

CALOR SENSIBLE. Non é máis ca o efecto producido sobre os nosos órganos polo desprendemento do calórico dos corpos circundantes, 122.

CALÓRICO. Causa da calor, 113. — Pode ser considerado dun xeito abstracto, 113. — Como actúa sobre os corpos, 114. — Parece ser o máis elástico da natureza, 124. — Todos os corpos están mergullados nel, e enche os espazos que deixan as moléculas entre si. — Ás veces fíxase de maneira que constitúe as súas partes sólidas. — Da súa acumulación depende o estado aeriforme, 234. — Fai o papel de disolvente en toda especie de gas, 120. — Dáselle o nome xenérico de gas a toda substancia levada ata o estado aeriforme por adición abonda de calórico, 234. — O xofre e o carbón, ao arderen, quítanlle o osíxeno, 149. — O mesmo acontece co gas hidróxeno, 167. — Forma de medir a cantidade de calórico que se desprende

dos corpos durante a súa combustión, 123, 172 e seg. — Aparello ideado para cumprir este obxectivo, 379. — Plan de experimentos para determinar a cantidade que conteñen a maior parte dos corpos, 179. — O seu desprendemento na combustión do ferro, 134. — Na combinación dos metais coa base do gas osíxeno, 159. — Na combustión do carbón, 149 e 175. — Na combustión do fósforo, 174. — Na combustión da cera, 177. — Na combustión do aceite de oliva, 178. — Na combustión do gas hidróxeno, 175. — Permanece unido ao osíxeno na formación do ácido nítrico, 175. — Entra na composición dos nitratos e os muriatos en cantidade case igual á necesaria para constituir o gas osíxeno, 240. — Despréndese de xeito tan abundante na combinación do osíxeno cos corpos combustibles, que nada resiste a súa expansión, *ibid.* — Descompón as substancias vexetais e animais, 190.

CALÓRICO COMBINADO. Mantense unido aos corpos por atracción, e constitúe unha parte da súa substancia, 122.

CALÓRICO ESPECÍFICO DOS CORPOS. É a relación das cantidades de calórico necesarias para elevar un mesmo número de graos a temperatura de varios corpos iguais en peso, 122.

CALÓRICO LIBRE. É o que non se atopa implicado en ningunha combinación, 122.

CALORÍMETRO. A súa descrición, 379 e seg. — Principios da súa construción, *ibid.* — Forma de utilización, 384 e seg.

CAMPÁS. Forma de gradualas, 364.

CANDEA. A súa combustión, 177.

CÁPSULAS DE PORCELANA. Serven de soporte ás substancias na fusión polo gas osíxeno, 477.

CARBÓN DE MADEIRA. Crese que contén fósforo, 254. — Serve de soporte ás substancias simples fundidas ao lume alimentado por gas osíxeno, 476.

CARBONO OU CARBÓN PURO. Substancia simple combustible, 149 e 256. — Maneira de levar a cabo a súa combustión, 150. — Descompón o gas osíxeno a unha determinada

temperatura, 149, 190 e 256. — Aparello para a súa combustión, 434 e seg. — Cantidade de calórico que se desprende nesta operación, 150, 175. — Quítalle a súa base ao calórico, 149. — Descompón a auga a unha calor vermella e quítalle o osíxeno ao hidróxeno, 164, 248. — Disólvese unha porción en gas hidróxeno, 165, 181. — Contéñeno o ferro e o aceiro, 138. — Atópase nos vexetais antes da combustión, e forma radicais compostos co fósforo, o hidróxeno e o azote, 256. — Maneiras de obter o que está contido nas materias vexetais e animais, *ibid.* — As súas combinacións coas substancias simples, 254. — Ten moi pouca afinidade polo calórico, 190. — Forma unha das partes constituíntes dos aceites, 181; — e, en xeral, de todos os ácidos vexetais, 184. — A súa unión aos aceites volátiles animais é moi feble, 192. — Forma parte do radical das gomas, do azucre e do amidón, 185. — Nestas substancias está combinado co hidróxeno, de maneira que forma unha única base levada ao estado de óxido por unha porción de osíxeno, 185. — Cantidade contida no azucre, 196.

CARBUROS. Nome dado ás combinacións do carbono cos metais, 181.

CERA. Cantidade de calórico que se desprende durante a súa combustión, 177.

CINZAS. Forman normalmente a vixésima parte do peso dun vexetal queimado, 210. — Parecen existir nos vexetais antes da súa incineración. — É a terra que forma a parte ósea ou o carcasa dos vexetais, 212.

CLARIFICACIÓN. Método para poñer un licor en estado de ser filtrado, 396.

COMBUSTIÓN do ferro, 134 e seg. — Do fósforo, 144 e seg. — Do xofre, 149. — Do carbón, 150 e seg. — Do gas hidróxeno, 169 e seg. — Véx. estas palabras. — Teoría da combustión dos vexetais, 210. — A porción máis grande do vexetal redúcese a auga e a ácido carbónico, *ibid.* — Operacións

relativas á combustión, 432 e seg. — Condicións necesarias para levala a cabo, 433 e seg.

CRIBADO. Maneira de separar os corpos en moléculas de grosor máis ou menos uniforme, 391.

CRISOIS. Instrumentos axeitados para a fusión, 465.

CRISOLITA. Fúndese case instantaneamente ao lume alimentado por gas osíxeno, 478.

CRISTAL DE ROCHA. Efecto que lle produce o lume máis violento alimentado por gas osíxeno, 477.

CRISTALIZACIÓN. Operación pola cal as partes integrantes dun corpo, que estaban separadas por un fluído, son reunidas pola forza da atracción, 407. — Calórico que se desprende durante esta operación, *ibid.* — Recipientes nos que se leva a cabo, 410.

D

DECANTACIÓN. Pode suplir á filtración, 397. — É preferible nas operacións que esixen unha precisión rigorosa, 398.

DESTILACIÓN COMPOSTA. Causa unha verdadeira descomposición. — É unha das operacións máis complicadas da química. — Aparellos para realizala, 415 e seg.

DESTILACIÓN SIMPLE. Non é máis que unha evaporación en recipientes pechados. — Aparellos para destilar, 411 e seg.

DETONACIÓN. Explicación dos seus fenómenos, 450 e seg. — Prodúcese polo paso brusco e instantáneo dunha substancia concreta ao estado aeriforme, 460. — Experimentos sobre a do salitre, 462 e seg.

DIAMANTE. Quéimase á maneira dos corpos combustibles e evapórase ao lume alimentado por gas osíxeno, 478.

DISOLUCIÓN METÁLICAS. Aparellos para levalas a cabo, 420 e seg.

E

- EBULICIÓN.** Non é máis que a vaporización dun fluído ou a súa combinación co calórico, 117.
- EFERVESCENCIA.** Prodúcese polo paso rápido dun corpo sólido ou líquido ao estado gasoso, 216.
- ELASTICIDADE.** Como se debe concibir, 124 e seg.
- ESMERALDA.** Funde ao momento, para dar un vidro opaco, ao lume alimentado por gas osíxeno, 478.
- ESPELLOS CÓNCAVOS.** Teñen un maior grao de intensidade ca as lentes converxentes, 475. — A dificultade do seu uso fai imposible un gran número de experimentos químicos, *ibid.*
- ÉTER.** Sen a presión atmosférica estaría habitualmente en estado aeriforme, 116. — Evapórase a 23 graos, 117 e seg. — Aparello para a súa combustión, 447 e seg.
- EVAPORACIÓN.** Operación para separar dúas substancias que teñen un grao de volatilidade diferente, 404 e seg. — Acción do calórico nesta operación, 405.

F

- FERMENTACIÓN ACETOSA.** É a acidificación do viño ao aire libre por absorción de osíxeno, 206.
- FERMENTACIÓN PÚTRIDA.** Acontece en razón de afinidades moi complicadas, 203. — Aparello relativo a esta operación, 422 e seg. — O hidróxeno despréndese baixo a forma de gas durante a descomposición das substancias animais, 203. — Fórmanse combinacións binarias, *ibid.*
- FERMENTACIÓN VIÑOSA.** Formas de provocala, 194. — Método de análise das substancias susceptibles de fermentar, 202. — Descrición dos aparellos relativos a esta operación, 422 e seg. — Os seus resultados e os seus efectos, 201 e seg. — Detalle do que acontece na descomposición do azucre, 200.

FERRO. Descompón o aire atmosférico, 134. — Na calcinación aumenta de peso nunha cantidade igual á que perde o aire, 137. — Aparello para a súa oxidación, 456. — A súa combustión en gas osíxeno, 134. — A un grao de calor vermella descompón a auga e oxídase, 166 e 248. — O imán atráeo menos despois de descompoñer a auga; é o óxido negro de ferro, 134 e 166. — Este metal contén materia carbonosa, 138.

FILTRACIÓN. É un barutado que só deixa pasar a parte líquida, 393.

FILTROS. Da súa elección e da forma de usalos, 394 e seg.

FLÚIDOS ELÁSTICOS. Son unha modificación dos corpos, 117. — Na súa formación absórbese calórico, *ibid.* — Obtéñense a un grao de calor determinado, 117. — Os seus nomes xenéricos e particulares, 141.

FORMIGAS. Especie que subministra o ácido fórmico, 329.

FORNO DE COPELA. A súa descrición, 473 e seg. — O seu obxecto, *ibid.* — A súa construción é defectuosa, 474. — Método empregado polo Sr. Sage para substituílo, *ibid.*

FORNOS. Da súa construción, 466 e seg. — Dos fornos de fusión, 470. — O seu obxecto, *ibid.* — Principios da súa construción, 472 e seg. — Maneira de facer pasar unha corrente de gas osíxeno a través dos fornos, 478 e seg.

FÓSFORO. Substancia descoñecida para os antigos químicos. — É un produto das artes. — Época do seu descubrimento. — Na actualidade tírase dos ósos dos animais. — Forma de preparalo, 253. — É un corpo combustible simple. — Semella atoparse en todas as substancias animais e nalgunhas plantas, 233 e 254. — Está normalmente combinado co azote, o hidróxeno, etc. — Acéndese a 32 graos de calor, 254. — A esta temperatura descompón o gas osíxeno, 144 e seg. — Absorbe vez e media o seu peso de osíxeno, 147. — Convértese nun ácido, 149. — Vólvese incombustible por combinación co osíxeno, 148. — Aparellos para a súa combustión, 144, 146, 434. — Cantidade de calórico que se desprende duran-

te a súa combustión, 148 e 174. — As súas combinacións coas substancias simples, 252; — cos metais, 180; — co gas hidróxeno, *ibid.* — Parece que permanece combinado co carbón na destilación dos vexetais, 192. — Quítalle o osíxeno ao ácido nítrico e ao ácido muriático osixenado, 271. — É unha das bases dos ácidos animais, 185.

FUSIÓN. É unha verdadeira disolución polo lume, 465. — Descrición do aparello para facela coa axuda do gas osíxeno, 475 e seg.

G

GAS. Explicación desta palabra, 120. — Nome xenérico polo que se designa calquera substancia o suficientemente impregnada de calórico como para pasar do estado líquido ao estado aeriforme, 141 e 234. — Disolven a auga, 139. — Forma de medir o peso e o volume, 362 e seg., 377 e seg. — Métodos para separar uns dos outros, 365 e seg. — Da corrección a facer no volume, relacionada coa presión atmosférica, 368 e seg; — e cos graos do termómetro, 373.

GAS ÁCIDO CARBÓNICO. Formado pola combustión do carbón en gas osíxeno, 149. — É susceptible de ser absorbido pola auga, *ibid.* — Non condensa ao grao de presión da atmosfera, *ibid.* — De todos os gases é o que dissolve máis auga, 139. — Únese a todas as bases susceptibles de formar sales neutros, 150. — Resultante da descomposición da auga polo carbón, 164.

GAS ÁCIDO MURIÁTICO. Métodos para liberalo, 154.

GAS ACUOSO. Auga combinada co calórico, 141.

GAS AZOTE. Forma parte do aire atmosférico, 132 e 238. — Diferentes formas de obtelo, 245, 246. — O seu peso, 142. — As súas propiedades químicas aínda non son ben coñecidas, *ibid.* — Quítalle a vida aos animais que o respiran, 142. — O azote entra na composición do ácido nítrico, *ibid.*; — na do amoníaco, *ibid.*

GAS HEPÁTICO. É o gas hidróxeno sulfurado, 181.

GAS HIDRÓXENO. Está formado pola unión do calórico e o hidróxeno, 166 e 248. — É o radical constituínte da auga, 166. — Obtense enfrontando a auga cun corpo polo que o osíxeno teña máis afinidade; o hidróxeno únese ao calórico para formalo, 248. — Despréndese na descomposición da auga polo ferro, 166; — e na da auga polo carbón, 164. — Métodos para obtelo puro, 169. — O seu peso, 167. — Non se pode condensar ao grao de presión da atmosfera, 170. — Quíttalle o osíxeno ao calórico e descompón o aire na combustión, 167. — A súa combustión co gas osíxeno acontece instantaneamente e con explosión. — Precaucións que esixe este experimento, *ibid.* — Aparello para a súa combustión a grande escala, 448 e seg. — Cantidade de calórico que se desprende durante a súa combustión, 175. — Na combustión dos vexetais, acéndese en contacto co aire e produce chama, 210. — Non se absorbe pola auga, 167. — Combínase con todos os corpos combustibles, 204. — Disolve o carbono, 181; — o fósforo, *ibid.*; — o xofre, *ibid.*; — os metais, *ibid.* — Nome que recibe entón, *ibid.* — Nos experimentos cos metais, obtense tanto menos canto máis precaucións se tomen para separar a auga, 183.

GAS HIDRÓXENO CARBONADO. Resultado da combinación do gas hidróxeno co carbono, 204.

GAS HIDRÓXENO FOSFORADO. Resultado da combinación do gas hidróxeno co fósforo, 204 e 254. — Inflámase espontaneamente cando entra en contacto co aire, 181. — Cheira a peixe podre, *ibid.* — E despréndese, probablemente, da carne dos peixes en putrefacción, *ibid.*

GAS HIDRÓXENO SULFURADO. Resultado da combinación do gas hidróxeno co xofre, 204. — Á súa emanación deben as dexecións animais o seu fedor, 181.

GAS INFLAMABLE. Véx. *Gas hidróxeno.*

GAS NITROMURIÁTICO. Despréndese durante a disolución do ouro en ácido nitromuriático. — Aínda non ten sido descrito.

- O seu olor é desagradable. — É funesto para os animais que o respiran. — A auga absórbeo en gran cantidade, 280.
- GAS NITROSO.** Primeiro grao da combinación do azote co osíxeno, 158. — É unha especie de óxido de azote, 158. — Proportións de azote e osíxeno que o constitúen, 158. — Sobrecargado de osíxeno forma un ácido moi forte, o ácido nítrico, 158. — Tíralle o osíxeno ao aire atmosférico, *ibid.* — Serve de eudiómetro para coñecer a cantidade de osíxeno contido no aire atmosférico, *ibid.* — É inmiscible coa auga, 158.
- GAS OSÍXENO.** Combinación do osíxeno co calórico, 142. — Método para asegurarse de que non contén ácido carbónico, 169. — O calórico e a luz que se desprenden na combustión, son subministrados polo corpo que arde, ou polo gas osíxeno que se fixa nas operacións?, 249. — É descomposto polo carbón, 149; — polo fósforo, 144 e seg. — Perde o calórico nesta combinación, 146. — A súa descomposición polos metais, 159; — polo ferro, 134; — polo xofre, 149. — Entra na descomposición do aire atmosférico, 142. — Extraído do óxido de mercurio, 458. — Extraído do óxido de manganeso ou do nitrato de potasa, 459. — Cambia de natureza por detonación co carbón, e convértese en ácido carbónico, 460. — Forma de empregalo para aumentar a intensidade do lume, 475. — O seu emprego nas fusións, *ibid.*
- GASOMETRÍA.** É a arte de medir o peso e o volume das substancias aeriformes, 352.
- GASÓMETRO.** Instrumento axeitado para medir o volume das substancias aeriformes, 352. — A súa descrición, 354 e seg. — Experimentos que deron a idea da súa construción, 476. — Con este instrumento, pódese dar unha velocidade moi elevada ao gas osíxeno, *ibid.*; — e empregalo para aumentar a acción do lume, *ibid.* e seg.
- GOMAS.** Óxidos vexetais de dúas bases, 185. — Reunidas baixo o nome xenérico de mucoso, *ibid.*

GRANATE. Fonde, case instantaneamente, ao lume alimentado por gas osíxeno, 478.

GRAXA ANIMAL. Formada pola parte muscular dos cadáveres soterrados a certa profundidade e privados do contacto co aire, 205. — O sebo subministra o ácido sebácico, 333.

H

HIDRÓXENO. É un dos principios da auga, 248. — A súa existencia e as súas propiedades coñécense dende hai pouco tempo. — É un dos principios máis estendidos na natureza. — Xoga o papel principal nos reinos animal e vexetal, 248. — A súa afinidade polo calórico e tal, que se atopa sempre en estado gas. — É imposible obtelo só en forma concreta, *ibid.* e seg. — Obtense en estado gas descompoñendo a auga mediante o ferro e o carbono, *ibid.* — A súa combinación co fósforo, 254; — co osíxeno, 248. — É susceptible de combinarse cos corpos simples en estado concreto?, 182. — Isto só pode ocorrer en moi pequena cantidade, *ibid.* — É un dos principios constituíntes dos aceites e do radical de todos os ácidos vexetais e animais, 209; — do amidón, das gomas, do azucre, 185. — Cantidade que contén o azucre, 196. — Algúns químicos supuxeron que era o floxisto de Stahl. — Non aportan probas. — Non explican os fenómenos da calcinación e da combustión, 249.

I

INSTRUMENTOS axeitados para determinar o peso absoluto e o peso específico dos corpos, 343 e seg. — Descrición da máquina que serve para comparalos. — Denomínase *balanza*. — A acción denomínase *pesada*. — Variación da unidade dun país a outro. — Da necesidade de empregar só pesos dos que se coñeza a relación entre eles, *ibid.*

L

- LÁMPADA DE ESMALTADOR.** Serve de intermediario, na fusión con gas osíxeno, para as substancias compostas que teñen afinidade polo carbón, 477.
- LAVADO.** Método para dividir os corpos en pos de grosor uniforme, 398.
- LENTES CONVERXENTES.** Non producen os grandes efectos que cabía esperar, 475.
- LIMAS.** Serven para dividir as materias, xa sexan maleables ou fibrosas, 390.
- LINFA.** Óxido animal, 188.
- LIXIVIACIÓN.** Operación que ten por obxecto separar as substancias solubles en auga, das que non o son, 403 e seg.
- LUZ.** Calidades que ten en común co calórico, 113. — Necesaria tanto para os animais coma para os vexetais. — Só existen seres organizados nos lugares expostos á luz, 235. — O seu desprendemento na combustión do ferro, 134. — A súa maneira de actuar sobre os corpos é descoñecida. — Contribúe, xunto co calórico, a constituir o osíxeno en estado gas. — Combínase con algunhas partes das plantas; — a esta combinación débese a cor verde das follas, 235.

M

- MAGNESIA.** A composición desta terra é completamente descoñecida, 214. — Atópase na auga de mar, *ibid.* — E nun gran número de augas minerais, *ibid.* — Efecto que produce sobre ela o lume violento alimentado por gas osíxeno, 477.
- MASILLAS** (preparacion das), 426. — Resinosas; — graxas. — De cal e de clara de ovo, 428 e seg. — O seu emprego, 430 e seg. — Formas de substituílas, 430. — Para recubrir as retortas, 469.

MATERIAS FECAIS. Están compostas de carbono e hidróxeno, 205. — Producen aceite por destilación, *ibid.*

MERCURIO. Aparello para a súa oxidación, 130 e seg. — Nesta operación absorbe a parte respirable do aire, 131. — Non a absorbe por completo, 133.

METAIS. Son susceptibles de combinarse uns cos outros, 180. — Non se disolven nos ácidos: antes teñen que ser levados ata o estado de óxidos, 216.

MOFETA. Véx. *Azote e Gas azote.*

MOLÉCULAS ELEMENTAIS DOS CORPOS. Non se tocan, 111.

MOLIBDENO. Substancia metálica que ten a propiedade de se osixenar e de formar un verdadeiro ácido. — A natureza preséntao en estado de sulfuro de molibdeno, 290.

MORTEIROS. A súa descrición. — O seu uso, 388.

MURIATOS OSIXENADOS. O calórico entra na súa composición en cantidade case igual á necesaria para constituir o gas osíxeno, 240.

N

NITRATOS. Sales resultantes da unión do ácido nítrico con diferentes bases, 262. — Aparello para extraer o ácido, 156. — Desprendemento de gas osíxeno que o acompaña, *ibid.*

NITRITOS. Son o resultado da unión do ácido nitroso con diferentes bases, 262.

NOMENCLATURA. Sistema xeral segundo o cal se ten establecido, *Discurso preliminar.* — As súas dificultades, 186. — O punto no que se atopa a ciencia obriga a conservar, polo menos durante un tempo, os nomes antigos para os ácidos e óxidos animais e vexetais, *ibid.*

O

OLOR FÉTIDO. Prodúcese pola disolución dos corpos combustibles en gas hidróxeno, 205.

OPERACIÓNS MANUAIS DA QUÍMICA. Divídense en varias clases, 342. — Unhas son só mecánicas: non fan outra cousa que dividir os corpos. — Outras son verdadeiramente químicas, *ibid.* e seg.

OSIXENACIÓN. Combinación dun corpo co osíxeno, 149.

OSÍXENO. Ten unha grande afinidade pola luz. — Esta contribúe, xunto co calórico, a mantelo en estado gas, 235. — Neste estado forma a parte respirable do aire, 142. — Representa un terzo en peso da nosa atmosfera; o azote constitúe os outros dous terzos, 238. — Na combustión abandona o calórico para unirse ao hidróxeno, 167. — É o principio acidificante de todos os ácidos, 151. — Un primeiro grao de combinación deste principio co azote forma o gas nitroso, 158. — Un segundo grao constitúe o ácido nitroso, *ibid.* — Un terceiro grao constitúe o ácido nítrico, 245. — As súas combinacións coas substancias simples denomínanse binarias, ternarias, cuaternarias, segundo o número destas substancias, 240. — Táboa das súas combinacións binarias coas substancias simples metálicas e non metálicas, 236. — Despréndese durante a descomposición do nitro polo ácido sulfúrico, 156. — Únese pouco ao ácido nítrico, 240. — Condición necesaria para a súa combinación, 238 e seg. — É o medio de unión entre os metais e os ácidos, 218. — Todo leva a pensar que as substancias que teñen unha grande afinidade cos ácidos conteñen osíxeno, *ibid.*; — e que entra na composición das terras consideradas simples, *ibid.* — Cantidadade que contén o azucre, 196. — Conserva unha gran parte do seu calórico cando se combina co gas nitroso, 175.

ÓSOS ANIMAIS. Son verdadeiros fosfatos de cal, 253.

OURO. Disólvese en ácido nitromuriático. — Oxídase antes da súa disolución, 277. — Volatilízase lentamente ao lume alimentado por gas osíxeno, 477.

ÓXIDO VERMELLO DE MERCURIO. O osíxeno está moi pouco unido. — Maneiras de oxidar os corpos a unha calor media, 239.

ÓXIDOS. Nome xenérico para expresar o primeiro grao de osixenación de todas as substancias, 160. — O reino vexetal e o reino animal teñen os seus óxidos, *ibid.*

ÓXIDOS ANIMAIS. O seu número aínda está por determinar, 188. — Normalmente entran na súa composición catro bases oxidables, 185. — Os principios que os constitúen sepáranse cun moi pequeno cambio de temperatura, 189.

ÓXIDOS DE DÚAS BASES. Xeito de explicar, sen perfrase, o principio que está en exceso, 185.

ÓXIDOS METÁLICOS. Combinacións do osíxeno cos metais, 159. — Os antigos químicos confundíanos, baixo o nome de cal, cun gran número de substancias de natureza moi diferente, 159. — Especificanse pola súa cor, que varía consonte a maior ou menor cantidade de osíxeno que conteñan, *ibid.* — Arden, con lapa, ao lume alimentado con gas osíxeno, 478. — Reflexións sobre este fenómeno, *ibid.*

ÓXIDOS VEXETAIS. A súa nomenclatura, 186 e seg. — Descompóñense a un grao de calor superior ao da auga fervendo; o calórico rompe o equilibrio que existía entre as partes que os constitúen, 188. — Como se diferencian entre eles, 242. — A súa descomposición pola fermentación viñosa, 194.

P

PEDRAS COMPOSTAS. Fúndense ao lume alimentado por gas osíxeno, 477.

PEDRAS PRECIOSAS. As que son descoloradas polo lume alimentado por gas osíxeno, teñen a aparencia dunha terra branca e da porcelana, 478.

- PESALICORES.** Serven para determinar o peso específico dos fluídos, 350. — A súa descrición. — A forma de usalos. — Constrúense en vidro e en metal, *ibid.* e seg.
- PESO.** División da libra en fraccións decimais; forma de simplificar os cálculos, 344. — Táboa para converter as fraccións decimais en fraccións vulgares e reciprocamente, 485.
- PESO ESPECÍFICO.** Desígnase con este nome o peso absoluto dos corpos dividido polo seu volume, 348. — Este peso determínase por medio da balanza hidrostática, 349.
- PIRITAS.** Nome que os antigos daban á combinación do xofre cos metais, 181.
- PLANTAS.** A cor das follas e a diversidade da cor das flores, débense á combinación da luz con elas, 235. — Conteñen fósforo, 254.
- PÓLVORA DE CANÓN.** Durante a súa inflamación despréndese azote e gas ácido carbónico, 460.
- PORFIRIZACIÓN.** Instrumentos axeitados para facela, 388.
- POTASA.** A súa orixe. — Procedementos para extraela, 209 e seg. — Non está demostrado que exista no carbón antes da combustión, 256. — Non parece que se poida extraer dos vexetais sen os intermediarios que subministren o azote e o osíxeno, 212. — Case sempre saturada de ácido carbónico; a que é debido, 211. — Soluble en auga, *ibid.* — Atrae a humidade do aire con gran rapidez. — En consecuencia, é moi axeitada para desecar os gases, *ibid.* — É soluble no espírito do viño, *ibid.*
- PRATA.** Volatilízase lentamente ao lume alimentado por gas osíxeno, 477.
- PRESIÓN DA ATMOSFERA.** Oponse á separación das moléculas dos corpos, 114. — Sen ela non habería fluídos propiamente ditos, *ibid.* — Experimentos que o demostran, *ibid.*
- PULVERIZACIÓN.** Instrumentos axeitados para facela, 388.
- PUTREFACCIÓN.** Os seus fenómenos son debidos, en parte, á descomposición da auga, 170. — É moi lenta cando o corpo

que a experimenta non contén azote, 204. — Toda a ciencia dos abonos e os esterco baséase na mestura de substancias vexetais e animais, 204.

PUTREFACCIÓN DOS VEXETAIS. Non é outra cousa que a análise das substancias vexetais, na que a totalidade dos seus principios se desprenden baixo a forma de gas, 203.

R

RADICAIS DOS ÁCIDOS. A súa táboa, 232. — Combinacións dos radicais simples co osíxeno, 238 e seg. — Combinacións dos radicais compostos co osíxeno, 241 e seg.

RADICAIS HIDROCARBONOSOS E CARBONOHIDROSOS, 233.

RADICAIS OXIDABLES E ACIDIFICABLES. Son simples no reino mineral. — Son compostos nos outros dous reinos, 242.

RADICAL ACETOSO. Táboa das súas combinacións, 310. — Ácido de dúas bases. — É o máis osixenado dos ácidos vexetais. — Contén un pouco de azote. — Formas de obtelo puro. — Libre de toda combinación, atópase en estado gas ao grao de temperatura ao que vivimos. — A maior parte dos sales que forma coas bases salificables, non cristalizan, 313.

RADICAL BORÁCICO. Descoñécese a súa natureza, 257.

RADICAL FLUÓRICO. Descoñécese a súa natureza, 257. — As súas combinacións co osíxeno, *ibid.*

RADICAL MÁLICO. Táboa das súas combinacións, 297.

RADICAL MURIÁTICO. Descoñécese aínda a súa natureza, 257.

RADICAL TARTAROSO. Táboa das súas combinacións, 294.

RELADOR. Serve para dividir as substancias polposas, 391.

RECIPIENTES PARA A EVAPORACIÓN. A súa forma, 406.

REDUCIÓN METÁLICAS. Non son máis que osixenacións do carbón polo osíxeno contido nos óxidos metálicos, 240.

RESPIRACIÓN. Razóns que impediron falar dela nesta obra, 235.

RUBÍ. Amolécese, sóldase e fóndense sen que se altere a súa cor pola acción do lume alimentado por gas osíxeno, 478.

RUBÍ DO BRASIL. Descolórase e perde un quinto do seu peso ao lume alimentado por gas osíxeno, 478.

S

SAL MARIÑO. Combinación do ácido muriático coa sosa, 275.

SAL MURIÁTICO OSIXENADO DE POTASA. Subministra un gas osíxeno absolutamente puro, 449.

SAL SEDATIVO. Véx. *Ácido borácico*.

SALES NEUTROS. A súa formación, 208 e 225. — Resultan da unión dunha substancia simple osixenada cunha base calquera, 209; — ou, o que é a mesma cousa, da unión dos ácidos coas substancias metálicas, terrosas e alcalinas, 208. — Cales son as bases salificables susceptibles de combinarse cos ácidos, *ibid.* — O número dos sales coñecidos ten aumentado en razón dos ácidos descubertos, 242. — No estado actual dos nosos coñecementos, son mil cento cincuenta e dous, 220. — Pero é probable que todas estas combinacións salinas non sexan posibles, *ibid.* — Combinacións salinas presentadas en forma de táboas. — Para clasificalas, seguíronse os mesmos principios que para as substancias simples, 227 e seg. — A súa nomenclatura, 221. — Distínguense polo nome da súa base salificable, *ibid.* — Plan de experimentos sobre os sales neutros, 223. — Da súa solución, 399; — polo calórico, 400 e 408. — Antes confundíase a solución e a disolución, 399. — Dos diferentes graos de solubilidade dos sales, 401 e seg. — Traballo a facer sobre os sales neutros, 401.

SALITRE. Combinación do ácido nítrico e a potasa, 260. — Formas de obter este sal, *ibid.* — O seu refino baseado na diferente solubilidade dos sales, 409.

SANGUE. A parte vermella é un óxido animal, 188.

SECRECIÓNS ANIMAIS. Son verdadeiros óxidos, 188.

SIFÓN. A súa descrición, 393.

SUBLIMACIÓN. Destilación das materias que se condensan en estado concreto, 414.

SUBSTANCIAS ANIMAIS. Están compostas de hidróxeno, carbono, fósforo, azote e xofre, todo levado ata o estado de óxido por unha porción de osíxeno, 205. — A súa destilación dá os mesmos resultados que as plantas crucíferas, 192. — Soamente dan máis aceite e máis amoníaco debido ao azote e o hidróxeno que conteñen nunha maior proporción, 205. — Favorecen a putrefacción porque conteñen azote, 204. — Poden variar en razón da proporción dos seus principios constituíntes e do seu grao de osixenación, 245. — Son descompostas polo lume, 190.

SUBSTANCIAS COMBUSTIBLES. Son aquelas que teñen unha grande apetencia polo osíxeno, 180. — Poden osixenarse por combinación cos nitratos e os muriatos osixenados, 240.

SUBSTANCIAS METÁLICAS. Coa excepción do ouro e, ás veces da prata, raramente se presentan na natureza en forma metálica, 214. — As que podemos reducir á forma metálica son dezasete, *ibid.* — As que teñen máis afinidade co osíxeno que co carbono non son susceptibles de ser levadas ata este estado, *ibid.* — Consideradas como bases salificables, 215. — Só se poden disolver cando se oxidan, 216. — A efervescencia que acontece cando se disolven nos ácidos demostra que se oxidan, 216. — Disólvense sen efervescencia nos ácidos cando foron previamente oxidadas, *ibid.* — Disólvense sen efervescencia no ácido muriático osixenado, *ibid.*; — no ácido sulfuroso, 268. — As que están demasiado osixenadas disólvense nel e forman sulfatos metálicos, 268. — Todas descompoñen o gas osíxeno, agás o ouro e a prata, 159. — Oxídanse e perden o seu brillo metálico, 159. — Durante esta operación aumentan de peso en proporción ao osíxeno que absorben, *ibid.* — Os antigos daban, impropriamente, o

nome de cal aos metais calcinados ou óxidos metálicos, 159. — Aparellos para acelerar a oxidación, 453 e seg. — Non teñen todas a mesma afinidade polo osíxeno, 453. — Cando non se pode separar o osíxeno, permanecen constantemente en estado de óxidos e confundímolos coas terras, 215. — Descompoñen o ácido sulfúrico tirándolle unha porción do seu osíxeno, e entón disólvense nel, 266. — As combinacións dunhas coas outras, 257. — As aliaxes que resultan son máis quebradizas ca os metais aliados, 180. — Unha parte dos fenómenos que presentan estas combinacións, débense aos diferentes graos de fusibilidade, *ibid.* — Arden con lapa coloreada e disípanse completamente ao lume alimentado polo gas osíxeno, 478. — Todas, agás o mercurio, se oxidan sobre carbón, *ibid.*

SUBSTANCIAS SALINAS. Volatilízanse ao lume alimentado por gas osíxeno, 477.

SUBSTANCIAS SIMPLES. A súa definición. — Son aquelas que a química aínda non conseguiu descompoñer, 230 e seg. — A súa táboa, 229. — As súas combinacións co xofre, 250 e seg.; — co fósforo, 252 e seg.; — co carbono, 255 e seg.; — co hidróxeno, 247 e seg.; — co azote, 244 e seg.

SUBSTANCIAS VEXETAIS. Os seus principios constituíntes son o hidróxeno e o carbono, 190. — Ás veces conteñen fósforo e azote, 192. — Maneira de considerar a súa composición e descomposición, 190. — A súa descomposición faise en virtude de afinidades dobres e triplas, 191. — Todos os principios que as compoñen están en equilibrio entre eles ao grao de temperatura ao que vivimos, 191. — A súa destilación subministra unha proba desta teoría, 192. — A un grao un pouco superior ao da auga fervendo, unha parte do carbono queda libre, 191. — O hidróxeno e o osíxeno únense para formar auga, *ibid.* — Unha porción do hidróxeno e do carbono únense e forman aceite volátil, *ibid.* — A unha calor vermella, o aceite formado descomporíase, 191. — Entón o osíxeno uni-

ríase ao carbono, polo que ten, a este grao, máis afinidade, 191. — O hidróxeno escapa en forma de gas, uníndose ao calórico, *ibid.*

SULFATOS. Combinacións do ácido sulfúrico coas diferentes bases, 265.

SULFATOS METÁLICOS. Combinación dos metais co ácido sulfúrico, 265.

SULFITOS. Combinacións do ácido sulfuroso coas diferentes bases, 268.

SULFITOS METÁLICOS. Ben poderían non existir, 268.

SULFUROS. Combinacións do xofre cos metais, 181.

T

TÁBOA dos ácidos e das súas bases salificables, 218. — Das substancias simples, 229. — Dos radicais compostos, 232. — Das combinacións do osíxeno, 236 e 241. — Das combinacións do azote, 244. — Do hidróxeno, 247. — Do xofre, 250. — Do fósforo, 252. — Do carbono, 255. — Do ácido nitroso, 258. — Do ácido nítrico, 259. — Do ácido sulfúrico, 263. — Do ácido sulfuroso, 267. — Do ácido fosforoso, 269. — Do ácido fosfórico, 270. — Do ácido carbónico, 272. — Do ácido muriático, 275. — Do ácido muriático osixenado, 276. — Do ácido nitromuriático, 279. — Do ácido fluórico, 281. — Do ácido borácico, 283. — Do ácido arsénico, 286. — Do ácido molíbdico, 289. — Do ácido volfrámico, 291. — Do ácido tartaroso, 294. — Do ácido málico, 297. — Do ácido cítrico, 299. — Do ácido pirolignoso, 301. — Do ácido pirotartaroso, 303. — Do ácido piromucoso, 305. — Do ácido oxálico, 307. — Do ácido acético, 314. — Do ácido succínico, 316. — Do ácido benzoico, 318. — Do ácido canfórico, 320. — Do ácido gálico, 322. — Do ácido láctico, 324. — Do ácido sacoláctico, 326. — Do ácido fórmico, 328.

- Do ácido bómico, 330. — Do ácido sebácico, 332. — Do ácido lítico, 334. — Do ácido prúsico, 336.
- TÁRTARO.** Está composto do ácido chamado *tartarum* e de potasa. — Forma de descompoñelo para obter o ácido puro, 295.
- TARTRITO ACÍDULO DE POTASA.** Combinación da potasa e do ácido tartaroso, con exceso de ácido, 296.
- TARTRITO DE POTASA.** Sal perfectamente neutro, resultante da combinación do ácido tartaroso e a potasa, 296.
- TERMÓMETRO.** Correccións do volume dos gases, relativas aos diferentes graos do termómetro. — Modelo de cálculo para estas correccións, 374 e seg.
- TERRA OU TERRA VEXETAL.** Principio fixo que queda despois da análise das substancias vexetais fermentadas, 203. — Considéranse como entidades simples, 214. — Hai algunhas razóns para pensar que conteñen osíxeno, 218 e 231. — E quizais son metais oxidados, *ibid.* — Teñen unha gran tendencia á combinación, 214.
- TERRAS COMPOSTAS.** Funden ao lume alimentado por gas osíxeno baixo a forma dun vidro branco, 477.
- TOPACIO DE SAXONIA.** Descolórase e perde unha quinta parte do seu peso ao lume alimentado por gas osíxeno, 478.
- TRITURACIÓN.** Instrumentos axeitados para facela, 388.

V

- VAPORIZACIÓN.** Paso dun fluído líquido ao estado aeriforme, 117.
- VERME DA SEDA.** A súa crisálida subministra o ácido bómico, 331.
- VOLFRAM.** Substancia metálica. — Verdadeiro volframio, 292.
- VOLFRAMIO.** Metal particular, confundido frecuentemente co estaño. — A súa cristalización. — O seu peso específico. —

Na natureza atópase no estado de óxido. — Fai a función de ácido. — Está unido ao cal, 292.

X

XACINTO. Perde a súa cor ao lume alimentado por gas osíxeno, 478.

XOFRE. Substancia combustible que se atopa en estado concreto á temperatura da atmosfera, e que se licúa a unha calor superior á da auga a ebulición, 251. — A súa combinación coas substancias simples, *ibid*; — co gas hidróxeno, 181; — con outros gases, 149. — Descompón o aire, *ibid*. — Quítalle o osíxeno ao calórico, *ibid*. — É susceptible de varios graos de saturación cando se combina co osíxeno, 153. — Maneira de activar a súa combustión para a formación de ácido sulfúrico, 265.

ANEXO
LÁMINAS

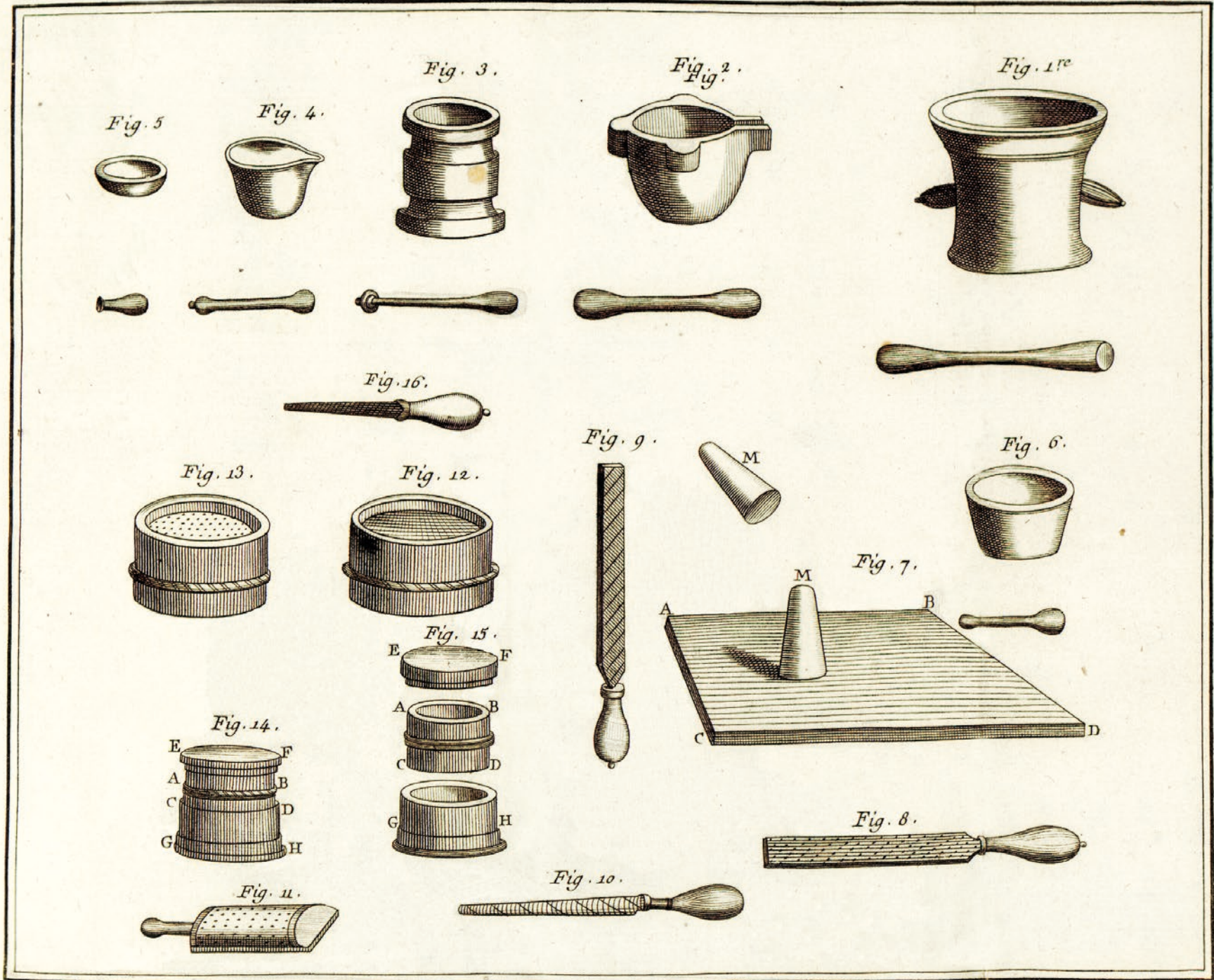


Fig. 1^{re}

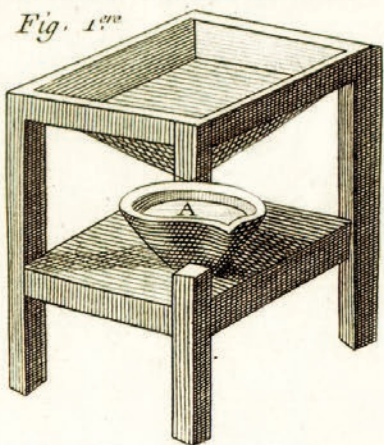


Fig. 2.

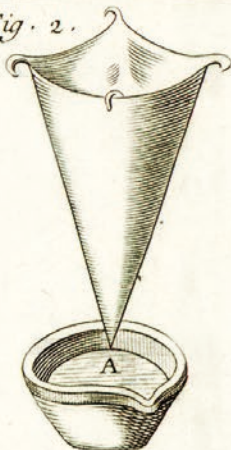


Fig. 5.



Fig. 7.



Fig. 6.



Fig. 8.

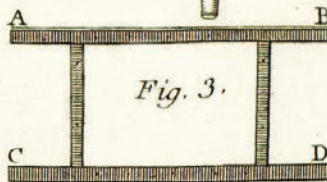


Fig. 3.



Fig. 10.

Fig. 9.

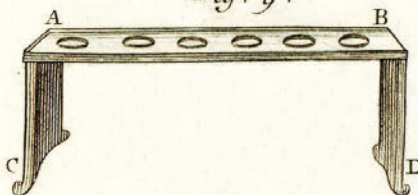


Fig. 4.

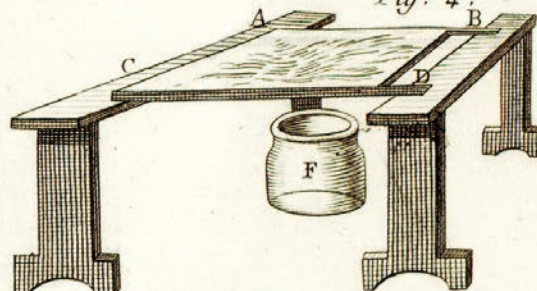


Fig. 12.

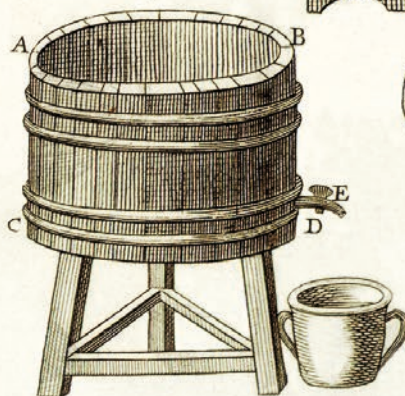


Fig. 13.



Fig. 11.

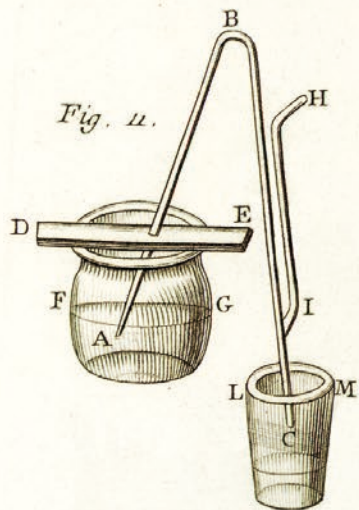


Fig. 14.

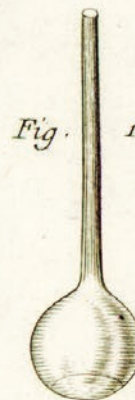


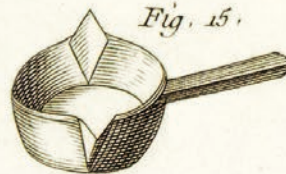
Fig. 16.

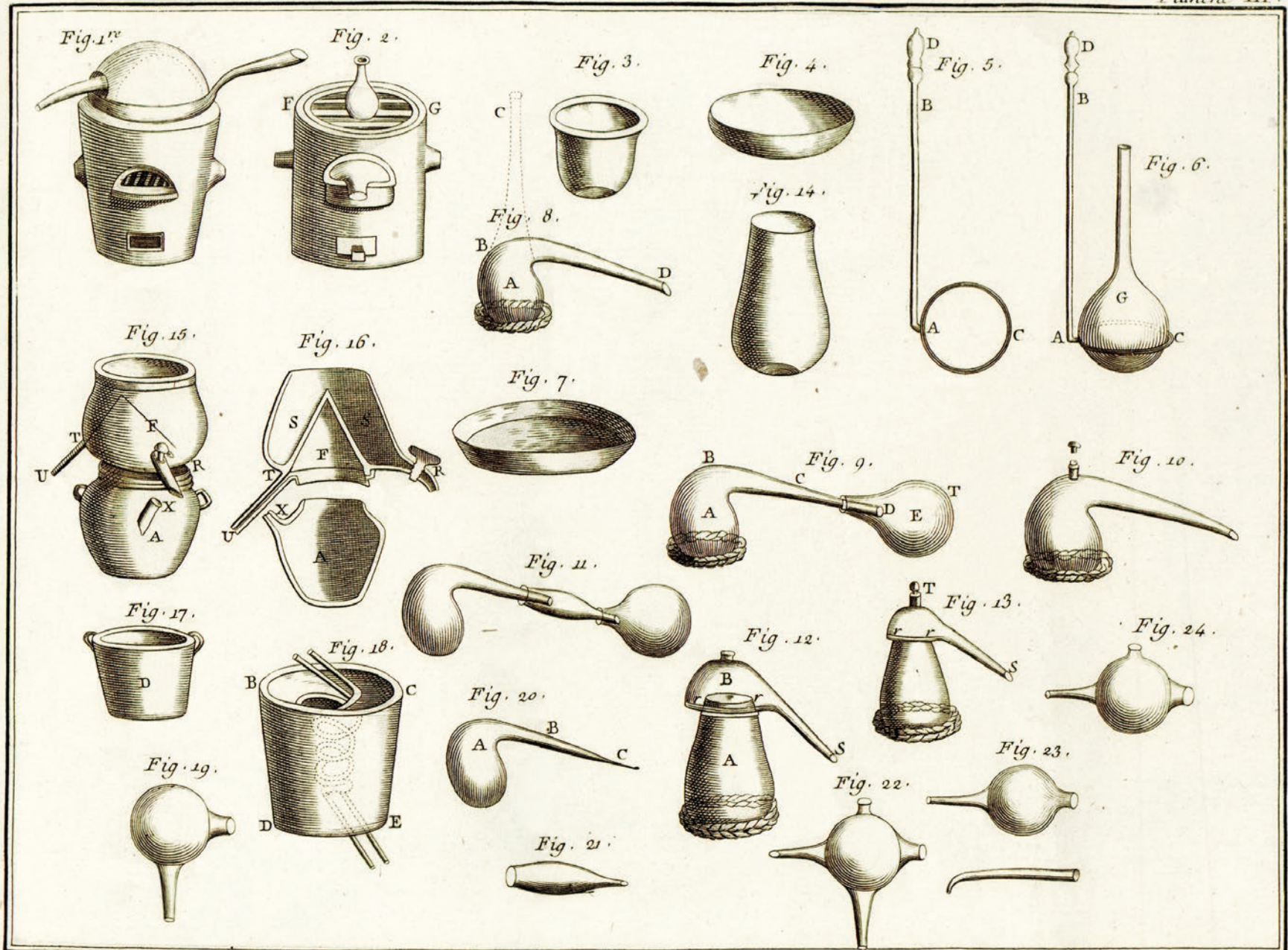


Fig. 17.



Fig. 15.





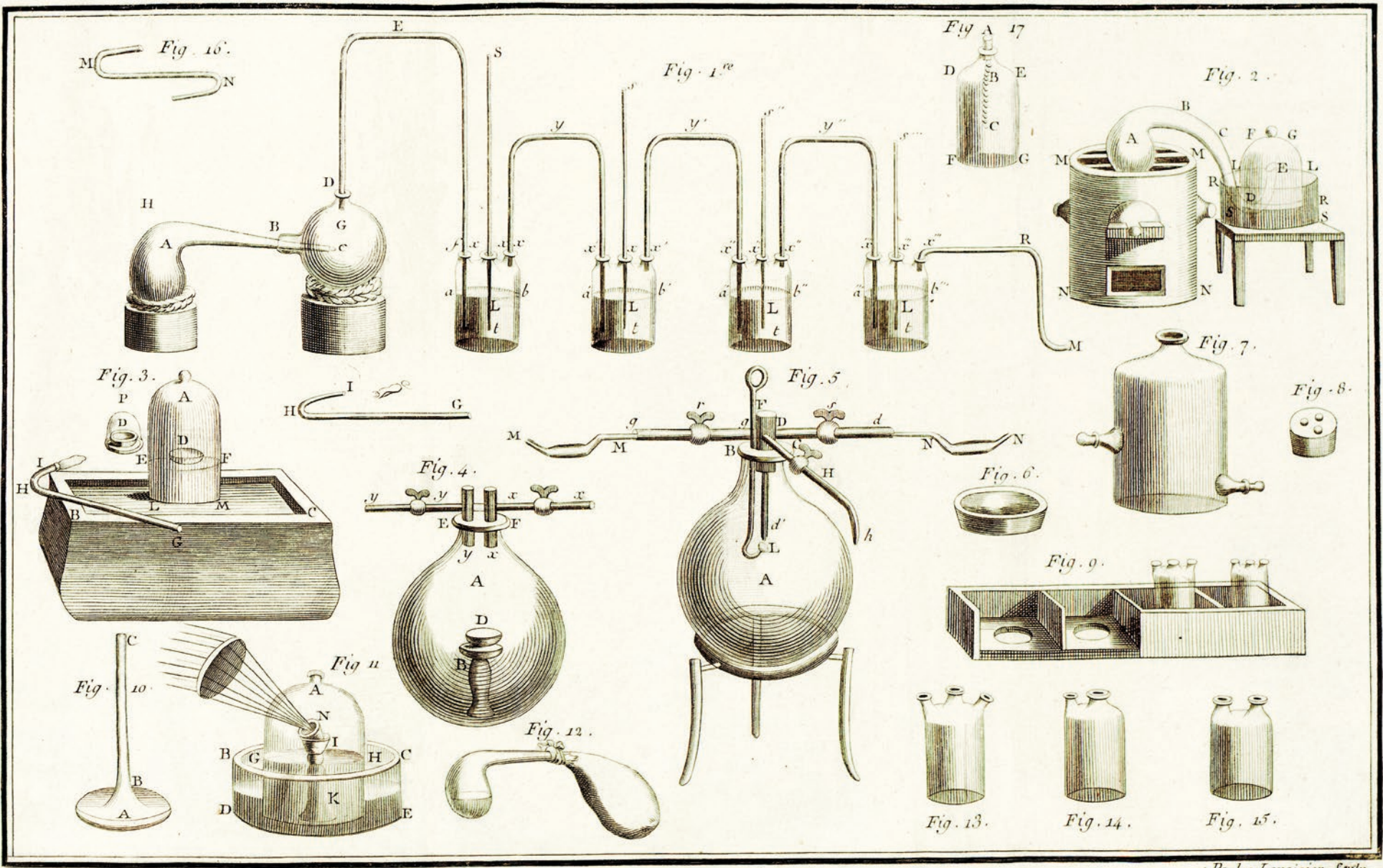


Fig. 1^{re}

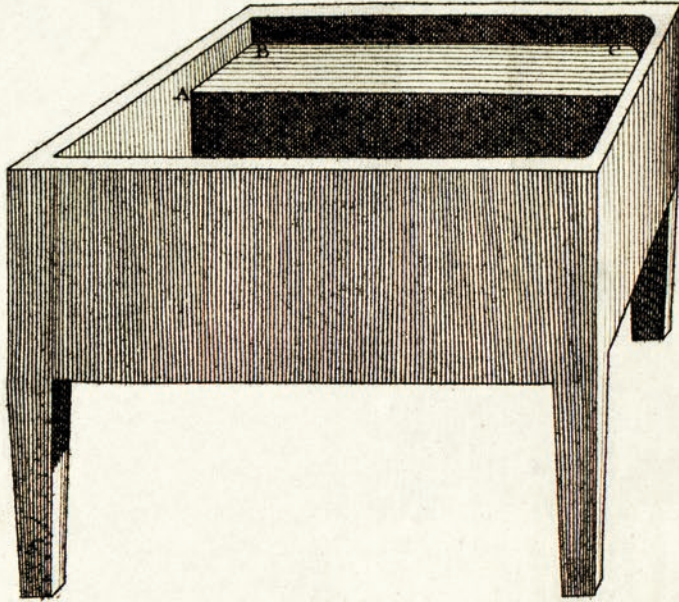


Fig. 2.

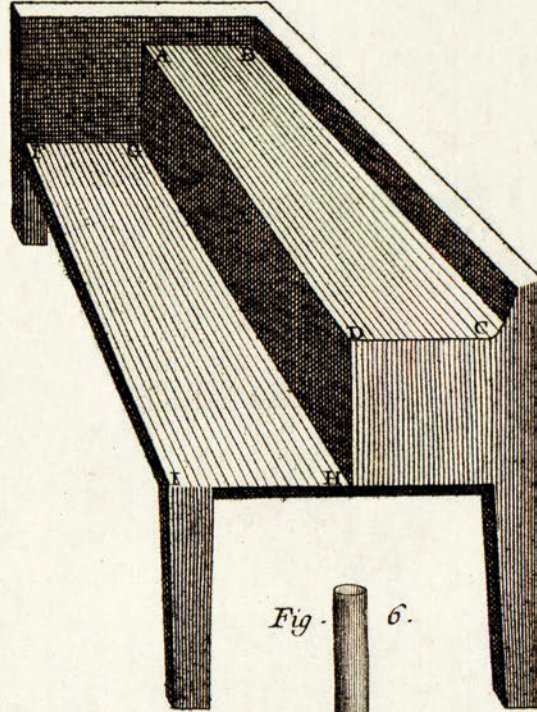


Fig. 8



Fig. 9.

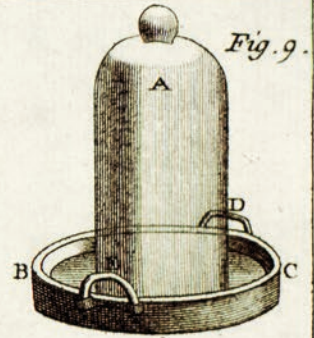


Fig. 3.

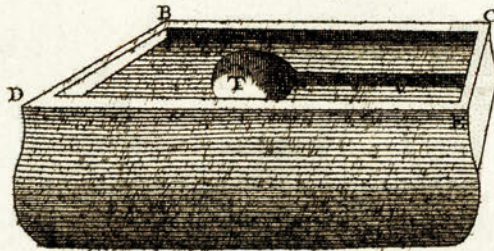


Fig. 5.

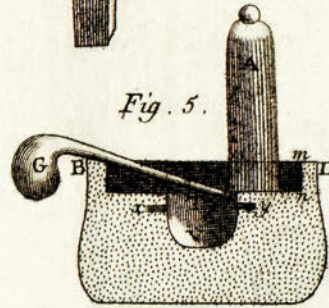


Fig. 6.



Fig. 4.

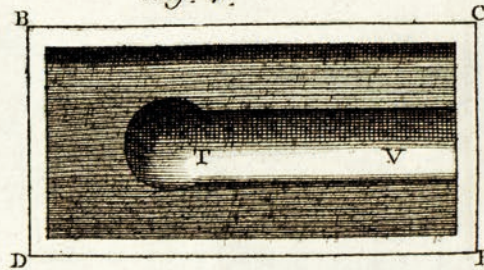


Fig. 10.

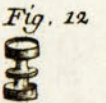
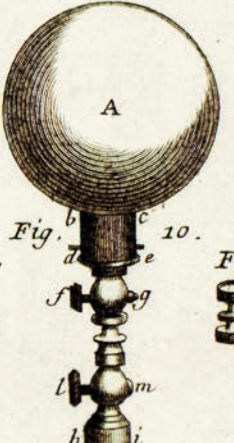


Fig. 13.

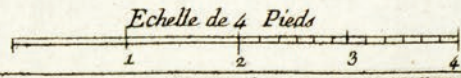
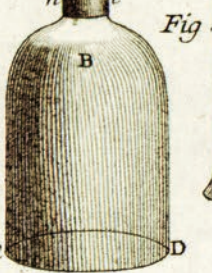


Fig. 3.

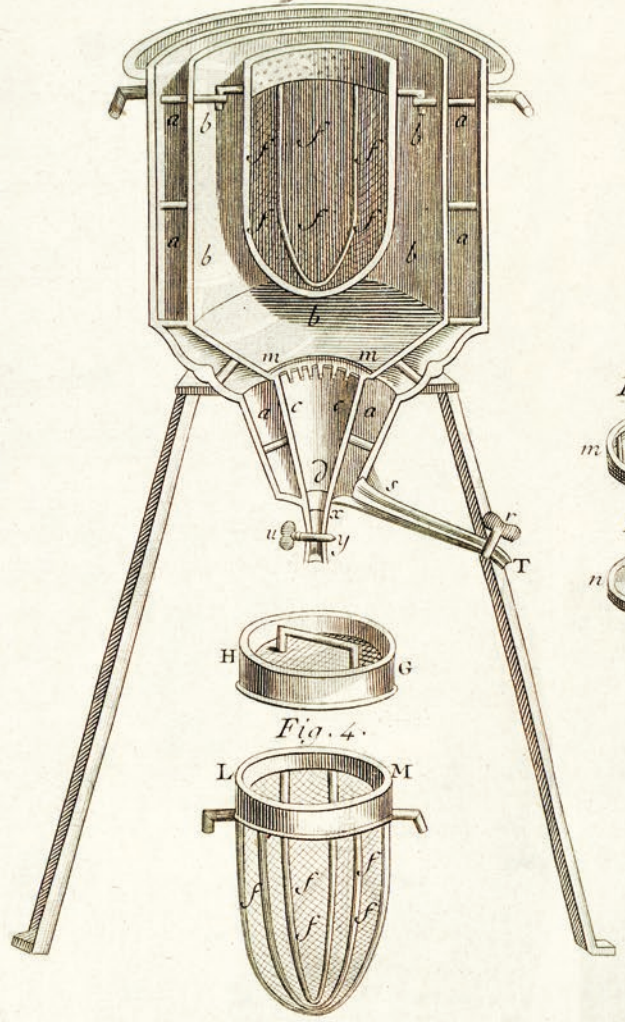


Fig. 2.

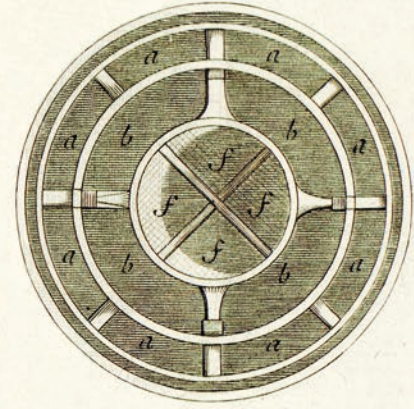


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

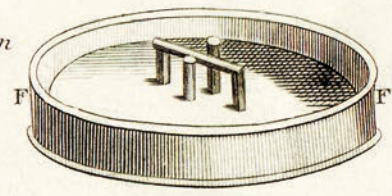


Fig. 9.



Fig. 8.

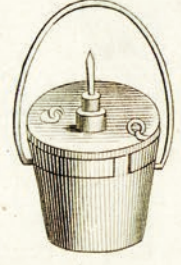
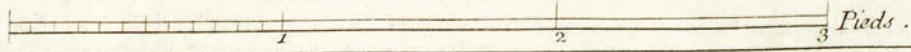
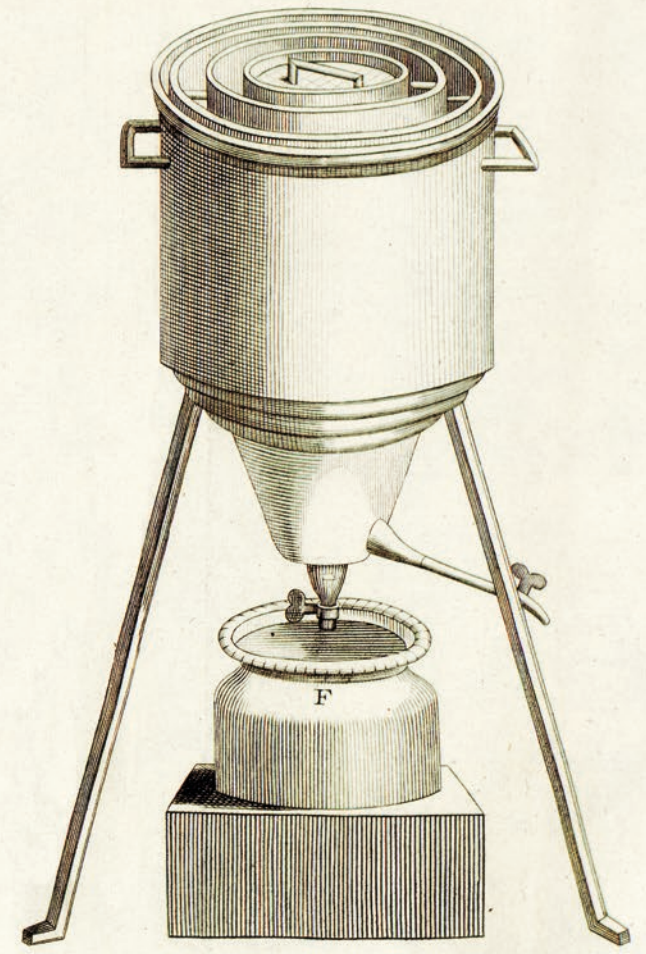


Fig. 10.



Fig. 1^{re}



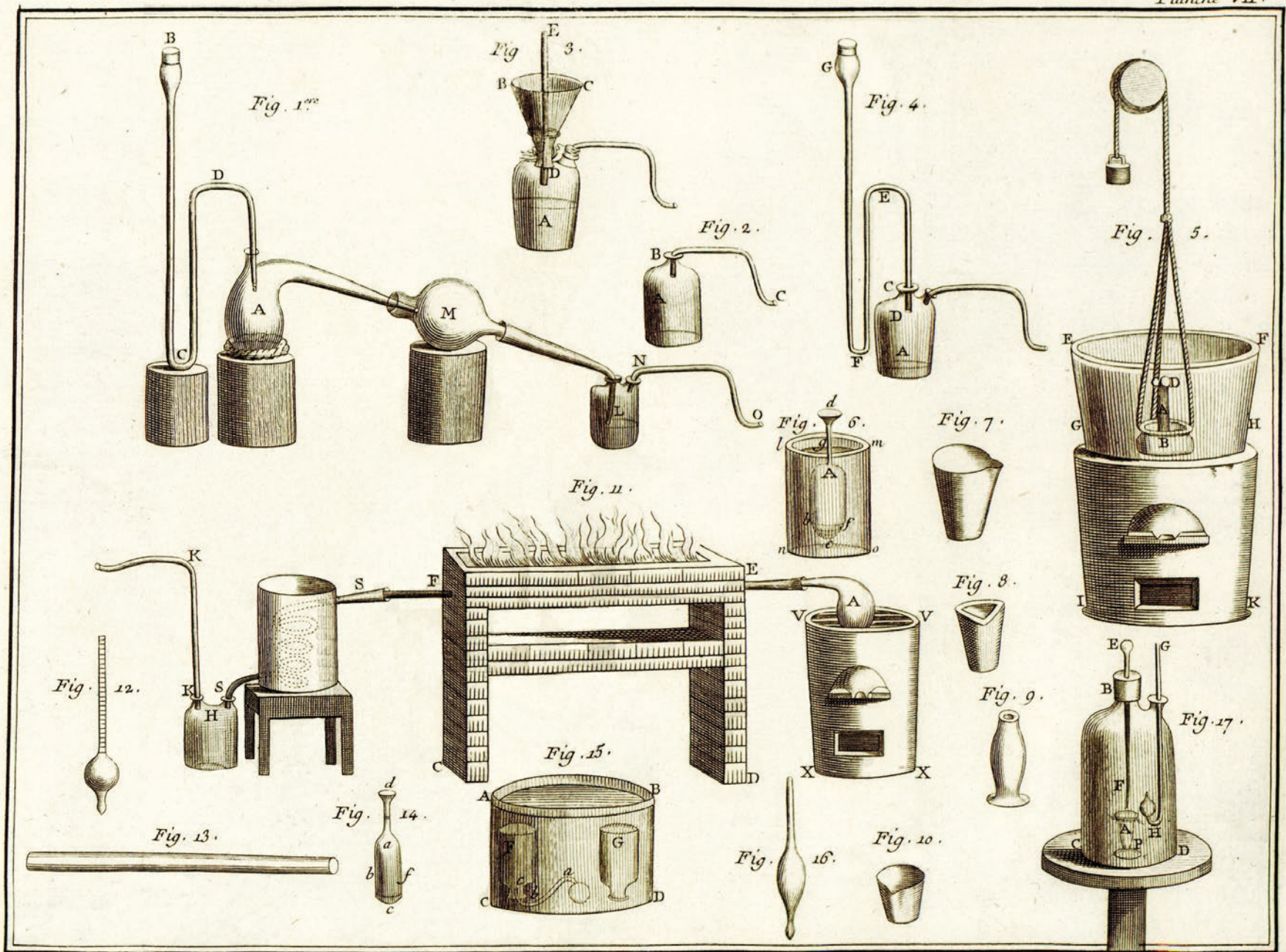


Fig. 1^{re}

Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

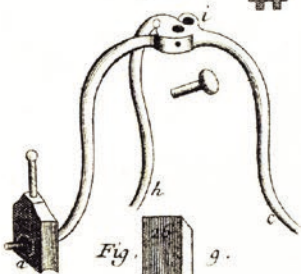


Fig. 9.

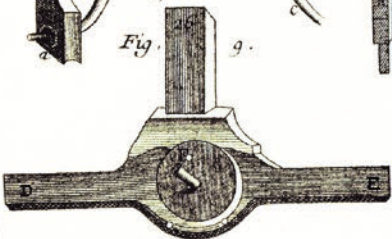


Fig. 7.



Fig. 8.

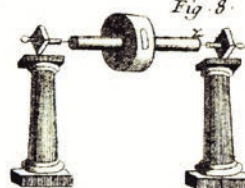
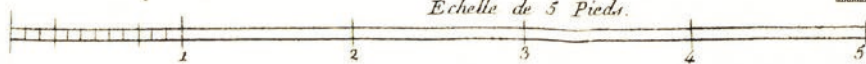
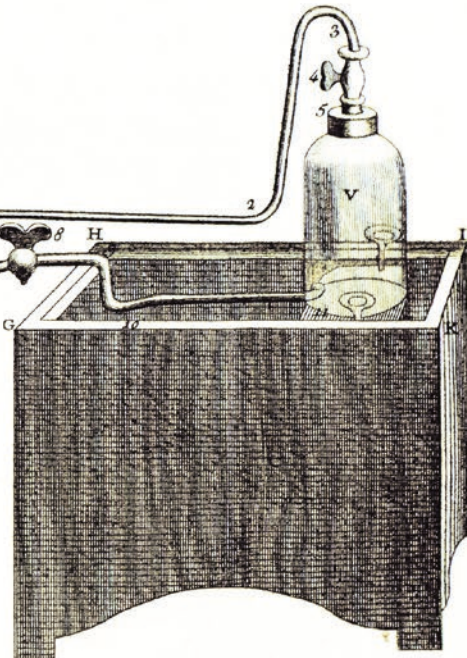
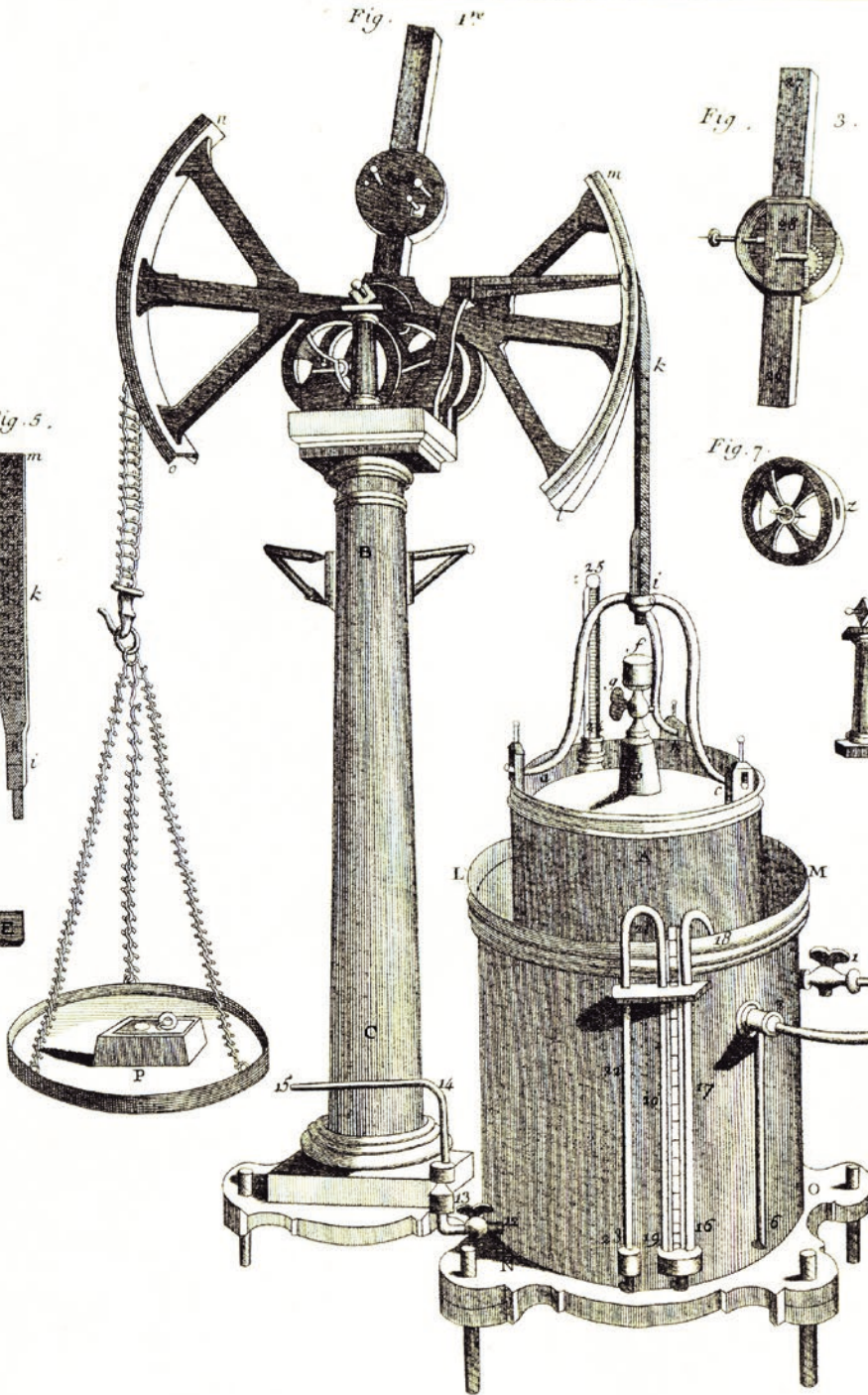
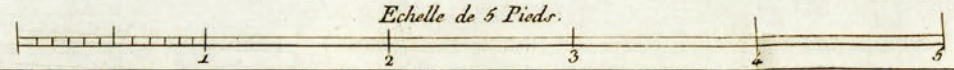
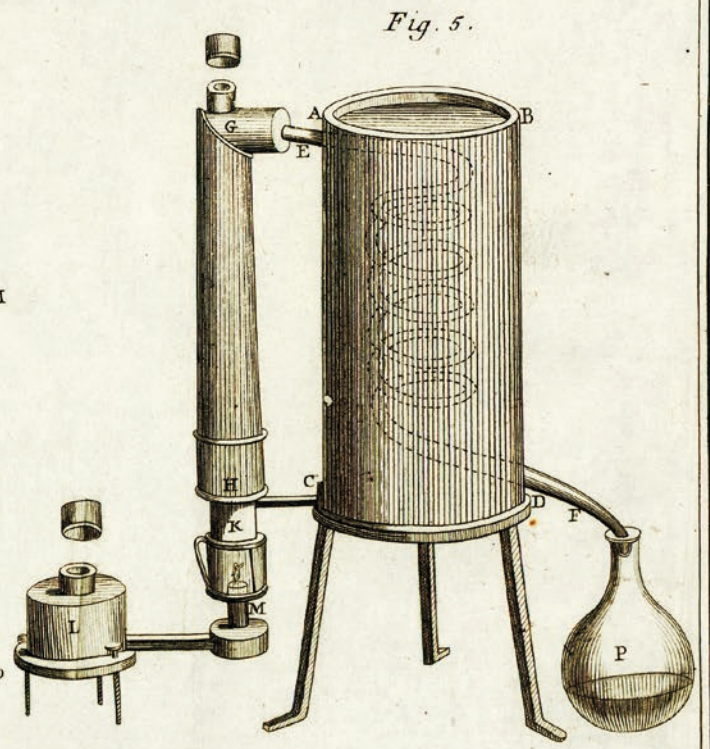
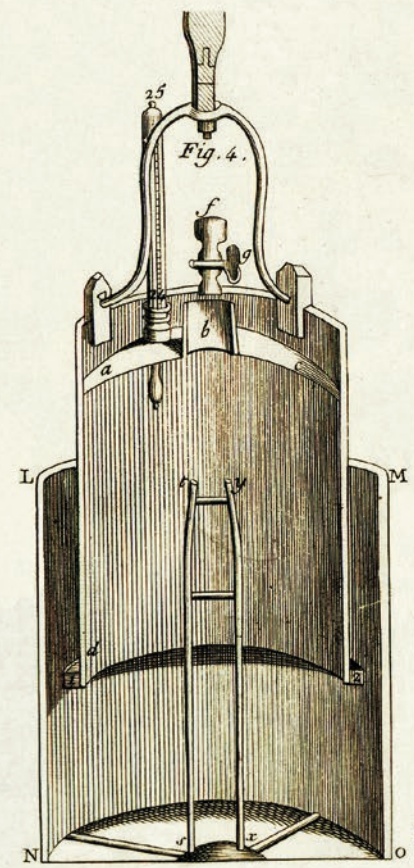
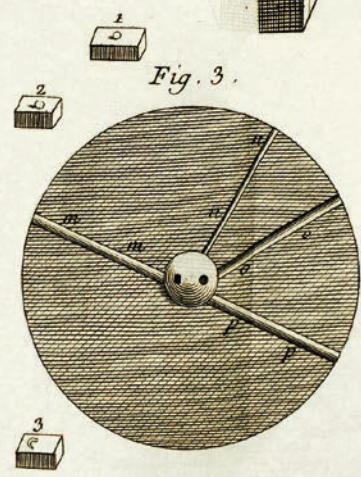
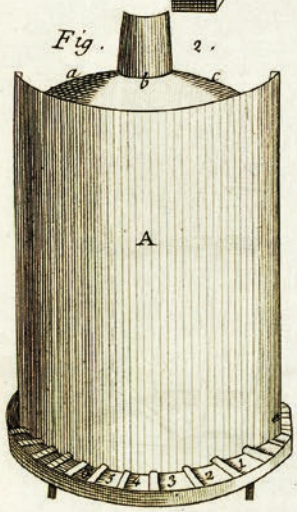
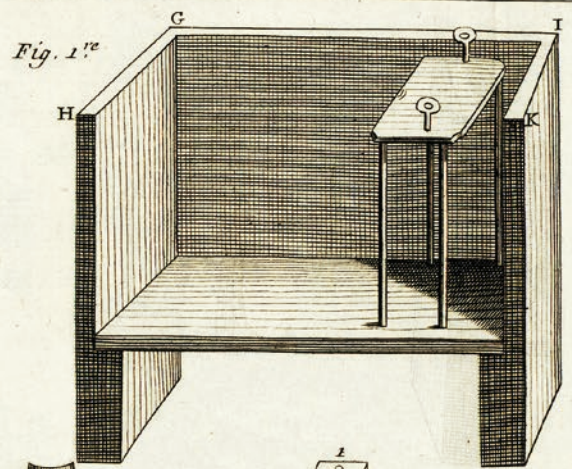


Fig. 10.





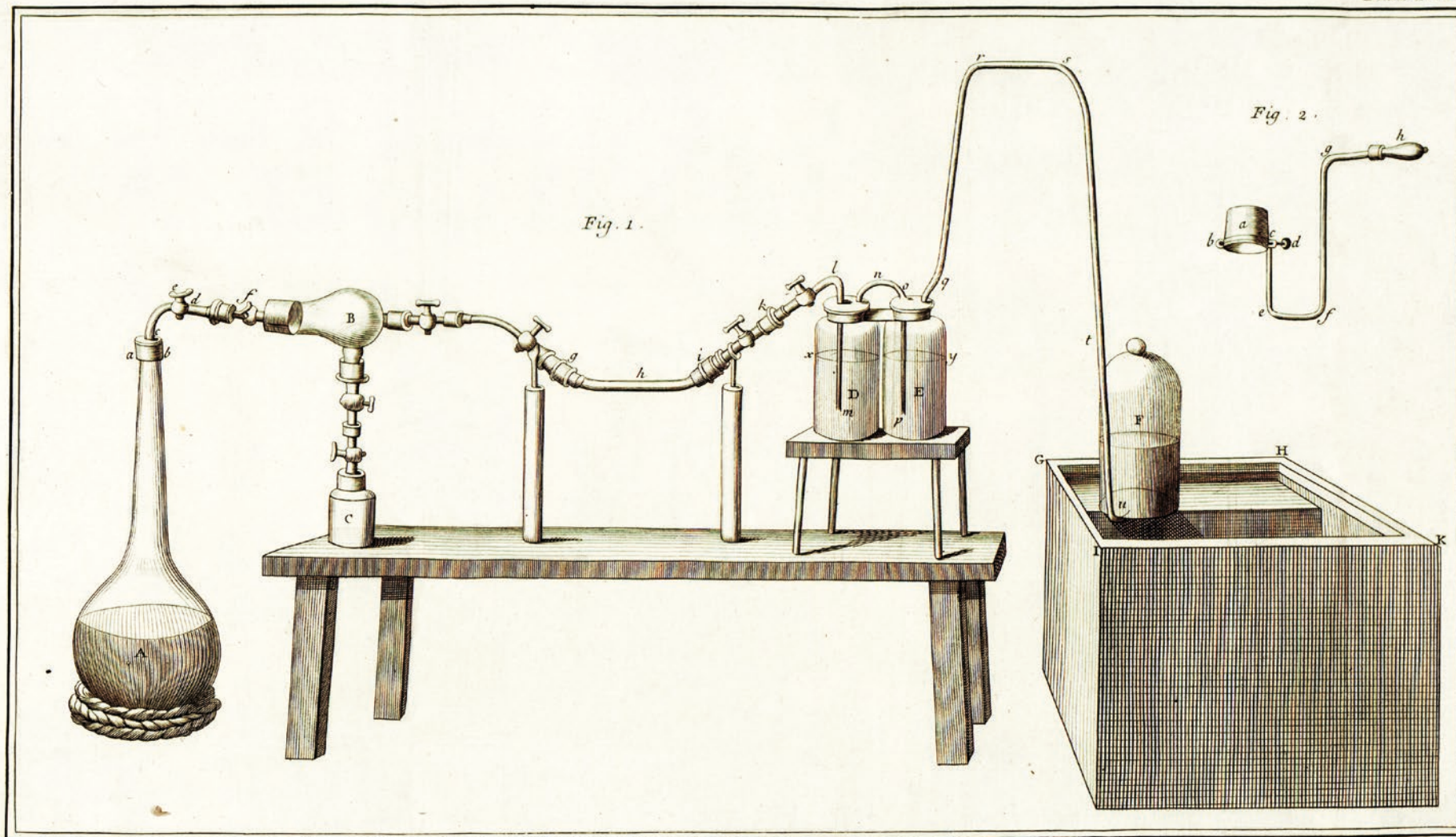
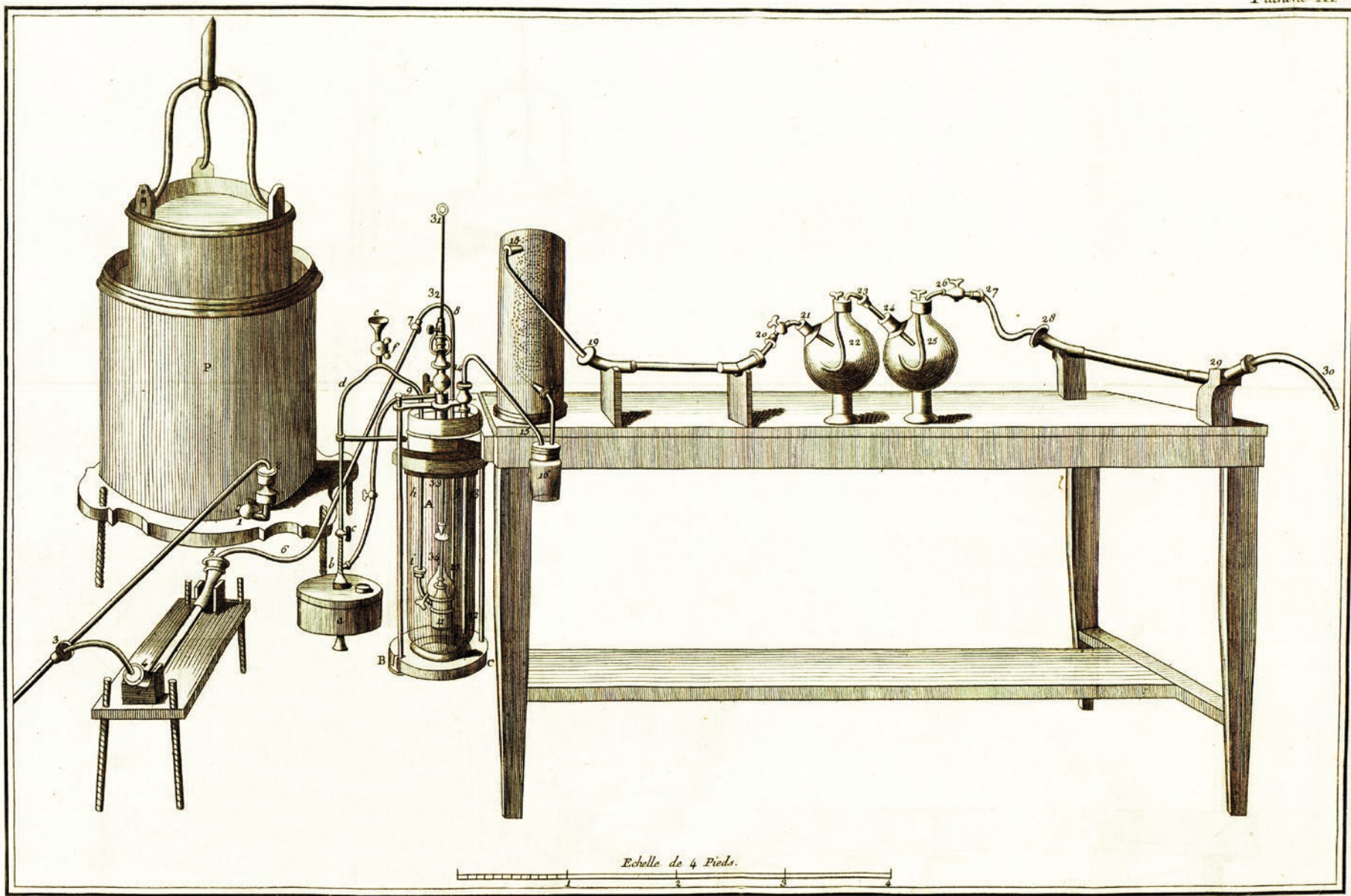


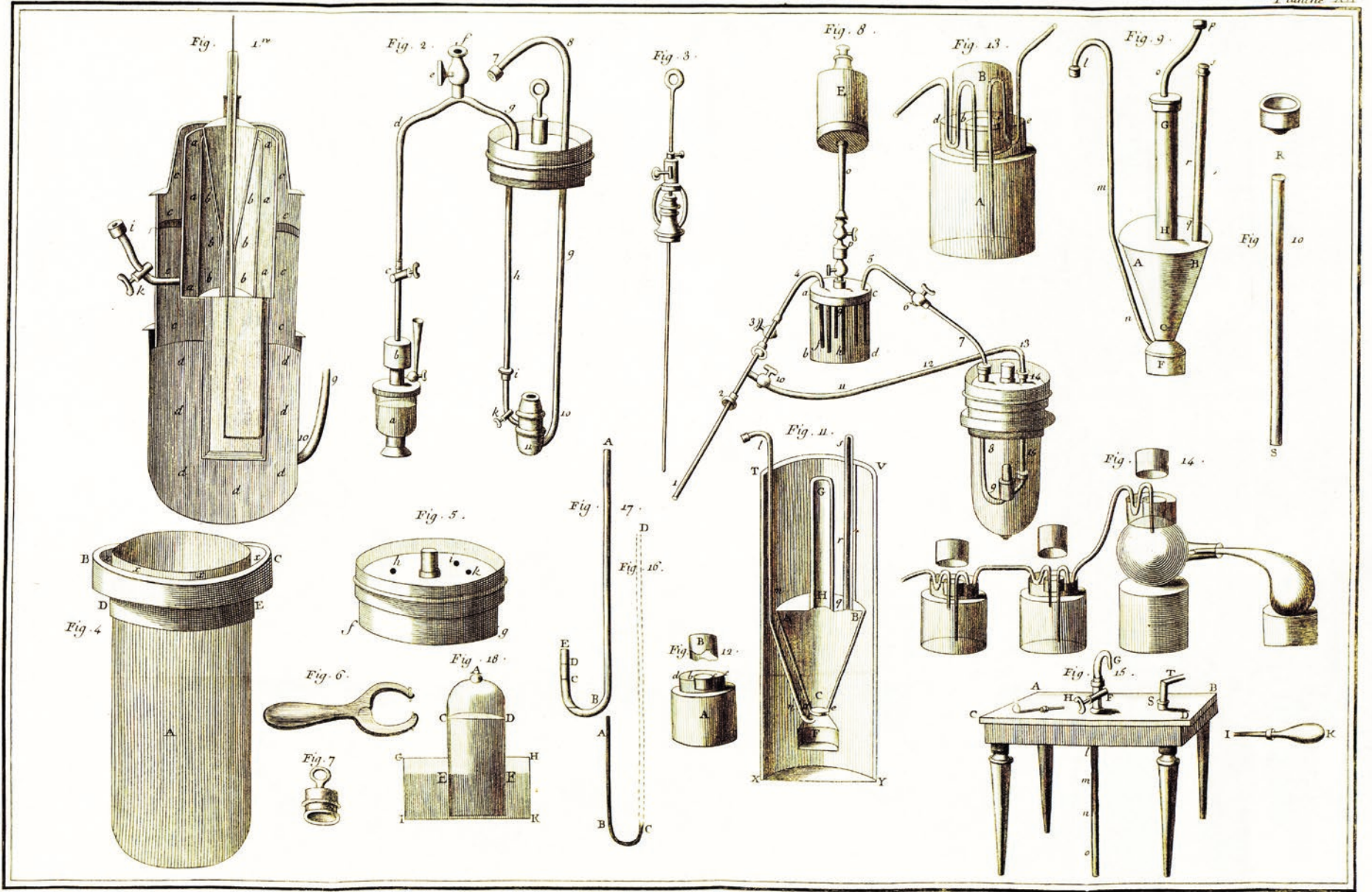
Fig. 1.

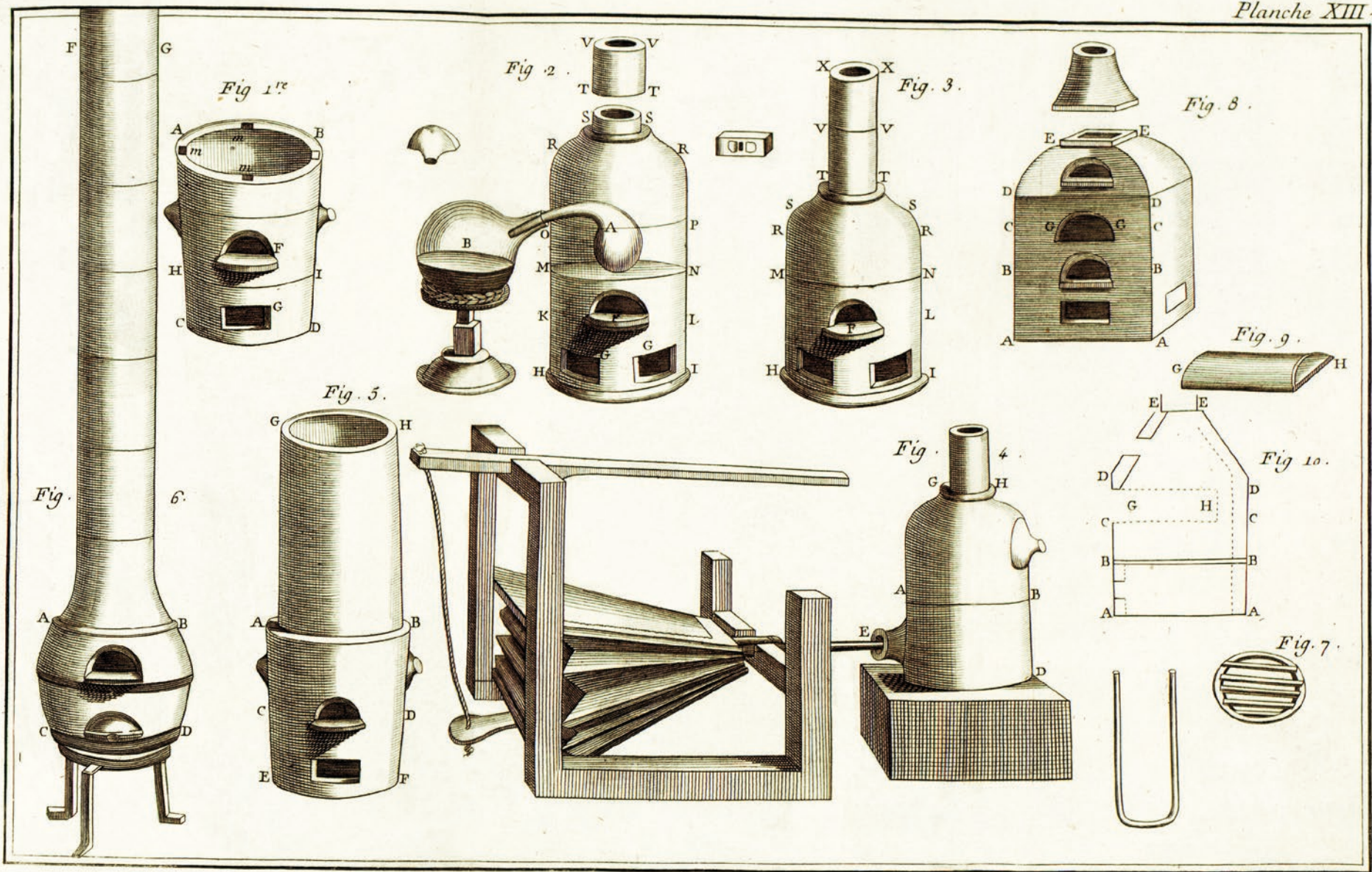
Fig. 2.



Echelle de 4 Pieds.

Paulze Lavoisier, sculp.





la opia ei
cia. v De
ionitas inf

A marca tipográfica desta colección procede da viñeta utilizada por Gonzalo Rodríguez de la Pasera no deseño do *Missale Auriense*, un dos primeiros libros impresos en Galicia, realizado en Monterrei en 1493.

