

TRETS DE LA NATURALESA DE LA CIÈNCIA ACCESSIBLES ALS ESTUDIANTS DE SECUNDÀRIA. EL CAS DE LA TEORIA ATÒMICA DE DALTON

PERE GRAPÍ

CEHIC-UAB; INS JOAN OLIVER, SABADELL.

Paraules clau: *naturalesa de la ciència, itineraris d'investigació, relat històric, TIC, Dalton, teoria atòmica*

Characteristics of the nature of science accessible to high school students. The case of Dalton's atomic theory

Summary: *History of science has to play its role to deal with the nature of science in science teaching in the secondary education and in science teacher training. Concerning this target a question arises: what aspects of the nature of science can be considered candidates to be dealt with the history of science? The empirical model of the investigative pathways worked out by the historian of science Frederick Holmes as a result of his exhaustive researches on a number of scientific careers of prominent scientists might be reasonably suitable to answer that central question.*

The aim of this article is to explore the educational possibilities of an ICT application intended for contributing to the making of historical narratives for a non-specialist public in the history of science. Particularly, an application based on Dalton's chemical atomic theory is presented.

Key words: *nature of science, investigative pathway, historical narrative, ICT, Dalton, atomic theory*

La naturalesa de la ciència des de la perspectiva de la història de la ciència

En l'àmbit de l'educació científica existeix actualment un acord substancial en què l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències suposa alguna cosa més que entendre alguns dels fets fonamentals i de les explicacions formals de la ciència. L'apre-

nentatge de les ciències també implica conèixer quelcom «sobre la ciència»; com s'ha generat el coneixement científic, el seu grau de fiabilitat, quines són les seves limitacions, els canvis metodològics de la ciència i les interaccions entre aquests coneixements científics i la societat en general. Per dir-ho ras i curt, aprendre ciències significa també conèixer alguna cosa sobre la seva naturalesa.

Alguns aspectes de la naturalesa de la ciència es poden assolir tot desenvolupant els continguts conceptuals i procedimentals relacionats amb la «ciència normal», en el sentit que Thomas Kuhn va donar a aquest terme. Però, de manera alternativa, els aspectes més generals de la naturalesa de la ciència també es poden assolir situant els coneixements científics en el seu propi context històric, per ubicar el seu origen i per entendre les interaccions entre la ciència, la tecnologia i la societat, tant en el passat com en el present.

Les concepcions que hi ha sobre la naturalesa de la ciència són tan variades com ho són les diverses perspectives que s'han elaborat entorn d'aquesta empresa anomenada «ciència». Això significa que podem trobar idees, sovint complementàries, sobre la naturalesa de la ciència des del punt de vista de la filosofia, la sociologia, la història de la ciència i, fins i tot, l'antropologia cultural. No existeix, però, una concepció única de la naturalesa de la ciència, tot i que s'han fet importants aportacions des de l'àmbit de l'educació científica per descartar certs malentesos mítics de la naturalesa de la ciència (McComas, 2000).

Des de l'àmbit de l'ensenyament de les ciències s'han adoptat diferents posicions per establir aquells aspectes de la naturalesa de la ciència apropiats per ser ensenyats en un procés d'educació científica. Aquestes posicions abasten des d'ensenyar aquelles característiques de la ciència sobre les quals existeix un ampli consens (*The Consensus View*) fins a posicions basades en una descripció estructural de la naturalesa de la ciència que classifica les semblances i diferències entre disciplines científiques en quatre categories: activitats, objectius i valors, metodologies i regles metodològiques, i productes (*The Family Resemblance Approach*). D'acord amb aquesta posició, ensenyar la naturalesa de la ciència suposa tractar alguns aspectes d'aquestes categories (Irzik & Nola, 2011).

La funció que la història i la filosofia de la ciència poden tenir en l'ensenyament de la ciència i en la formació del professorat de ciències ha estat discutida de forma vehement en els últims anys (Shortland & Warwick, 1989; Matthews, 1994; Bevilacqua *et al.*, 2001; Kokkotas & Bevilacqua, 2009). En aquest sentit, doncs, tant la història com la filosofia de la ciència han contribuït a discernir aquells temes de la naturalesa de la ciència que poden ser uns candidats adequats tant per a l'ensenyament secundari com per a la formació del professorat de ciències.

No obstant això, l'estat d'aquesta col·laboració entre la història i la filosofia de la ciència caldria que fos revisat per reclamar una major autosuficiència per a la història de la ciència en aquesta aliança. La història de la ciència sol ser considerada com una bona font d'esdeveniments científics que després d'haver estat convenientment reconstruïts necessiten certa aprovació final des de la filosofia de la ciència abans de ser incorporats en les activitats d'aprenentatge (Adúriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009: 1.178-1.180). Investigacions recents en la història de la ciència han demostrat l'autosuficiència de la disciplina a l'hora de generar models de recerca científica que permeten fer aflorar aspectes generals de la naturalesa de la ciència amb finalitats educatives.

La metàfora dels itineraris d'investigació

L'historiador de la ciència Frederic-Lawrence Holmes va estudiar amb gran detall, a partir de la dècada de 1960, les recerques de destacats científics des de mitjan segle XVIII fins a mitjan segle XX. Holmes

va examinar el dia a dia dels quaderns de laboratori, la correspondència, les memòries, els llibres publicats i, fins i tot —per a científics de finals del segle xx—, va realitzar entrevistes personals. L'any 2002 Holmes va sintetitzar el que havia après d'aquests estudis monogràfics de carreres científiques i dos anys més tard —després de la seva mort— els resultats d'aquest treball van ser publicats en el llibre *Investigative Pathways. Patterns and Stages in the Careers of Experimental Scientists*, on s'ofereixen generalitzacions reveladores respecte de la naturalesa de la ciència (Holmes, 2004).

Holmes va introduir la metàfora de l'«itinerari d'investigació» (*investigative pathway*) per descriure i entendre les trajectòries individuals dels científics dins dels grans moviments de recerca en què van prendre part. Per a Holmes existeix una tensió creativa provocada per la pràctica científica d'un individu que pretén fer-se un lloc dins del seu grup disciplinari i aquest mateix grup d'especialistes que comparteixen una disciplina que busca consolidar el seu territori (Holmes, 2004: xvi).

Un itinerari d'investigació no és una ruta que el científic preestableix i segueix, sinó que és una ruta que crea mentre explora territoris desconeguts. En aquest itinerari és procedeix pas a pas, cada pas guiat pels anteriors i per indicacions incertes sobre allò que es pot trobar en el pas següent. Aquests itineraris no són línies rectes, sinó línies contínues que tenen direccions canviant.

Aquesta visió de Holmes contradiu l'antiga imatge del gran científic com una persona que posseeix des d'un bon començament una visió més profunda i infal·lible que d'altres que treballen en el mateix àmbit, i que reprèn des d'un punt de vista completament original problemes que predecessors seus havien aparcat o que no havien encertat a veure com a tals problemes.

El plantejament de Holmes està fonamentat en la seva experiència d'haver reconstruït amb detall els itineraris d'investigació d'alguns científics rellevants. Aquests són: el fisiòleg experimental Claude Bernard, el genetista Seymour Benzer, el químic Antoine Lavoisier, el bioquímic Hans Krebs i els biòlegs moleculars Matthew Meselson i Franklin Stahl. A pesar dels trets diferencials que caracteritzaven les recerques de cadascun d'aquests científics, Holmes va percebre que existien certs aspectes profunds subjacents en cada cas. L'estudi dels diferents itineraris d'aquestes recerques li va suggerir que més enllà dels canvis en l'escala i de la complexitat de cada cas, quelcom fonamental que els vinculava a tots ells restava invariable.

A continuació se citen les característiques que aparentment han estat compartides per aquells científics durant els últims tres segles (un període en què la ciència ha existit com una empresa col·lectiva, contínua i organitzada) i que es podrien fer extensibles als itineraris d'investigació d'altres científics:

1. El procés d'identificació de problemes que semblen tenir solució amb els mitjans a l'abast.
2. La interacció entre les preguntes que es plantegen i les respostes proporcionades pels successius resultats experimentals.
3. L'intercanvi de punts de vista recíprocament beneficiós entre un investigador i els seus col·legues contemporanis compromesos en recerques similars.
4. La necessitat de construir nous coneixements a partir d'allò que s'ha aconseguit prèviament, tot i que les solucions prèvies estiguin sotmeses a una reavaluació crítica.
5. La forta tendència a persistir en l'estudi de problemes amb els quals s'està implicat des del començament d'una carrera o, alternativament, a moure's cap a àrees on es poden aportar les experiències personals (Holmes, 2004: xxi, 23-24).

Aquest enfocament no negligeix pas la dimensió més contextual de la ciència. Cada particular itinerari d'investigació mostra, per una banda, la llarga marxa d'un grup d'especialistes que compar-

teixen una mateixa disciplina i que intenten expandir-la; i, per altra banda, hi trobem l'esforç particular de cada individu dins d'aquest grup per trobar el seu lloc i per produir descobriments, conclusions i tota mena d'aportacions amb les quals pot fer contribucions reconegudes pel seu propi grup. No obstant això, aquestes contribucions no depenen tan sols de la capacitat intel·lectual de cada científic sinó, també, del seu temperament, formació, experiència prèvia i altres aspectes variables de la seva trajectòria vital (adolescència, maduresa i vellesa). És per això que els itineraris d'investigació individuals mostren característiques pròpies tant de la naturalesa de l'avenç col·lectiu de la ciència com de les necessitats personals de cada individu (Holmes, 2004: xvi).

Està clar, doncs, que cada itinerari d'investigació està compromès amb un context ampli de tipus social, econòmic, polític, filosòfic, religiós o educatiu que, si bé no va configurar l'estructura conceptual de l'itinerari d'investigació, és, per altra banda, absolutament necessari per tenir-ne un millor i més ampli coneixement.

Aspectes bàsics de la naturalesa de la ciència per a l'ensenyament secundari

Aquest model empíric dels itineraris d'investigació, fonamentat en investigacions rigoroses sobre diversos casos de la història de la ciència, pot ser un punt de referència adequat per proposar els aspectes bàsics de la naturalesa de la ciència que haurien de ser accessibles als alumnes de secundària (o a una audiència general) i que es poden tractar a partir de la mateixa història de la ciència i de la tècnica. D'acord amb aquesta proposta, un alumne hauria de ser capaç de conèixer i comprendre aspectes sobre la recerca científica, les explicacions científiques, la creativitat científica, la comunitat científica i les interaccions entre ciència i societat.

En relació a la recerca científica, un alumne hauria de ser capaç de conèixer i comprendre que els científics segueixen itineraris d'investigació que no estan preestablerts, sinó que es creen a mesura que s'exploren territoris desconeguts, i que no existeix «un mètode científic» estàndard compartit i universal que seguint-lo fil per randa proporcioni de forma automàtica coneixements garantits. No obstant això, cal reconèixer que el treball dels científics presenta trets característics com són l'obtenció de dades —qualitatives i quantitatives— mitjançant observacions i experiments, i la tendència a prosseguir en la resolució de problemes persistents però que presenten expectatives raonables de solució.

En relació a les explicacions científiques, un alumne hauria de ser capaç de conèixer i comprendre que l'objectiu de la ciència és buscar explicacions als problemes identificats a partir de fets observats al món natural o produïts experimentalment. Aquestes explicacions se solen elaborar a partir de coneixements aconseguits prèviament. Per altra part, les explicacions es corroboren contrastant les prediccions formulades —per les pròpies explicacions— amb les dades obtingudes. És a dir, existeix una interacció entre els problemes plantejats i els resultats aportats per les dades experimentals.

En relació a la creativitat científica, un alumne hauria de ser capaç de conèixer i comprendre que les explicacions no sorgeixen automàticament de les dades. L'elaboració d'explicacions és un procés creatiu (imaginatiu). Al llarg d'un itinerari d'investigació hi ha algun o alguns episodis creatius que permeten fer salts mentals des dels fets (dades) cap a les explicacions. La idiosincràsia de la creativitat científica explica per què és del tot possible que gent diferent arribi a elaborar explicacions diferents a partir d'unes mateixes dades.

En relació a la comunitat científica, un alumne hauria de ser capaç de conèixer i comprendre que l'intercanvi de punts de vista entre un investigador i els seus col·legues contemporanis és mútuament

beneficció i que la comunitat científica està organitzada en institucions que han establert procediments per autenticar els resultats i les conclusions de les recerques i, si escau, arribar a consensos.

La intencionalitat educativa de la proposta que es presenta en aquest article convida a incloure un últim aspecte que no cal que hagi estat compartit per diferents itineraris d'investigació. Es tracta de la presa de decisions sobre les aplicacions dels coneixements científics i tecnològics per avaluar els pros i contres del seu impacte social. Aquest és un aspecte important de la naturalesa de la ciència, encara que no tots els itineraris d'investigació comparteixin com a tret comú certa reflexió o valoració individual sobre l'impacte social de les seves recerques. La qual cosa no vol dir que determinats itineraris d'investigació no hagin tingut en un moment o altre certa incidència social.

Així doncs, en relació a les interaccions entre ciència i societat, un alumne hauria de ser capaç de conèixer i comprendre que prendre decisions sobre les aplicacions de coneixements científics, noves tecnologies, materials i aparells que incideixen notablement en les nostres vides pot tenir efectes secundaris inesperats o no volguts.

El repte dels relats històrics adequats

No obstant això, hi ha un problema per resoldre si es vol que la naturalesa de la ciència sigui accessible a audiències que van des de persones adultes o joves de l'educació primària i secundària, fins a persones més expertes com els estudiants universitaris i professors de secundària i universitaris. Fer visible la naturalesa de la ciència a través de la seva història implica disposar de relats adequats d'episodis històrics. El problema dels relats no pertoca tan sols a les audiències particulars a les quals s'adrecen, sinó també a la capacitat dels historiadors per reconstruir els resultats de les seves investigacions científiques en un determinat format narratiu.

Fins i tot per a un professional de la història de ciència, elaborar un relat històric pot ser complex, segons la naturalesa de l'itinerari d'investigació que s'ha de narrar. Quan el personatge que s'estudia segueix una sola línia d'investigació durant cert temps, la narració de l'episodi és directa, però quan aquest comparteix diverses línies i es desvia d'una línia cap una altra és difícil reconstruir la història. Aleshores, l'historiador s'enfronta al dilema de mantenir en el seu relat l'ordre cronològic de les etapes documentades o separar les diferents línies i mantenir la continuïtat de cada desenvolupament temàtic a compte de fragmentar la cronologia (Holmes, 2004: 95).

Els relats són inevitablement teleològics. Un historiador narra amb una o altra finalitat, selecciona els esdeveniments i els detalls dels coneixements previs que contribuiran o obstaculitzaran el desenllaç de la història. Un historiador només pot evitar aquesta inevitabilitat teleològica incloent relats tan complets com sigui possible d'altres línies alternatives que la investigació va prendre i que aparentment —durant cert temps— apuntaven cap a una direcció que no va acabar reeixint. Ara bé, quan cal comprimir i simplificar el relat —pel motiu que sigui— l'historiador es veu forçat, per tal de retenir tots aquells passos que provaren ser necessaris per al desenllaç final, a eliminar aquells elements que finalment no resultaren essencials per a aquest mateix desenllaç. L'historiador no es pot escapar fàcilment del dilema que suposa la simplificació, atès que la història completa ràpidament esdevé massa complexa com per reconstruir-la en un relat simple. La selecció és inevitable (Holmes, 2004: 189-191).

L'accés a la història de la ciència per part d'un públic no especialitzat implica disposar de diferents nivells narratius per als diferents públics. La traducció dels arguments anteriors a l'àmbit de l'ensenyament de les ciències porta a la mateixa conclusió: la incorporació de la història de la ciència

en l'educació científica requereix relats d'episodis històrics simplificats i dimensionats d'acord amb les demandes de la situació educativa. De la mateixa manera que l'historiador de la ciència es veu obligat a simplificar tot preservant aquells esdeveniments essencials per al resultat final del relat, també ha de ser capaç de tirar endavant aquesta simplificació amb finalitats educatives (Matthews, 1994: 80).

A mesura que l'ensenyament de les ciències s'ha anat interessant en l'ús de les formes narratives com a recursos didàctics, han anat sorgint enfocaments diferents però complementaris sobre els formats més idonis per presentar els relats històrics: vinyetes, frisos cronològics, estudis de casos, dramatitzacions i jocs de rol, replicació d'instruments i simulacions d'experiments, debats o presentacions (Begoray & Stinner, 2005; Metz *et al.*, 2007; Klassen, 2009).

Un relat de la teoria atòmica de Dalton com a base per treballar aspectes de la naturalesa de la ciència

La realitat ineludible d'Internet com un lloc permanent i habitual d'aprenentatge que està guanyant importància com a mitjà per a l'intercanvi de coneixements a través de les xarxes socials, aconsella incorporar les aplicacions TIC per elaborar relats d'episodis d'història de la ciència per a l'ensenyament de les ciències que s'haurien d'acoblar a les activitats d'aprenentatge.

A continuació es presenta una aplicació de les TIC amb la intenció de contribuir a l'elaboració de relats històrics per a un públic profà en la història de la ciència. El cas que s'exposa en aquesta aplicació és el de la gènesi i difusió de la teoria atòmica de Dalton. La columna vertebral de l'aplicació és un fris cronològic d'aquells esdeveniments que es consideren necessaris per a una comprensió històrica d'aquest episodi (Annex 1).¹ El contingut d'aquest fris està basat, principalment, en els estudis acadèmics d'Alan J. Rocke (1984) i de Henry Roscoe i Arthur Harden (1896).

Cada esdeveniment o fotograma del fris té dues parts: la part esquerra mostra un recurs visual (foto o vídeo) relacionat amb l'esdeveniment. La part dreta conté una narració de l'esdeveniment que està adreçada, principalment, a estudiants de secundària. En el cas de la teoria atòmica de Dalton s'han seleccionat els següents episodis sobre el seu origen i la seva difusió: (1) l'assentament de Dalton a Manchester, (2) les primeres idees de Dalton sobre la constitució de l'aire, (3) la llei de les proporcions múltiples, (4) la solució de gasos en l'aigua, (5) la primera taula de pesos atòmics, (6) la determinació dels pesos atòmics relatius i (7) el nou sistema de filosofia química.

El relat també conté els enllaços necessaris per disposar d'informacions addicionals, com ara biografies i instruments, que poden ser útils per a una millor comprensió del relat. El fris cronològic també es pot superposar amb altres frisos de caràcter més contextual d'història general, de pensament filosòfic o de produccions literàries i artístiques de l'època.

Aquest fris forma part d'una activitat d'aprenentatge elaborada per tractar alguns aspectes claus de la naturalesa de la ciència. El cas de la teoria atòmica de Dalton s'ha considerat apropiat per tractar els següents aspectes: les recerques i les explicacions científiques, la interpretació i el tractament de dades quantitatives, la creativitat científica, la publicitat de les recerques i el context intel·lectual i social de les recerques (Annex 2).

1. La URL d'aquest fris és <http://www.dipity.com/pgrapi/John-Daltons-atomic-chemical-theory/>. Tant el fris cronològic com la corresponent activitat d'aprenentatge (Annex 2) s'han elaborat en anglès per procurar que els alumnes realitzin activitats en anglès en matèries diferents de la de Llengua Anglesa.

L'aplicació d'aquesta activitat a un grup pilot de vint alumnes dels cursos de primer i segon del batxillerat científic ha mostrat que tret de l'apartat dedicat a la comprensió de la creativitat científica, la resta d'apartats han proporcionat entre un terç i dos terços de respostes satisfactòries, tot i que cap apartat no ha proporcionat més de dos terços de respostes adequades. Així doncs, els resultats obtinguts permeten concebre bones perspectives a aquests tipus d'activitats d'aprenentatge per incorporar la història de la ciència en l'ensenyament de les ciències.


Referències bibliogràfiques

- ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. (2009), «A Reserach-Informed Instructional Unit to Teach the Nature of Science to Pre-Service Science Teachers», *Science & Education*, **18**, 1.177-1.192.
- BEGORAY, D. L.; STINNER, A. (2005), «Representing Science Through Historical Drama. Lord Kelvin and the Age of the Earth Debate», *Science & Education*, **14**, 457-471.
- BEVILACQUA, F.; GIANNETTO, E.; MATTHEWS, M. R. (2001), *Science Education and Culture. The Contribution of History and Philosophy of Science*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- HOLMES, F. L. (2004), *Investigative Pathways. Patterns and Stages in the Careers of Experimental Scientists*, New Haven & London, Yale University Press.
- IRZIK, G.; NOLA, R. (2011), «A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education», *Science & Education*, **20**, 591-607.
- KLASSEN, S. (2009), «The Construction and Analysis of a Science Story. A proposed Methodology», *Science & Education*, **18**, 401-423.
- KOKKOTAS, P.; BEVILACQUA, F. (2009), *Professional Development of Science Teachers. Teaching Science using cas studies from the History of Science*, Seattle, CreateSpace.
- MATTHEWS, M. R. (1994), *Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science*, New York, Routledge.
- MCCOMAS, W. F. (2000), «The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths». A: MCCOMAS, W. F. (ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 53-72.
- METZ, D.; KLASSEN, S.; MCMILLAN, B.; CLOUGH, M.; OLSON, J. (2007), «Building a Foundation for the Use oh Historical Narratives», *Science & Education*, **16**, 313-334.
- ROCKE, A. J. (1984), *Chemical Atomism in the Nineteenth Century. From Dalton to Cannizzaro*, Columbus, Ohio State University Press.
- ROSCOE, H. E.; HARDEN, A. (1896), *A New View of the Origin of Dalton's atòmic Theory*, London, Macmillan and Co.
- SHORTLAND, M.; WARWICK, A. (1989), *Teaching the History of Science*, Oxford, Basil Blackwell.

ANNEX 1

Captures de pantalla dels fotogrames corresponents al fris cronològic de la teoria atòmica de Dalton.


3. The law of multiple proportions
✕



Edit | Delete

Description	Comments (0)
<p>3. The law of multiple proportions Aug 4, 1803</p> <p>It was investigating his analytical method for determining the proportion of oxygen not only in the atmosphere but also in any mixture of gases that Dalton assumed the multiple proportions of combination.</p> <p>Since early 1803 (by 21th March), Dalton had been carrying out his own studies of nitrogen oxides in conjunction with the use the "nitrous air test" for determining the percentage of oxygen in atmospheric air. The basis of this test was the reaction of nitric oxide – "nitrous gas" (NO) with oxygen.</p> <p>By 4th August 1803 Dalton discovered that the reaction could take place in two different proportions and he referred to this pair of proportions as a clear instance of multiple proportions of combination in a paper published in 1805:</p>	

5. The first table of atomic weights
✕

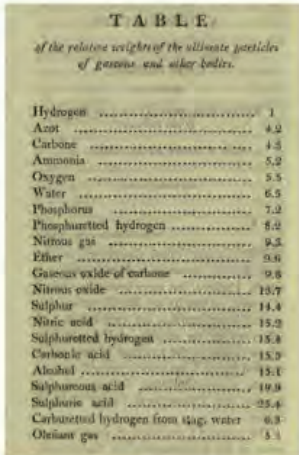


Edit | Delete

Description	Comments (0)
<p>5. The first table of atomic weights Sep 6, 1803 10 AM</p> <p>After turning four pages of Dalton's notebook there followed the first table of relative atomic weights of these five elements, along with molecular weights of nine compounds.</p> <p>Dalton communicated his table of atomic and molecular weights on October 21 to the Literary and Philosophical Society of Manchester but the corresponding paper did not appear in print - with important modifications - until November 1805. This was the public debut of the atomic theory, but devoid of the reasoning that had led Dalton to those particular numbers.</p> <p style="color: red; font-size: small;">The picture shows Dalton's first private table of atomic weights</p> <p style="font-size: x-small; color: #4a7ebb;">Added by: pqrari</p>	

6. Determination of the relative atomic weights

Edit | Delete

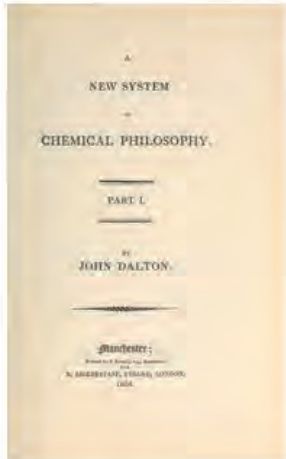


Hydrogen	1
Air	4.2
Carbonic	4.5
Ammonia	5.2
Oxygen	5.5
Water	6.5
Phosphorus	7.2
Phosphuretted hydrogen	8.0
Nitrous gas	9.5
Ether	9.6
Gaseous oxide of carbone	9.8
Nitrous oxide	15.7
Sulphur	14.4
Nitric acid	15.2
Sulphuretted hydrogen	15.4
Carbonic acid	15.5
Alcohol	15.1
Sulphurous acid	19.9
Sulphuric acid	25.4
Carbonated hydrogen from stag, water	6.3
Oleant gas	5.3

Description	Comments (0)
6. Determination of the relative atomic weights Sep 6, 1803 11 AM	
<p>On the page of Dalton's notebook opposite to his 1803 table, can be found the clue to this reasoning for determining the relative weights of these atoms.</p> <p>Dalton's procedure makes implicit use of the rule of the greatest simplicity. According to this rule, <i>if only one compound is known of two given elements, the molecules are presumed to be binary; if two such compounds are known, then the lighter is binary and the other ternary; and so on.</i></p> <p>For instance, Dalton cited Lavoisier's data for the composition of water (85 % oxygen and 15 % hydrogen); the assumption of a binary water molecule (HO) – according to the rule of the greatest simplicity – gives the weight of oxygen relative to hydrogen as unity, since $85 / 15 = 5.66$. (Look at the picture of the notebook fragment)</p>	

7. A new system of chemical philosophy

Edit | Delete



Description	Map	Comments (0)
7. A new system of chemical philosophy Jan 1, 1808		
<p>After Dalton presented a round of public lectures in Edinburgh and Glasgow in the spring of 1807 and Thomas Thomson published a description of the theory that same year (<i>A System of Chemistry</i>), many elite chemists began to talk about the theory. Then, with the publication in 1808 of the first part of Dalton's <i>A New System of Chemical Philosophy</i> the theory was finally well launched.</p> <p>Because Dalton was a slow worker and unable to spare time from teaching for research and writing, it was left largely to others, notably Thomas Thomson and Jacob Berzelius, to exploit the full consequences of Dalton's insight.</p>		
Added by: pgrapi		

ANNEX 2

Activitat d'aprenentatge per avaluar l'assoliment de determinats aspectes de la naturalesa de la ciència.

Recerques i explicacions científiques

1. Tick the correct box to show if the following sentences can be considered as **data (D)** or as an **explanation (E)**.

	D	E
The atmosphere does not separate out into layers of gases according to their densities.		
At the end of the 18th century the prevailing opinions were that water vapour was dissolved in air like salt in water.		
The reaction of nitric oxide with oxygen could take place in two different proportions.		
Atmospheric homogeneity was due to weak chemical attractions between its various gaseous component.		
Carbonic acid gas (carbon dioxide) is an atmospheric constituent substantially soluble in water.		
Dalton argued that air was a mixture of its gaseous components constituted of small particles which repelled each other.		
According to Lavoisier water was composed by 85 % oxygen and 15 % nitrogen.		
The solubility of gases in water depended upon the weight and number of the ultimate particles of the gases.		

2. Dalton's enquiry in the relative weights of atoms began:
- (A) Studying of the solubility of carbonic acid gas in water.
 - (B) Analyzing the reactions of nitric oxide with oxygen.
 - (C) Seeking an explanation for the air homogeneity.
 - (D) Wondering for the state of water vapor in the atmosphere.

Interpretació i tractament de dades quantitatives

3. Dalton's 1802 table presented the following values:

Oxygen	5.66
Azot (nitrogen)	4
Nitrous gas	9.66
Nitrous oxide	13.66

What were the formulas assigned by Dalton to both nitrogen oxides according to these data?

4. Dalton's 1805 table presented the following values for the same substances:

Oxygen	5.5
Azot (nitrogen)	4.2
Nitrous gas	9.3
Nitrous oxide	13.7

Explain what inconsistency can be found in these values.

Creativitat científica

5. A key step for determining the relative weights of atoms was Dalton's implicit use of the rule of the greatest simplicity: «*If only one compound is known of two given elements, the molecules are presumed to be binary; if two such compounds are known, then the lighter is binary and the other ternary; and so on*». Describe how could Dalton «**imagined**» this explanation. Your description must include the word imagined and some **drawings** of Dalton's symbols and formulas.

Publicitat de les recerques científiques

6. The first column of the next table shows the development of Dalton's atomic theory in three stages: private debut, public debut and spread. Choose the year and the media that best represent each stage.

	YEAR	MEDIA
Private debut		
Public debut		
Spread		

YEAR: 1803 (September and October)
1805
1807
1808

MEDIA: Lecture
Notebook
Book
Published paper

Context intel·lectual i social de les recerques científiques

7. Choose the best matching between statements regarding Dalton's intellectual and social background, and statements regarding features of his scientific life.

	Intellectual and social background		Scientific life
1	Dalton had certain knowledge of Newton's natural philosophy.	A	Dalton was interested in questions such as the state of water vapour in the air.
2	The Manchester Literary and Philosophical Society proved a pleasant place for Dalton.	B	When Dalton moved to Kendal he became interested in meteorology.
3	Dalton was a meteorologist interested in the physics of gases.	C	In 1793 Dalton argued that air was an intimate mixture of its gaseous components constituted of small particles which repelled each other.
4	The weather conditions among the mountains and lakes of the territory surrounding Kendal were rapidly changing.	D	The development of Dalton's atomic theory was carried out by others elite chemists.
5	Dalton was unable to spare time from teaching for research and writing.	E	Dalton presented his researches in the Manchester Literary and Philosophical Society before publishing them.